

**UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY
IM. KOMISJI EDUKACJI NARODOWEJ W KRAKOWIE**

**SZKOŁA DOKTORSKA
DYSCYPLINA: JEZYKOZNAWSTWO**

Anna Krzyżak

**Przetwarzanie słuchowe a fluencja semantyczna i kompetencja składniowa muzyków
oraz niemuzyków w świetle eksperymentalnych
badań neurolingwistycznych**

Promotor: prof. dr hab. Mirosław Michalik

Promotor: dr hab. Michał Pawełek

Kraków, 2023

**THE PEDAGOGICAL UNIVERSITY NAMED AFTER THE
COMISSION OF NATIONAL EDUCATION IN KRAKOW**

DOCTORAL SCHOOL
DISCIPLINE: LINGUISTICS

Anna Krzyżak

Auditory processing and semantic fluency and syntactic competence of musicians
and non-musicians in experimental
neurolinguistic research

Supervisor: prof. dr hab. Mirosław Michalik

Supervisor: dr hab. Michał Pawełek

Kraków, 2023

Abstrakt

WSTĘP: Muzyka i język należą do kompetencji, jakie człowiek wykształcił na drodze ewolucji. Ich związki i uwarunkowania stanowią zainteresowanie badaczy od wielu lat. Współczesny rozwój narzędzi badawczych daje między innymi możliwość monitorowania procesów mózgowych podczas wykonywania zadań językowych lub muzycznych. Język i muzyka jako zjawiska akustyczne i fonologiczne o sekwencyjnej strukturze i specyficznej dla każdego z nich składni i semantyce czerpią z tożsamyh lub odrębnych zasobów neuronalnych i wzajemnie na siebie oddziałują. Owe oddziaływania w różnych sferach stanowią wciąż obszary badań naukowych, a rysujące się problemy czekają na rozwiązanie. Lingwistyka mentalna oraz muzykologia kognitywna, koncepcje integrujące różne kierunki językoznawcze i muzykologiczne zakładają, że nabywanie umiejętności językowych lub muzycznych następuje nie tylko w wyniku procesów kognitywnych, ale także w kontekście społeczno-kulturowym. Wpływ wykształcenia muzycznego na procesy poznawcze oraz regulowanie emocji został udowodniony w wielu eksperymentach. Badacze podejmują także próby oceny, w jakim stopniu determinuje ono kompetencję językową pod względem strukturalnym i funkcjonalnym.

CELE: Celem pracy była ocena wpływu wykształcenia muzycznego na model przetwarzania słuchowego mowy oraz kompetencję językową, w szczególności semantyczną i syntaktyczną. Ocenie podlegał także wybór strategii rozwiązywania zadań językowych u muzyków i niemuzyków oraz pamięć werbalna i wrażliwość na intencję zawartą w wypowiedziach. Próbowano także ustalić, czy płeć ma znaczenie w zakresie przetwarzania słuchowego i lateralizacji słuchowej oraz kompetencji językowej.

MATERIAŁ I METODY: Badaniem objęto 82 zdrowe osoby dorosłe, w wieku 25–60 lat. Grupę badawczą stanowili muzycy – kształcący się muzycznie od dziecka czynni instrumentalisci. Badanie wyższych funkcji słuchowych wykonano u 39 muzyków: kobiet ($n = 20$) oraz mężczyzn ($n = 19$). Grupę kontrolną ($n = 40$) stanowiły osoby niebędące muzykami, które w ciągu swojego życia nie uczyły się grać na instrumencie i nie pobierały lekcji śpiewu, kobiety ($n = 20$) oraz mężczyźni ($n = 20$). Badanie kompetencji językowej przeprowadzono u 41 muzyków: kobiet ($n = 21$) i mężczyzn ($n = 20$) oraz 41 niemuzyków: kobiet ($n = 20$) i mężczyzn ($n = 21$). Metody stosowane do pozyskania danych to metody eksperymentalne, nieinwazyjne. Użyto testów do badania słuchu fizycznego oraz centralnego przetwarzania słuchowego, a także narzędzi do oceny kompetencji składniowej, fluncji semantycznej, procesu uczenia się i pamięci werbalnej oraz prozodii emocjonalnej.

WYNIKI: W badaniu centralnego przetwarzania słuchowego istotne statystycznie różnice pomiędzy grupą badawczą a kontrolną zaobserwowano w testach: prostego czasu reakcji na bodziec dźwiękowy ($p = 0,012$) na korzyść niemuzyków, rozdzielności sylabowym w warunkach uwagi kierowanej na ucho prawe ($p < 0,001$) oraz lewe ($p < 0,001$), sekwencji częstotliwości ($p < 0,001$) i różnicowania wysokości ($p < 0,001$) na korzyść muzyków. Wyniki sylabowego testu rozdzielności słyszenia wskazują, że kobiety częściej niż mężczyźni rozpoznają bodziec dźwiękowy w uchu lewym, mężczyźni zaś częściej są obuuszni. Związek ten jest istotny statystycznie ($p = 0,026$). W grupie kobiet muzyczki zdecydowanie lepiej wypadają w testach: prostego czasu reakcji na bodziec słuchowy ($p = 0,014$), rozdzielności sylabowym w warunkach uwagi kierowanej na ucho prawe ($p = 0,004$) oraz lewe ($p = 0,002$) a także w testach sekwencji częstotliwości ($p < 0,001$) i różnicowania wysokości ($p < 0,001$). Muzycy mężczyźni wykazują przewagę nad mężczyznami niemuzykami w badaniu: uwagi kierowanej na ucho prawe ($p = 0,002$) oraz lewe ($p = 0,002$), sekwencji częstotliwości ($p < 0,001$) oraz różnicowania wysokości ($p < 0,001$). Związek pomiędzy płcią a rodzajem ucha dominującego w grupie muzyków wynosi $IW \chi^2 = 8,05$; $p = 0,02$. U kobiet muzyków dominującym uchem jest prawe, u mężczyzn także, ale aż 26,3% jest obuusznych. Nie wykazano związku pomiędzy rodzajem ucha dominującego a płcią w grupie niemuzyków.

W badaniu kompetencji językowej istotne różnice pomiędzy muzykami a niemuzykami zaobserwowano w badaniu krzywej uczenia Łurii (pomiar trzeci: $p = 0,015$, piaty: $p = 0,033$, po dystraktorze: $p = 0,033$, pojemność magazynu pamięci: $p = 0,028$ oraz trwałość śladu pamięciowego: $p = 0,048$). Muzycy też zdecydowanie częściej stosują strategie w procesie uczenia się w modalności słuchowej (83% : 47%). Przodują także w badaniu kompetencji składniowej ($p = 0,034$) oraz w teście Stroopa (czas I: $p = 0,031$, czas II: $p = 0,020$, liczba błędów: $p = 0,009$). W badaniu fluencji słownej w kategoriach o rzadszej częstotliwości występowania (literowa – A i kategoryalna – przedmioty ostre) muzycy zdecydowanie rzadziej się powtarzają: $p = 0,003$ i $p = 0,016$. Podobnie ma się w przypadku różnicy pomiędzy kobietami muzykami a kobietami niemuzykami w kontekście liczby powtórzeń (literowa – A: $p = 0,005$, kategoryalna – rośliny: $p = 0,008$, przedmioty ostre: $p = 0,018$) oraz mężczyznami muzykami a niemuzykami (literowa A: $p = 0,013$).

W zależności od płci badanych: w grupie kobiet i mężczyzn w badaniu krzywej uczenia Łurii kobiety uzyskały lepsze wyniki w drugim ($p = 0,024$), trzecim ($p = 0,00$) i czwartym ($p = 0,033$) pomiarze oraz po dystraktorze ($p = 0,003$) i w badaniu śladu

pamięciowego ($p = 0,002$). Częściej również stosują strategie od mężczyzn (80% : 51%) a w teście Stroopa rzadziej popełniają błędy ($p = 0,037$). W grupie muzyków kobiety osiągają wyższe wyniki tylko w trzecim pomiarze krzywej uczenia Łurii ($p = 0,024$), zaś w grupie niemuzyków w trzecim ($p = 0,036$), piątym ($p = 0,024$), po dystraktorze ($p = 0,002$) oraz w badaniu trwałości śladu pamięciowego ($p = 0,001$). Mężczyźni muzycy wykazują wyższe kompetencje od mężczyzn niemuzyków w piątym pomiarze ($p = 0,007$), po dystraktorze ($p = 0,016$) oraz w badaniu trwałości śladu pamięciowego ($p = 0,017$). Niemuzycy mężczyźni rzadko stosują strategie zapamiętywania w porównaniu do kobiet niemuzyków (17% : 72%), przy czym różnice wynikające z płci pod tym względem w grupie muzyków są niewielkie (79% : 88%). Między kobietami muzykami a niemuzykami zaobserwowano różnice na korzyść muzyczek także w teście kompetencji składniowej ($p = 0,038$) oraz w teście Stroopa (czas II: $p = 0,035$). W grupie mężczyzn zaś muzycy osiągalili lepsze wyniki w badaniu prozodii emocjonalnej ($p = 0,009$) oraz teście Stroopa (czas I: $p = 0,012$, liczba błędów: $p = 0,049$).

WNIOSKI: Wykształcenie muzyczne wpływa na przetwarzanie słuchowe, także mowy, a muzycy prezentują inny model werbalnego przetwarzania niż niemuzycy. Może mieć on związek ze strategiami wykorzystywanymi podczas percepcji i analizy dzieła muzycznego. Umiejętności muzyczne u profesjonalistów nie korelują z wynikami rozdzielnościowego testu rozumienia mowy i nie wpływają na dominację półkulową dla rozumienia mowy, jednakże muzycy inaczej, bardziej efektywnie kierują uwagę słuchową niż niemuzycy. Model przetwarzania słuchowego prezentowany przez muzyków nie wpływa bezpośrednio na kompetencję semantyczną, ma jednak znaczenie w przypadku kompetencji składniowej, co prawdopodobnie wiąże się z wykorzystywaniem wspólnych zasobów neuronalnych w przetwarzaniu syntaktyki mowy i muzyki. Muzycy szybciej się uczą w modalności słuchowej dla mowy, zapamiętują więcej słów i dłużej utrzymują je w pamięci, częściej też stosują strategie zapamiętywania. Osoby kształcone muzycznie są również bardziej elastyczne poznawczo – sprawniej hamują reakcje niepożądane i szybciej przełączają się na inny sposób reagowania. Płeć ma znaczenie w badaniu lateralizacji słuchowej, nie ma znaczenia zaś w innych parametrach centralnego przetwarzania słuchowego. Kobiety są bardziej wrażliwe na ładunek emocjonalny w wypowiedziach, częściej stosują strategie w zadaniach językowych, dłużej utrzymują uwagę na zadaniu, więcej i dłużej magazynują materiał werbalny w pamięci operacyjnej. Wykształcenie muzyczne ma znaczenie dla rozkładu danych w zależności od płci.

Abstract

INTRODUCTION: Music and language are the competencies developed by man through evolution. Their relationships and conditions are of interest to researchers for many years. The modern development of neuroimaging tools allows observation of brain processes while performing linguistic or musical tasks. Language and music as acoustic and phonological phenomena with a sequential structure and syntax and semantics specific to each of them, use shared or separate neural resources, and interact. Their interactions are still an area of scientific research and represents problems waiting to be solved. Mental linguistics and cognitive musicology, concepts integrating various linguistic and musicological directions, assume that the acquisition of language or music skills occurs not only as a result of cognitive processes, but also in a socio-cultural context. The influence of musical education on cognitive processes and regulating emotions is proven in many experiments. Researchers still try to assess how musical education determines linguistic competence in structural and functional terms.

OBJECTIVES: The aim of the study was to assess the impact of music education on the model of auditory speech processing and linguistic competence, especially semantics and syntax. The choice of strategies for solving language tasks in musicians and musicians as well as verbal memory and sensitivity to emotional prosody were also assessed. As well as determining whether gender matters in auditory processing, lateralization and language competence.

MATERIAL AND METHODS: The study included 80 healthy adults aged 25–60. The research group consisted of musicians – active instrumentalists learning music since childhood. The study of central auditory processing was performed on 39 musicians, women ($n = 20$), and men ($n = 19$). The control group ($n = 40$) consisted of non-musicians who had not learned to play an instrument in their lifetime and had not taken singing lessons, women ($n = 20$), and men ($n = 20$). The study of language competence was conducted in 41 musicians: women ($n = 21$), and men ($n = 20$), and 41 non-musicians: women ($n = 20$), and men ($n = 21$). Experimental, non-invasive methods of data acquisition were used: tools for central auditory processing, as well as tests to assess syntactic competence, semantic fluency, learning process, verbal memory, and emotional prosody.

RESULTS: In the study of central auditory processing, significant differences between the research group and the control group were observed in the following tests: Simple Reaction Time Test ($p = 0.012$) in favor of non-musicians, Consonant-Vowel-Consonant

in the conditions of attention directed to the right ear ($p < 0.001$), and left ($p < 0.001$), Frequency Pattern Test ($p < 0.001$), and Difference Limen for Frequency ($p < 0.001$) in favor of musicians. The results of the Consonant-Vowel-Consonant Test indicate that women more often than men recognize a sound stimulus in the left ear, while men are more likely to be binaural. This relation is statistically significant ($p = 0.026$). Female musicians perform much better in the following tests: SRT ($p = 0.014$), CVC in conditions of attention directed to the right ear ($p = 0.004$), and left ear ($p = 0.002$), as well as in the FPT ($p < 0.001$), and DLF ($p < 0.001$) tests. Male musicians show an advantage over male non-musicians in the following tests: CVC in attention conditions directed to the right ear ($p = 0.002$), and left ear ($p = 0.002$), FPT ($p < 0.001$), and DLF ($p < 0.001$). The relation between gender and the type of dominant ear in the group of musicians is significant: $IW \chi^2 = 8.05$; $p = 0.02$. In women musicians, the dominant ear is the right ear, in men as well, but as many as 26.3% are binaural. There was no relation between the type of dominant ear and gender in the group of non-musicians.

In the study of language competences, significant differences between musicians and non-musicians were observed in the study of Auditory-Verbal Learning Test by Łuria (AVLT) – (third measurement: $p = 0.015$, fifth: $p = 0.033$, after the distractor: $p = 0.033$, memory capacity: $p = 0.028$ and durability of memory traces: $p = 0.048$). Musicians more often use strategies in the learning process in the auditory modality (83% : 47%). They also achieve better results in the syntactic competence test ($p = 0.034$), and in the Stroop test (time I: $p = 0.031$, time II: $p = 0.020$, errors: $p = 0.009$). In the study of Verbal Fluency (VF), in categories with a rarer frequency of occurrence (letter – A and categorical – sharp objects), musicians do significantly less repetitions ($p = 0.003$ and $p = 0.016$). The same applies to the difference between female musicians and female non-musicians in terms of the number of repetitions (letter – A: $p = 0.005$, categorical – plants: $p = 0.008$, and sharp objects – $p = 0.018$), and male musicians and non-musicians (letter A: $p = 0.013$).

Depending on the gender of the respondents: in the group of women and men in the study of AVLT women obtained better results in the second ($p = 0.024$), third ($p = 0.001$), and fourth ($p = 0.033$) measurement, after the distractor ($p = 0.003$), and in the memory trace ($p = 0.002$). They also use strategies more often than men (80% : 51%), and they make mistakes less often in the Stroop Test ($p = 0.037$). In the group of musicians, women achieve higher results only in the third measurement of AVLT ($p = 0.024$), while in the group of non-musicians, in the third ($p = 0.036$), in the fifth ($p = 0.024$) measurement, after the distractor ($p = 0.002$), and in the study of memory trace ($p = 0.001$).

Male musicians show higher competence than male non-musicians in the fifth measurement ($p = 0.007$), after the distractor ($p = 0.016$), and in the study of memory trace ($p = 0.017$). Non-musician men rarely use memorization strategies compared to non-musician women (17% : 72%), with small gender differences in this aspect in the group of musicians (79% : 88%). Differences in favor of female musicians were also observed between women musicians and non-musicians in the Syntax Competence Test ($p = 0.038$), and the Stroop Test (time II: $p = 0.035$). In the group of men, musicians achieved better results in the Emotional Prosody Test ($p = 0.009$), and the Stroop Test (time I: $p = 0.012$, errors: $p = 0.049$).

CONCLUSIONS: Music education affects auditory processing, including speech. Musicians present a different model of verbal processing than non-musicians. It may be related to the strategies used in perception and analysis of music. Musical education does not correlate with the results of the dichotic listening test and does not affect the hemispheric dominance for speech, but musicians direct verbal auditory attention in different way and more effectively than non-musicians. The model of auditory processing presented by musicians does not affect semantic but it is significant in syntactics competence, which is probably related to the use of common neural resources in the processing of speech and music syntax. Musicians learn faster in the speech modality, and remember more and longer. They use memory strategies more often and show better cognitive flexibility. Gender is important in the study of auditory lateralization, but not in other parameters of central auditory processing. Women are more sensitive to utterance intentions, use strategies more often in language tasks, maintain attention longer, and have a more efficient working memory. Musical education is important for the distribution of data by gender.

Spis treści

Wprowadzenie	12
1. Muzyka i język. Mechanizmy przetwarzania i ich biologiczne determinanty	16
1.1. Mobilny mózg	22
1.2. Słyszenie a słuchanie	29
1.3. Lateralizacja funkcji słuchowych	38
1.4. Pamięć i uwaga słuchowa	48
2. Kompetencja składniowa i fluencja semantyczna w perspektywie neuro- i psycholingwistycznej	60
2.1. Mechanizmy składniowe w świetle psycholingwistyki i muzykologii	60
2.2. Składnia zewnętrzna a składnia wewnętrzna	70
2.3. Kompetencja składniowa jako kategoria badawcza w eksperymentalnych badaniach lingwistycznych	72
2.4. Semantyka i jej determinanty w lingwistyce i muzykologii	77
2.5. Fluencja słowna jako kategoria badawcza w eksperymentalnych badaniach lingwistycznych	83
3. Metodologia badań własnych	87
3.1. Przedmiot i cel badań	88
3.1.1. Przedmiot badań właściwych	89
3.1.2. Cel badań właściwych	89
3.2. Problematyka i hipotezy badawcze	90
3.3. Metody, techniki i narzędzia badawcze	93
3.4. Teren badań i charakterystyka grup badanych	100
3.4.1. Teren i charakterystyka grup w badaniach właściwych	101
3.5. Przebieg i organizacja badań właściwych	101

4. Analiza wyników badań	103
4.1. Metodologia analiz statystycznych – narzędzia	103
4.2. Analiza różnic pomiędzy parametrami funkcji słuchowych w zależności od przynależności do grup badanych – muzycy vs niemuzycy	103
4.3. Analiza różnic pomiędzy parametrami funkcji słuchowych a płcią	108
4.4. Analiza różnic pomiędzy pomiarami krzywej uczenia Łurii a przynależnością do grup badanych – muzycy vs niemuzycy	118
4.5. Analiza różnic pomiędzy fluencją słowną a przynależnością do grupy badanych – muzycy vs niemuzycy	130
4.6. Analiza różnic pomiędzy fluencją słowną a płcią	132
4.7. Analiza różnic pomiędzy parametrami składni, prozodii emocjonalnej i testu Stroopa w zależności od przynależności do grup badanych – muzycy vs niemuzycy	140
4.8. Korelacje – analiza związków pomiędzy skalami parametrów funkcji słuchowych a wynikami krzywej uczenia Łurii	144
5. Dyskusja	147
5.1. Badanie wyższych funkcji słuchowych	148
5.2. Badanie kompetencji językowej	153
5.3. Ograniczenia i wnioski aplikacyjne	163
6. Wnioski	164
Aneks	167
Spis rycin i tabel	189
Ryciny	189
Tabele	192
Bibliografia i netografia	193
Pozycje książkowe, rozdziały w monografiach	193
Artykuły w czasopismach naukowych	203
Netografia	230

Wprowadzenie

Prezentowana praca powstała z pasji badawczej oraz zamiłowania do sztuki i medycyny. Rozwój narzędzi badawczych, możliwość wglądu w ludzki mózg, badanie procesów poznawczych, zgłębianie ludzkiego ciała i umysłu otworzyło przed naukowcami naszych czasów nieograniczone możliwości rozwoju oraz eksperymentalnego szukania odpowiedzi na nurtujące ich pytania, także o naturę języka i muzyki oraz ich wzajemnych związków i uwarunkowań.

Rozkwit badań nad tymi problemami przypada na początek XXI w., choć już w połowie XX w. stanowiły one dla naukowców interesujące zagadnienia zgłębiane szczególnie z perspektywy psychologii kognitywnej i neuropsychologii. Obecnie na świecie znajduje się wiele ośrodków, w których badacze (Steven Pinker, Aniruddh D. Patel, John Sloboda, Robert Zatorre, Isabelle Peretz, Stefan Elmer, Regine Kolinsky, Stefan Koelsch, Barbara Tillmann, Hervé Platel i inni) analizują wpływ muzyki na zmiany strukturalne mózgowia oraz funkcje poznawcze i emocje, a także rolę poszczególnych składowych muzyki w ludzkim postrzeganiu rzeczywistości oraz terapeutyczne właściwości muzyki. Na gruncie polskim dyskusję na ten temat podejmuje między innymi Piotr Podlipniak, analizując związki języka i muzyki z perspektywy muzykologii kognitywnej, czy Marta Wysocka w kontekście zastosowania muzyki w terapii logopedycznej lub Edward Gorzelańczyk badający rolę muzyki w leczeniu uzależnień.

Muzyka i język to zjawiska zarówno akustyczne, jak i fonologiczne. Oba mają złożoną sekwencyjną strukturę i specyficzną dla każdego z nich składnię. Zapożyczenia terminologiczne z dziedziny lingwistyki do opisu muzyki są powszechne i naturalnie skłaniają do myślenia o niej jako o szczególnego rodzaju języku, czyli formie komunikacji.

Materia badań nad związkami muzyki i języka jest dość złożona, dlatego trudno traktować ją z jednej tylko perspektywy. Rozwiązaniem jest naświetlanie problemu z tej czy innej strony. Na gruncie nauki polskiej niewiele publikacji poświęcono zagadnieniom muzyki i języka z perspektywy językoznawczej oraz badaniom prowadzonym z udziałem osób posługujących się językiem polskim. Te, które odnajdziemy w polskiej literaturze naukowej, zwłaszcza w nurcie socjolingwistyki, dotyczą szczególnie aspektów społecznych uprawiania muzyki i zawierają analizę wypowiedzi przedstawicieli różnych stylów muzycznych, czyli socjolektów (por. Dąbkowski, 2010; Wójciuk, 2017).

Prezentowane w tej pracy badania eksperymentalne oraz dociekania w nurcie lingwistyki mentalnej, stanowią skromny wkład w badania dyscypliny, jaką jest języko-

znawstwo. Lingwistyka mentalna, pojęcie integrujące współczesne kierunki myśli językoznawczej, zakłada, że nabywanie języka następuje w kontekście zarówno kognitywnym, jak i społeczno-kulturowym, w kontakcie z danymi językowymi. Uwarunkowane jest ono mózgowymi mechanizmami zdolności językowej, a potrzeba ich dogłębnego zbadania nie tylko w zaburzeniach, ale także w sytuacjach normatywnego użycia języka, czym zajęto się szczególnie w niniejszej rozprawie. Przyjęto za Jolantą Mazurkiewicz-Sokołowską kompleksowe spojrzenie na zagadnienie kompetencji językowej, które, by być opisane w pełni, wymaga wzięcia pod uwagę danych z różnych obszarów wiedzy, a zwłaszcza tej o budowie i funkcjonowaniu umysłu w aspekcie zarówno strukturalnym, jak i proceduralnym (por. Mazurkiewicz-Sokołowska, 2010, s. 6).

Niniejsza dysertacja dotyczy percepcji słuchowej mowy oraz analizy zachowań językowych u muzyków i niemuzyków. Celem tej pracy stało się badanie wpływu wykształcenia muzycznego na percepcję słuchową oraz kompetencję językową rozumianą za Pawłem Mecnerem, Jolantą Mazurkiewicz-Sokołowską i Mirosławem Michalikiem jako podświadomy mechanizm porządkowania elementów językowych, uruchamiający działanie gramatyki języka i warunkujący nabywanie systemu składniowego, oraz na sprawność leksykalno-semantyczną, procesy poznawcze i mózgowie przetwarzanie mowy. Dociekania na tle psycho- i neurolingwistycznych teorii językowych opierają się na najnowszych doniesieniach naukowych i koncepcji architektonicznie zorganizowanych i wzajemnie oddziałujących sieci neuronalnych. Ponieważ rozprawa ma charakter eksperymentalny, w metodologii wykorzystuje się instrumentarium różnych dyscyplin naukowych, takich jak lingwistyka i jej subdyscypliny – neurolingwistyka, psycholingwistyka – a także neuropsychologia, audiologia oraz muzykologia kognitywna, co nadaje jej charakter multidyscyplinarny.

W pierwszym rozdziale dokonuje się przeglądu literatury oraz przedstawia teoretyczne i praktyczne aspekty odbioru i tworzenia muzyki oraz produkcji i rozumienia mowy. Omówione zostają także korelaty muzyki i języka, różnice i podobieństwa w ich strukturze i opisie, a także procesy mózgowie, jakie leżą u podstaw ich przetwarzania. Jako środki komunikacji oba wymagają złożonych procesów poznawczych zaangażowanych w ich dekodowanie i produkcję, czerpiąc z niezależnych lub wspólnych zasobów neuronalnych w zależności od konkretnego zadania oraz celu, jakiemu służą. Skupiono się także na szczegółowym zaprezentowaniu drogi słuchowej i przetwarzania słuchowego, lateralizacji i uwagi słuchowej oraz procesów pamięci, zwłaszcza pamięci werbalnej, które wpływają na sprawne posługiwanie się językiem. Zagadnienia te są fundamental-

ne dla prezentowanej dysertacji i stanowiły podwalinę eksperymentów zaprezentowanych w dalszej części pracy.

W rozdziale drugim omawia się problematykę składni i fluencji słownej, które to zagadnienia są lingwistyczną podstawą prezentowanej dysertacji. Przedstawia się je w perspektywie neuro- i psycholingwistycznej.

Zarówno testy fluencji słownej, jak i narzędzia do badania kompetencji składniowej posiadają duży potencjał diagnostyczny często wykorzystywany w diagnozie logopedycznej, neurologicznej czy neuropsychologicznej do analizy dyskursu zaburzonego. Coraz częściej stosuje się je także w ocenie funkcji wykonawczych oraz kompetencji językowej osób zdrowych (Amunts i in., 2021; Magnusdottir i in., 2021; Dassanayake i in., 2021; García Herranz i in., 2022).

Funkcje wykonawcze obejmują procesy poznawcze, które umożliwiają zachowanie jednostki ukierunkowane na cel. Dotyczy to zarówno procesów poznawczych niższego, jak i wyższego rzędu. Do pierwszych zaliczamy pamięć roboczą, hamowanie i elastyczność poznawczą, które stanowią elementy składowe procesów wyższego rzędu, takich jak planowanie, rozumowanie i rozwiązywanie problemów (por. Amunts i in., 2021).

Oprócz fundamentalnych badań nad fluencją słowną i składnią w ocenie kompetencji językowej badanych wykorzystuje się wspomagające eksperymenty audytywne w zakresie prozodii emocjonalnej, pamięci werbalnej oraz umiejętności hamowania i selekcji bodźców słownych, a także przerzutności uwagi słuchowej jako elementy funkcji poznawczych związanych z przetwarzaniem mowy. Dopełniają one obraz kompetencji językowej i umiejętności analizy materiału werbalnego u muzyków i niemuzyków.

W rozdziale trzecim przedstawia się metodologię badań własnych, problematykę, cele, hipotezy oraz pytania badawcze, na które autorka stara się odpowiedzieć w dalszej części pracy. Prezentuje w nim także techniki i narzędzia badawcze, charakteryzuje teren badań oraz grupy badanych. Referuje też przebieg i opisuje organizację badań właściwych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że oprócz badań prowadzonych w grupach podstawowych – muzyków i niemuzyków – analiz dokonuje się również w zależności od płci, co daje interesujący, dopełniający obraz studiowanych zagadnień. Zastosowane eksperymenty są badaniami poprzecznymi, zabrane dane zaś analizuje się szczególnie ilościowo, ale i jakościowo.

Kolejny, czwarty zredagowany przez autorkę rozdział zawiera statystyczną analizę danych uzyskanych w następstwie eksperymentów, wyjaśnienie procesów badawczych, wstępne omówienie uzyskanych wyników oraz graficzne przedstawienia rezultatów.

Rozdział *Dyskusja* stanowi krytyczne, inspirowane falsyfikacjonizmem omówie-

nie prowadzonych eksperymentów oraz uzyskanych wyników w perspektywie najnowszych doniesień naukowych. Zawarto w nim także wnioski aplikacyjne oraz omówiono mocne i słabe strony prowadzonych badań, jak również nakreślono dalszą perspektywę badawczą.

Rozdział szósty odnosi się do hipotez i pytań badawczych stawianych w rozdziale *Metodologia badań własnych*. Autorka w punktach przedstawia wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych eksperymentów i wyników badań.

Do dysertacji dołączono także bibliografię z netografią, aneks zawierający tłumaczenie cytowanych w pracy schematów i ilustracji, spis rycin i tabel oraz abstrakt w języku angielskim.

1. Muzyka i język.

Mechanizmy przetwarzania i ich biologiczne determinanty

W ostatnich ponad 20 już latach nastąpił gwałtowny rozwój badań nad związkami muzyki i mózgu (A.D. Patel, S. Koelsch, I. Peretz, H. Platel, S. Pinker, S. Elmer i inni). Przyczyniło się to do stawiania licznych pytań o źródła muzyki i jej reprezentację w umyśle. Niektórzy badacze uznają, że wiedza na temat wytwarzania i percepcji muzyki pozwala zaliczyć ją do funkcji poznawczych o charakterze adaptacyjnym. Wspólne cechy muzyki i języka zaś mogą świadczyć o tożsamym ewolucyjnym pochodzeniu obu zjawisk (por. Wallin i in., 2000; Dunbar, 2003; Trehub, 2003; Gorzelańczyk i Podlipniak, 2006; Podlipniak, 2013). W latach 80. XX w. Jerry A. Fodor wysnuł hipotezę modułowej konstrukcji umysłu (Fodor, 1983), zgodnie z którą przetwarzanie informacji następuje w wyspecjalizowanych modułach. Zakładając adaptacyjny charakter muzyki, niektórzy ze współczesnych badaczy uważają, że jej przetwarzanie dokonuje się właśnie w owych modułach powstałych w wyniku doboru naturalnego (Peretz i Morais, 1989; Peretz i Coltheart, 2003). Inni stoją na stanowisku, że muzyka stanowi niejako efekt uboczny funkcji poznawczych, m.in. języka, i służy wyłącznie doznaniom estetycznym. Zniknięcie jej z powierzchni ziemi nie wywołałoby żadnej rewolucji, a życie człowieka w innych aspektach nie uległoby zmianom (Pinker, 2002). A.D. Patel (2014) stara się łączyć owe stanowiska i proponuje spojrzenie na pochodzenie i uniwersalność muzyki z innej jeszcze perspektywy, jako na wytwór człowieka przemieniający jego życie. Muzyka dla A.D. Patela jest transformacyjną technologią¹, u której podstaw leżą istniejące układy mózgowie i która przekształca doświadczenie świata (por. Patel, 2014), a mechanizmy przetwarzania muzyki pełnią funkcję dodatkową w stosunku do zdolności poznawczych, jakimi są na przykład język, lokalizacja i analiza dźwięku czy zmysł przestrzenny. Według A.D. Patela, jeżeli ze względu na charakter adaptacyjny języka pojawił się u ludzi zespół połączeń nerwowych odpowiedzialny za synchronizację rytmiczną w procesie nabywania mowy, to jeden z podstawowych warunków przetwarzania muzyki, czyli synchronizacja z rytmem, choć ma niejęzykowy charakter, zawdzięcza swoje istnienie językowi (Patel, 2014, s. 314).

¹ Więcej o transformacyjności muzyki wg Patela w: Patel A.D. (2008), *Music, Language, and The Brain*. Oxford University Press, New York.

Muzyka i język stanowią bez wątpienia ludzkie uniwersalia, a zdolność ich generowania wyróżnia człowieka spośród innych gatunków. U podstaw przetwarzania obu zjawisk leży analiza i interpretacja złożonych sekwencji w czasie. Oba postrzegane są jako systemy fonologiczne wykorzystywane w celach komunikacyjnych (por. Podlipniak, 2014). Niezależnie od teorii pochodzenia muzyki jej związek z językiem wydaje się niezaprzeczalny. Należy jednak postawić pytanie, jak ścisły jest to związek i jak się przejawia?

Analogia strukturalna muzyki i języka jest szczególnie wyraźna. Oba media charakteryzują się obecnością dyskretnych elementów (słowa, akordy), które można łączyć zgodnie z określonymi regułami, tworząc zorganizowane struktury (zdania, melodie) kodowane w liniowych, zależnych od czasu sygnałach (por. Chiang i in., 2018).

Język naturalny opiera się na trzech systemach: fonetycznym, syntaktycznym (gramatycznym) i semantycznym. W muzyce odnajduje się cechy podobne do tych charakterystycznych dla języka, dlatego w badaniach muzykologicznych wyróżnia się te same komponenty. Organizacja muzyki na poziomie segmentalnym przypomina organizację fonologiczną języka naturalnego – zbudowana jest z elementów, które podobnie jak fonemy stanowią odrębne kategorie poznawcze. O cechach segmentalnych systemu fonologicznego muzyki świadczy tworzenie w umysłach słuchaczy kategorii tonalnych, podobnie jak w przypadku języka. To co odróżnia jednak oba media, to kwestia percepcji wysokości dźwięku w dyskryminacji podstawowych jednostek systemu muzycznego, jakimi są interwały muzyczne (por. Rakowski, 2002; Podlipniak, 2014). Obszarem zainteresowań badawczych współczesnych muzykologów są nie tylko podobieństwo strukturalne języka i muzyki, rozwój zdolności i nabywanie umiejętności muzycznych i językowych, ale także sposoby przetwarzania muzyki i języka oraz ich biologiczne determinanty.

Muzyka towarzyszy człowiekowi od zarania dziejów i prawdopodobnie będzie towarzyszyć mu do ich końca. Pozostawiając na uboczu rozważania teoretyczne na temat jej pochodzenia oraz podobieństw strukturalnych muzyki i języka, należy zwrócić się ku temu, co istotne dla niniejszej pracy, czyli ku empirii.

W oparciu o badania eksperymentalne (obrazowe, np. fMRI – funkcjonalne obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego – i rejestracyjne, np. EEG – elektroencefalografia) badacze sugerują, że część wyspecjalizowanych mechanizmów poznawczych biorących udział w przetwarzaniu bodźców muzycznych może być wyko-

rzystywana zarówno podczas przetwarzania muzyki, jak i mowy (Gorzelańczyk, 1999, 2003; Patel, 2014; Koelsch, 2005; Elmer, 2013)².

Uznaje się, że specyficzne dla muzyki operacje poznawcze to przetwarzanie wysokościowych interwałów muzycznych oraz relacji tonalnych (Peretz i Coltheart, 2003; Patel, 2008; Podlipniak, 2014). Obserwacje osób z nabytymi uszkodzeniami układu nerwowego oraz z tzw. wrodzoną amuzją (Ayotte i in., 2002) potwierdzają tę tezę. U części osób z zaburzeniami przetwarzania muzyki inne funkcje poznawcze nie były zaburzone. Badania, które dotyczyły uszkodzenia lewej półkuli mózgu, wskazują, iż mimo to zachowane zostały zdolności odróżniania wysokości i reprodukcji wysokości oraz umiejętności będące efektem głęboko utrwalonych i zautomatyzowanych struktur, np. skale molowe i durowe czy podstawowe progresje melodyczne, a zatem zdolności prawopółkulowe, podczas gdy nastąpił zanik rozpoznawania i identyfikowania złożonych struktur muzycznych – specjalizacja lewopółkulowa (Marin, 1999). W badaniach z użyciem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) i zadań polegających na słuchaniu biernym przez muzyków wykazano zwiększoną aktywację w obszarach odpowiedzialnych za czasową integrację bodźca dźwiękowego, w tym za przetwarzanie informacji o wysokości dźwięku (Ohnishi, 2001; Seung i in., 2005; Bangert i in., 2006; Limb i in., 2006; Habermeyer i in., 2009; Bianchi i in., 2017).

² W badaniu mózgowia współcześnie wykorzystuje się głównie tomografię komputerową (CT – *computer assisted tomography*) oraz nuklearny rezonans magnetyczny (NMR – *nuclear magnetic resonance*); pozwalają one oceniać strukturę poszczególnych warstw tkanki mózgowej; komputerowa tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT – *scan, single photon emission computerized tomography*), a także tomografia pozytronowa emisyjna (PET – *scan, positron emission tomography*) dostarczają m.in. danych o metabolizmie tkanki mózgowej. Z kolei rzadziej wykorzystywana czynnościowa tomografia rezonansu magnetycznego (fMRI – *functional Magnetic Resonance Imaging*) umożliwia rejestrację zachodzących w czasie zmian biochemicznych i fizjologicznych (Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 61–62; Michalik, 2011, s. 79–80). Z wymienionych sposobów badania mózgowia przede wszystkim PET i fMRI są stosowane w eksperymentalnych badaniach lingwistycznych. Zasada tych dwóch metod badań oparta jest na istnieniu zależności między aktywnością neuronu i miejscowym przepływem krwi. W związku z tym, interpretując wyniki uzyskanych badań, pamiętać należy o fakcie, iż przepływ krwi wzrasta wraz ze wzrostem aktywności neuronów (Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 62; Michalik, 2011, s. 79–80). Inną wielce obiecującą, tanią, choć raczej nieznaną metodą „podglądania” pracy mózgu, również w aspekcie lateralizacyjnym jest przezczaszkowa stymulacja magnetyczna (TMS – *Transcranial Magnetic Stimulation*), która została rozpowszechniona w połowie lat dziewięćdziesiątych XX w. Metoda polega na wykorzystaniu impulsów silnego pola magnetycznego do stymulacji różnych okolic kory mózgowej człowieka. Początkowo TMS wykorzystywane było jako narzędzie diagnostyki neurologicznej do badania przewodnictwa w drogach ruchowych. Nieco później podjęte zostały badania nad wykorzystaniem TMS w terapii niektórych zaburzeń neurologicznych czy psychicznych (Zyss, 2013).

Rozróżnienie cech dystynktywnych materiału wysokościowego muzyki zależy od funkcji poznawczych, dzięki którym możliwa jest kategoryzacja, która w przypadku percepcji wysokości muzycznej polega na przypisaniu dźwięków z pewnego zakresu częstotliwości do ustalonej kulturowo kategorii (por. Rakowski, 2002). Zdolność kategoryzowania nie wystarczy do rozróżnienia subtelnych kategorii wysokościowych systemu muzycznego. Inną ważną cechą stanowi tzw. wrodzony zmysł liczby – własność związana z funkcjonowaniem takich receptorów, jak wzrok i słuch, umożliwiającą postrzeganie ilościowe (Dębiec, 2002). Również ona nie jest wystarczająca. Podczas przetwarzania organizacji dzieła muzycznego bierze udział także szereg zdolności odpowiedzialnych za subiektywne postrzeganie czasu, a także kategoryzację i segregację czasową zjawisk, co sugeruje, że także w przetwarzaniu czasowym zjawisk muzycznych zaangażowane są wyspecjalizowane mechanizmy poznawcze.

Konstrukcja zdecydowanej większości utworów muzycznych polega na organizacji dwóch zasadniczych cech fizycznych przebiegów dźwiękowych: częstotliwości dźwięków i ich porządku czasowego. Częstotliwość odbierana jest jako wrażenie wysokości dźwięku (Moor, 1999) i stanowi podstawę konstrukcyjną tzw. systemu wysokościowego (ang. *tuning system*) muzyki (Snyder, 2001), czyli abstrakcyjnego zbioru wszystkich stosowanych przez daną kulturę muzyczną interwałów muzycznych o charakterystycznych dla danej kultury i przez nią ustalonych rozmiarach. Interwały te stanowią odległość pomiędzy dyskretnymi kategoriami wysokości dźwięku (Sloboda, 2002). Wydzielanie dyskretnych kategorii wysokościowych to podstawowa umiejętność człowieka podczas percepcji muzyki. Uporządkowany wybór spośród interwałów tworzy zaś skalę muzyczną.

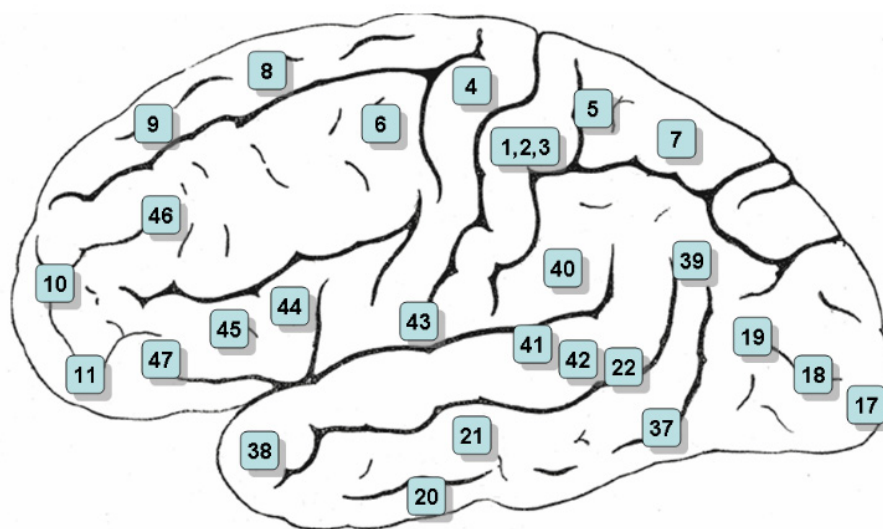
Organizacja dźwięku w muzyce opiera się ponadto na tzw. tonalności. Tonalność, powszechne zjawisko muzyczne, to sposób użycia skali polegający na nadaniu różnej wagi poszczególnym stopniom danej skali (Snyder, 2001). Ma zatem znaczenie w ustalaniu zasady hierarchii dźwięków w zależności od ich wysokości (Sloboda, 2002).

Charakterystyczny dla muzyki jest także specyficzny porządek czasowy zwany rytmem. Warunkiem koniecznym wystąpienia rytmu muzycznego jest spostrzeżenie porządku czasowego co najmniej dwóch następujących po sobie dźwięków (Snyder, 2001). Rytm występuje w każdym przebiegu muzycznym, a w niektórych przypadkach stanowi ich jedyny czynnik organizujący (Pinker, 2002). Do niezależnych własności rytmu należą takie zjawiska, jak: puls muzyczny oraz organizacja rytmiczna i metryczna (Snyder, 2001).

Puls to seria identycznych i regularnie powtarzających się (izochronicznych) miar w równych odstępach czasu, stanowiących podstawę większości przebiegów muzycznych. Ponieważ miary pulsu to zjawisko umysłowe, nie muszą odnosić się do rzeczywistych zdarzeń akustycznych. Zjawisko pulsu znane jest we wszystkich kulturach muzycznych (Nettl, 2000) i ułatwia synchronizację dźwiękowo-ruchową. Natomiast organizacja rytmiczna porządkuje dźwięki w grupy o określonych odstępach czasowych między poszczególnymi zdarzeniami akustycznymi i wyróżnia niektóre z nich za pomocą akcentów rytmicznych. Organizacja metryczna zaś porządkuje za pomocą akcentów muzycznych miary pulsu w cyklicznie powtarzane wzorce (Snyder, 2001).

Własnościami wspólnymi dla muzyki i mowy, wynikającymi z przetwarzania bodźców słuchowych, są kontur (melodia opadająca lub wznosząca) oraz organizacja rytmiczna i metryczna. Specyficzne dla muzyki są zaś tonalność i dyskretne kategorie wysokościowe. Parametry wynikające z przetwarzania bodźców dźwiękowych, czyli barwa dźwięku, głośność i tempo, mimo że obecne w organizacji materiału muzycznego, nie są konieczne, by dane zjawisko akustyczne uznać za zjawisko muzyczne (Peretz i Coltheart, 2003) lub językowe.

Klasyczne ujęcie lokalizacji procesów językowych w mózgu (por. np. Kaczmarek, 1995) z podziałem na obszar Broki (tylna część zakrętu czołowego dolnego, pole Brodmanna 44 i 45) – odpowiedzialny za motoryczne aspekty mowy – i obszar Wernickiego (tylna część zakrętu skroniowego górnego, pole Brodmanna 22) – zarządzający procesami rozpoznawania głosek, wyrazów i zdań jest powszechnie znane, a wiedza na ich temat łatwo dostępna. Nie poświęcimy mu zatem miejsca w niniejszej pracy, skupiając się na nowoczesnych koncepcjach przetwarzania języka i interesujących z punktu widzenia prowadzonych eksperymentów kwestiach procesowania w mózgu syntaktyki i semantyki (szerzej omówione w kolejnym rozdziale) oraz wspólnych obszarów przetwarzania języka i muzyki.



Ryc. 1.1. Podział kory mózgowej wg Brodmanna, tzw. pola Brodmanna, rysował Henry Vandyke Carter, za: Gray, H. (1918). *Anatomy of the Human Body*. Bartleby.com: Gray's Anatomy, Plansza 726. Pobrane z: https://pl.wikipedia.org/wiki/Pola_Brodmanna (6.05.2021)

Uważa się, że istnieje część mózgowia odpowiedzialna za przetwarzanie zarówno konturu melodycznego w muzyce, jak i prozodycznego w mowie (Patel, 2003; Koelsch i Siebel, 2005; Onishi, 2001). Obszary przetwarzające organizację rytmiczną i metryczną biorą także udział w analizie bodźców językowych (Peretz i Coltheart, 2003). Badacze sugerują także, że podczas przetwarzania zjawisk muzycznych aktywują się rejony zaangażowane w przetwarzanie syntaktyki (Patel, 1998; Maess i in., 2001; Patel, 2003; Koelsch, 2005; Oechslin i in., 2018, Chiang, 2018) i semantyki języka (Koelsch i in., 2004; Koelsch, 2005).

Badania prowadzone w ostatnich kilkudziesięciu latach zaowocowały zdobyciem szerszej wiedzy na temat możliwości ludzkiego mózgu. Stało się to możliwe wraz z pojawieniem się nowych narzędzi badawczych – obrazowanie mózgu, techniki stosowane w biologii molekularnej – dzięki którym zaczęto śledzić zmiany przebiegające na różnych poziomach: zachowanie, anatomia i fizjologia, zmiany na poziomie komórkowym. W dzisiejszych czasach, w wyniku prowadzonych badań, odchodzi się od koncepcji modułowej budowy umysłu na rzecz modelu aktywnej sieci neuronalnej³. W środowisku neurobiologów (m.in. Patel, por. Patel, 2008) i muzykologów kognitywnych postawiono hipotezę wspólnych zasobów integracji sensorycznej (ang. *shared syntactic integration resource hypothesis*), która miałaby tłumaczyć aktywność tych samych obszarów mózgowia w przetwarzaniu zjawisk muzycznych i językowych (Patel, 2008). Jeden z nich

³ Szerzej na ten temat w podrozdziale *Lateralizacja funkcji słuchowych*.

odpowiadałby za przetwarzanie bodźców i tworzenie systemów generatywnych, dwa pozostałe, niezależne, odpowiedzialne by były za reprezentacje mentalne muzyki i języka (za: Podlipniak, 2014, s. 311).

1.1. Mobilny mózg

U podstaw proponowanych w niniejszej pracy badań leży zdolność ludzkiego mózgu do zmian neuronalnych, ciągłej przebudowy w wyniku uczenia się i doświadczeń. Procesy te obejmują m.in. dynamiczną zmianę połączeń nerwowych, kształt i wielkość komórki nerwowej, mielinizację, siłę połączeń neuronalnych i neurogenezę, u dorosłych ograniczoną do opuszki węchowej i hipokampu (Tardif i in., 2016). Zdolność przebudowy struktur mózgowych pod wpływem doświadczenia i nauki zwana jest neuroplastycznością (gr. *plaistikos* – tworzenie), polega na torowaniu lub hamowaniu przewodnictwa w synapsach, a także na zmianach strukturalnych aksonów, synaps i dendrytów w wyniku powtarzalnego stymulowania receptorów (Pachalska, Kaczmarek i Kroptov, 2014). Neuroplastyczność oznacza zatem właściwość neuronów do trwałej przebudowy w wyniku uczenia się. Zmiany zachodzą zarówno na poziomie neuronów, jak i synaps. Badacze uważają, że to synapsa – miejsce połączenia między neuronami i punkt wymiany informacji – jest miejscem, gdzie powstaje i zanika plastyczność mózgu (Kossut, 2014).

We współczesnej neurobiologii stosuje się szeroką definicję neuroplastyczności, która obejmuje utrwalone zmiany własności komórek nerwowych pod wpływem bodźców środowiskowych lub uszkodzenia układu nerwowego. Stanowi ona jego własność i odpowiada za zdolności adaptacyjne, zmienność, zdolności naprawcze oraz uczenie się i pamięć (por. Pachalska, 2014, s. 69). Dotyczy to wszystkich neuronów i dzieje się na wszystkich piętrach układu nerwowego (por. Kossut, 2010). Owa zdolność umożliwia tworzenie się nowych połączeń nerwowych oraz poprawę transmisji sygnałów wejściowych (Spitzer, 2008), a w konsekwencji usprawnianie pamięci i uczenie się.

(...) w wyniku uczenia się dochodzi do plastycznego wzmocnienia synaptycznych połączeń, które im są silniejsze i bardziej rozgałęzione, tym efektywność tego procesu nabywania nowej wiedzy i umiejętności jest większa. Mózg dopasowuje się do warunków i okoliczności przez całe nasze życie, tzn. że nasze doświadczenia decydują o zmianach zachodzących w naszym mózgu, a to dostosowanie nazywamy neuroplastycznością (Skibska, 2015, s. 82).

Małgorzata Kossut (2010, s. 290) wyróżnia:

- plastyczność rozwojową – dotyczy młodego organizmu i oznacza dostosowanie się do środowiska w wyniku interakcji (np. nauka chodzenia, nabywanie języka);
- plastyczność pouszkodzeniową, tzw. kompensacyjną – odpowiada za przejęcie czynności lub funkcji utraconych w wyniku uszkodzenia lub ubytku tkanki nerwowej (np. odbudowa kompetencji językowej po incydencie udarowym);
- plastyczność wywołaną wzmożonym doświadczeniem czuciowym lub ruchowym – dotyczy czynności lub doświadczeń powielanych; szlaki neuronalne wzmacniane przez ciągłe powtarzanie;
- plastyczność związaną z uczeniem się i pamięcią – nowe połączenia tworzą się poprzez powtarzanie czynności i utrwalanie jej w pamięci;
- plastyczność związaną z uzależnieniem – w związku z pobudzeniem w układzie nagrody (dopaminergiczny) następuje utrwalenie zachowania oraz uzależnienie od neuroprzekaźnika, który powoduje wzmocnienie połączeń synaptycznych;
- plastyczność patologiczną – związana na przykład z epileptogenezą⁴ lub bólem neuropatycznym (por. także Panasiuk, 2014, s. 57–58).

Wszystkie te rodzaje plastyczności charakteryzuje zmiana siły połączeń międzyneuronalnych, czyli synaptycznych.

Maria Pąchalska (2007, 2014) z kolei proponuje podział na trzy główne rodzaje plastyczności:

- neuroanatomiczną – szybkie zmiany aktywności neuronalnej lub zmiany strukturalne;
- funkcjonalną – reorganizacja sieci neuronalnej na skutek uszkodzenia mózgu;
- behawioralną – jako reakcja na sytuację.

Wzorce połączeń sieci neuronowych, które wywołują myśli (a tym samym zachowania) sprzyjające dobremu samopoczuciu organizmu, są trwale kodowane, a te bez-

⁴ Epileptogeneza – szereg zmian i procesów, które zachodzą w neuronach oraz sieciach neuronalnych, powstałych na skutek działania czynnika uszkodzającego neurony. Poprzez okres latentny, prowadzą do zmian w funkcji neuronów i do wystąpienia klinicznych napadów padaczkowych i rozwoju padaczki. Zmiany epileptogenne zachodzące w neuronach nie kończą się z chwilą pierwszego napadu i rozwoju padaczki, lecz postępują, przyczyniając się do pogłębiania i utrwalania zmian w funkcjonowaniu neuronów, sieci neuronalnych i całego mózgu. Warszawska Akademia Pediatrii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Pobrane z: sknnd.wum.edu.pl (19.04.2021).

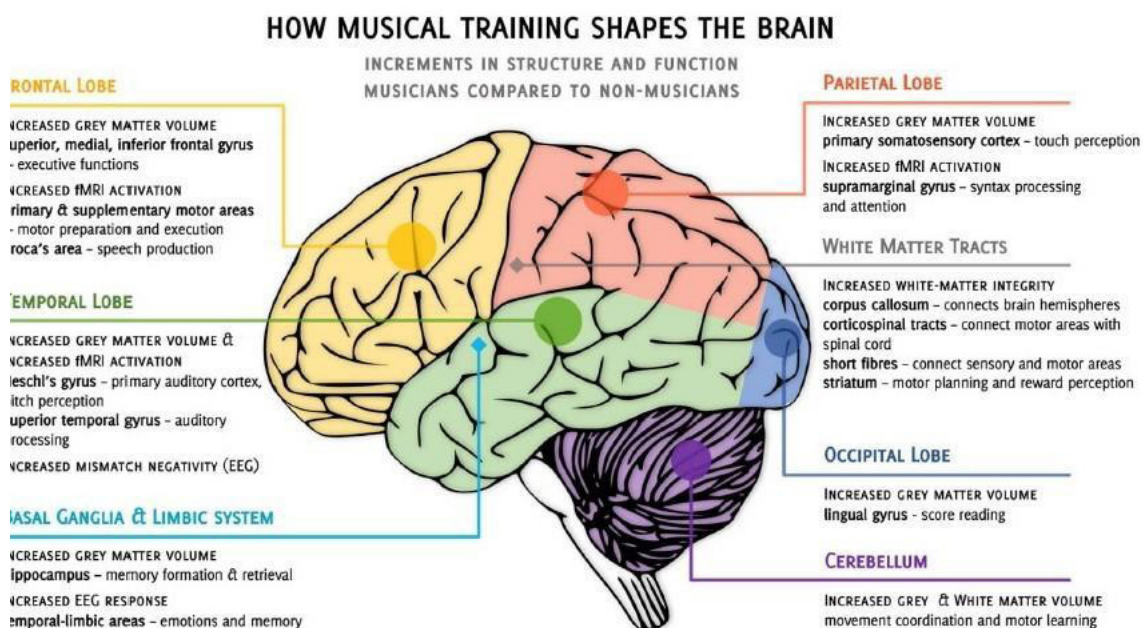
użyteczne zanikają (Pachalska, Kaczmarek, Kropotov, 2014)⁵.

Kształcenie i wykonawstwo muzyczne to bez wątpienia złożony proces wymagający integracji wielu modalności, funkcji poznawczych oraz czynności wyższego rzędu, związanych z przetwarzaniem mózgowym, zwłaszcza z kontrolą motoryczną i przetwarzaniem słuchowym.

Według A.D. Patela (2008) istnieje coraz więcej dowodów, że gra na instrumencie muzycznym powoduje zmiany struktury mózgu w obwodach korowych odpowiedzialnych za odbieranie i przetwarzanie bodźców dźwiękowych, szlakach neuronalnych łączących półkule mózgowe oraz w istocie szarej, powodując zmianę jej gęstości w niektórych obszarach. Alicja M. Olszewska i współpracownicy (2021) dokonali przeglądu najnowszych publikacji dotyczących eksperymentalnych badań z użyciem metod neuroobrazowania, w których uwzględniano muzyków i niemuzyków. Zwiększoną objętość istoty szarej w korze słuchowej oraz w płacie czołowym odpowiedzialnym za funkcje wykonawcze oraz przetwarzanie sekwencji muzycznych odkryli w swoich badaniach między innymi Patrick Bermudez (2009), Mathilde Groussard (2014) Clara E. James (2014) i Kanako Sato (2015). Muzycy mają także większą objętość istoty szarej w hipokampie, co wiąże się z procesami pamięciowymi (Bermudez i in., 2009; Elmer i in., 2013; Groussard i in., 2014; James i in., 2014; Sato i in., 2015) a także w obszarze językowym i korze wzrokowej, które odpowiadają za czytanie (Bermudez i in., 2009; Sato i in., 2015; Vaquero i in., 2016). Zwiększona grubość istoty szarej w korze somatomotorycznej (Bermudez i in., 2009; Elmer i in., 2013; Karpati i in., 2017) wiąże się zapewne z użyciem instrumentu, a zmiany w istocie białej w ciele modzełowym oraz w mózdzku i prążkowie sugerują lepszą koordynację procesów i integrację między-półkulową (Schmithorst i Wilke, 2002; Steele i in., 2013; Schlaffke i in., 2020; Abdul-Kareem, 2011).

⁵ Na marginesie warto wspomnieć o neuroplastyce uszkodzonego ośrodkowego układu nerwowego, szczególnie mózgu. Procesy kompensacyjne w takim mózgu mogą doprowadzić do powstania trzech rodzajów zmian: (1) Pogłębiania się zaburzeń i chaosu systemu w kierunku zagrożenia jego przeżycia; (2) Ponownej reintegracji struktury i funkcji w mózgu w kierunku przystosowania się do nowych warunków wewnętrznych; (3) Przekształceń behawioralnych trwałych i dynamicznych, tworzących obraz funkcjonowania pacjenta z uszkodzeniem mózgu (Herzyk, 2005; Panasiuk, 2014). Efekty neuroplastyki w uszkodzonym mózgu zależą od czynników klinicznych, ale też od wieku, poziomu rozwoju intelektualnego oraz wykształcenia chorego. U dzieci procesy naprawcze mózgu są najszybsze i największe. U osób inteligentnych, wykształconych istnieje tzw. rezerwa poznawcza mózgu, która może mieć pozytywny wpływ na dynamikę zdrowienia pacjentów z uszkodzeniami mózgu, a także wpływać na spowolnienie i złagodzenie procesów neurodegeneracyjnych (Panasiuk, 2014, s. 52–53).

W kontekście prowadzonych badań interesujące są wyniki eksperymentów, w których wykazano u muzyków zwiększoną aktywację obszaru Broki związanego z motorycznym aspektem przetwarzania języka (Bangert i in., 2006; Limb i in., 2006; Habermeyer i in., 2009; Bianchi i in., 2017). Badacze z Instytutu Nenckiego (Olszewska i in., 2021) dokonali przeglądu publikacji dotyczących przebudowy anatomicznej i funkcjonalnej mózgu w wyniku kształcenia muzycznego. Wnioski zawarto w postaci ryciny zamieszczonej poniżej.

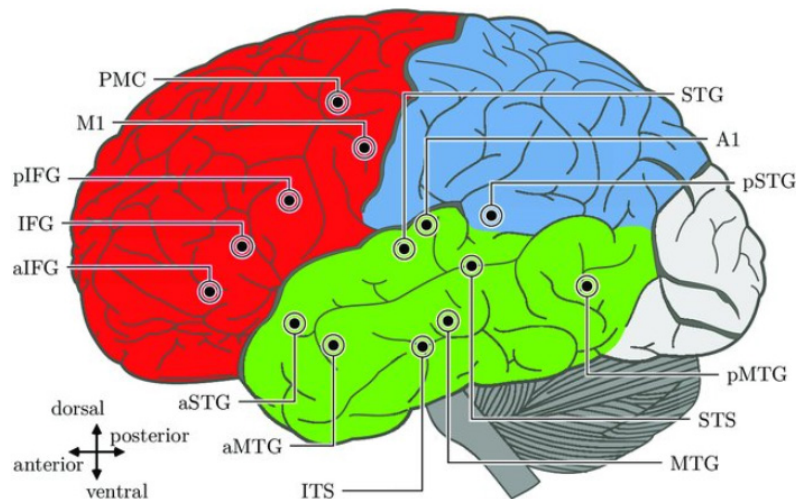


Ryc. 1.2. Jak trening muzyczny kształtuje mózg. Zmiany struktury i funkcji. Muzycy vs niemuzycy. Źródło: Olszewska, A.M., Gaca, M., Harman, A., Marchewka, A., Jednoróg, K. (2021). How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity. *Frontiers in Neuroscience*, vol. 15, s. 1–16. Tłumaczenie na język polski zawarto w *Aneksie*

W wyniku doświadczenia tworzą się mapy korowe podlegające stałym zmianom w oparciu o doskonalone umiejętności i zdobytą wiedzę (Spitzer, 2008). Największy potencjał plastyczny wykazuje mózg we wczesnym dzieciństwie. Liczne badania jednak wskazują, że zachowuje on tę zdolność nawet w podeszłym wieku (Rymarczyk i in., 2015). Dowodzą tego między innymi najnowsze badanie Laury Chaddock-Heyman i jej współpracowników (2021), w którym oceniano wpływ zachowań muzycznych (gra na instrumencie, słuchanie muzyki) na strukturę mózgu u osób starszych. Obcowanie z muzyką pozytywnie korelowało ze zwiększoną objętością dolnej części kory czołowej i hipokampa. Szkolenie muzyczne zaś, jakiemu poddano badanych, wpłynęło na

objętość tylnej części kory zakrętu obręczy, wyspy i przyśrodkowej części oczodołowo-czołowej, czyli obszarów zaangażowanych w funkcje wykonawcze, pamięć, język i emocje. W związku ze spadkiem objętości istoty szarej wraz z wiekiem, badania prowadzone przez L. Chaddock-Heyman są bardzo obiecujące w kontekście praktyki muzycznej, jej wpływu na starzenie się mózgu oraz gerontolingwistykę, a nawet gerontologopedię.

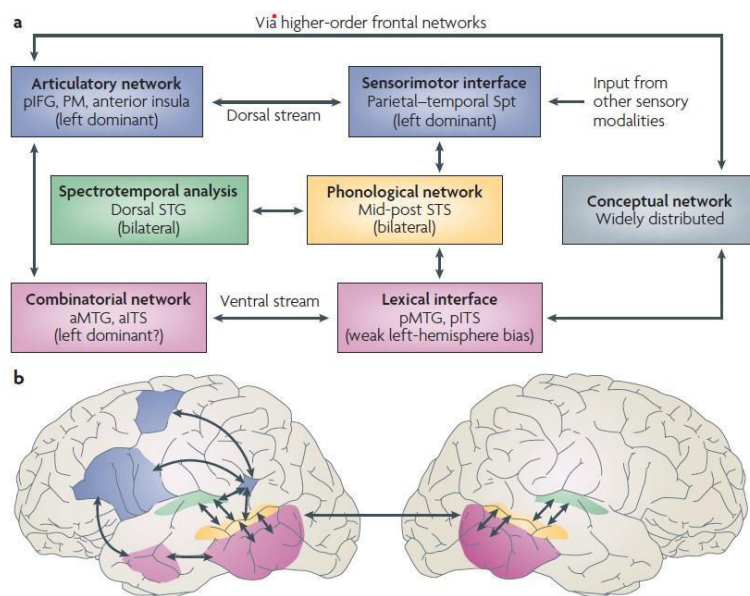
Obserwacje osób prowadzone w ostatnich dziesięcioleciach za pomocą metod neuroobrazowania i rejestrowania aktywności mózgowej dowiodły zatem, że w procesy językowe zaangażowane są także ośrodki spoza obszaru Broki i Wernickego. Strefy pobudzenia wskazały na zaangażowanie struktur odpowiedzialnych za uwagę lub pamięć roboczą (Kollndorfer i in., 2013), a odmienny wzorzec pobudzenia zależy od wyboru strategii percepcyjnej, co stanowi cechę osobniczą (Zacà i in., 2013). W procesy językowe zaangażowana jest nie tylko kora, ale także struktury podkorowe z istotą białą – zapewniającą komunikację obszarów podkorowych z korowymi, jądro podstawne – odpowiedzialne za natężenie mowy, mózdzek – kontrolujący procesy motoryczne, asocjacyjna kora słuchowa a także kora wzrokowa – zaangażowana w procesy identyfikacji obiektu i czytania lub w interesujący nas także proces rozpoznawania nut zapisanych w partyturach oraz inne sieci neuronalne kontrolujące i aktywujące poszczególne procesy (por. Carpentier i in., 2001; Corbetta i Shulman, 2002; Arora i in., 2009; Jones i in., 2011; Daselaar i in., 2013; Makuuchi i Friederici, 2013; Genetti i in., 2013).



Ryc. 1.3. Mapa ludzkiego mózgu (lewa półkula dominująca) z regionami zaangażowanymi w przetwarzanie języka. W celu lepszej orientacji zaznaczono płat skroniowy na zielono, płat czołowy na czerwono, płat ciemieniowy na niebiesko, płat potyliczny na jasnoszaro oraz mózdzek i rdzeń na ciemnoszaro. Wyróżnionymi obszarami są: pierwotna kora słuchowa (A1), zakręt skroniowy górny (STG) – część przednia i tylna – bruzda skroniowa górna (STS), zakręt skroniowy środkowy (MTG) – część przednia i tylna – bruzda skroniowa dolna (ITS), zakręt czołowy dolny (IFG) – część przednia i tylna, kora przedruchowa (PM) i pierwotna kora ruchowa (M1); dorsal – grzbietowy; ventral – brzuszny; anterior – przedni; posterior – tylny. Źródło: Heinrich, S. (2016). Natural Language Acquisition in Recurrent Neural Architectures. *Thesis for: Dr. rer. nat. Advisor: Prof. Dr. Stefan Wermter*, Pobrane z: Research Gate (21.09.2022)

Pomimo dziesięcioleci badań nad przetwarzaniem języka w umyśle, zagadnienie to jest wciąż trudne do scharakteryzowania. Ciekawą koncepcję organizacji mowy w mózgu przedstawili Gregory Hickok i David Poeppel (Hickok i Poeppel, 2007). Próbuując zintegrować dotychczasowe doniesienia z badań empirycznych nad procesami językowymi, na podstawie prób neuronalnego mapowania zaproponowali dwupoziomowy hierarchiczny model przetwarzania mowy. Według badaczy sieć dekodowania akustycznego powiązana jest z systemem konceptualnym z jednej i motoryczno-wykonawczym z drugiej strony. Tak zwany strumień brzuszny odpowiedzialny jest za rozumienie a grzbietowy z udziałem brzusznego za transponowanie sygnału dźwiękowego do płata czołowego i produkcję mowy. Strumień brzuszny zlokalizowany jest obustronnie, choć istnieją różnice w przetwarzaniu przez obie półkule, grzbietowy zaś wykazuje dominację lewostronną. Neuronowa organizacja mowy powiązana jest bezpośrednio z wykonywanym zadaniem. Strumień grzbietowy, który obejmuje struktury w tylnym płacie czołowym i tylny najbardziej grzbietowy obszar płata skroniowego oraz wieczko ciemieniowe, zaangażowany jest w przekształcanie akustycznych sygnałów mowy na reprezentacje artykulacyjne w płacie czołowym niezbędne w procesie

produkcji mowy, czyli pełni rolę integrującą procesy audytywno-motoryczne. Lewa tylna część szczeliny Sylwiusza zaś na styku ciemieniowo-skroniowym stanowi kluczowy obszar strumienia grzbietowego odpowiedzialny za transformację czuciowo-motoryczną mowy.



Ryc. 1.4. Model dwustrumieniowy funkcjonalnej anatomii języka. Źródło: Hickok, G., Poeppel, D. (2007). The cortical organization of Speech Processing. *Nature reviews Neuroscience*, 8(5), s. 393–402. Tłumaczenie na język polski zawarto w *Aneksie*

Zdolność nabywania języka i nauki muzyki decyduje o wyjątkowości człowieka w toku procesu ewolucyjnego od czasu oddzielenia się od wyższych naczelných. Dowody psychofizjologiczne potwierdzają związek muzyki z językiem; także doświadczenie w jednej dziedzinie może wpływać na przetwarzanie w drugiej. Podczas większości umysłowych operacji językowych i muzycznych aktywowane są wyspecjalizowane obszary odpowiednio lewej i prawej półkuli mózgu, z towarzyszeniem integracji między-półkulowej i zdolnością przebudowy struktury mózgu. Owa specjalizacja funkcjonalna wydaje się stanowić ograniczenie zmienności kulturowej muzyki, a jej adaptacyjny charakter pozwala sądzić, że ludzie wyposażeni są we wspólne mechanizmy poznawcze odpowiedzialne za przetwarzanie muzyki i mowy.

1.2. Słyszenie a słuchanie

Percepcja słuchowa to szczególny rodzaj percepcji zmysłowej. Jest to proces złożony, który obejmuje wiele różnych zagadnień związanych z rozpoznaniem, dyskryminacją i identyfikacją dźwięku, a także subiektywnym odbiorem wrażeń zmysłowych i specyfiką układu słuchowego oraz procesami nerwowymi zachodzącymi na wyższych piętrach drogi słuchowej (por. Ozimek, 2018). Słuch, stanowiący naturalną wrażliwość na bodziec dźwiękowy, umożliwia rozpoznawanie dźwiękowych zjawisk oraz obiektów, orientowanie się w przestrzeni oraz przystosowanie środowiskowe.

Język i muzyka bez wątpienia posiadają cechy wspólne, choć różnice pomiędzy nimi są doskonale widoczne. W sferze komunikacji oba stanowią narzędzie umożliwiające wymianę informacji za pomocą specyficznego dla każdego z nich kodu komunikacyjnego. Oba są zjawiskami akustycznymi, opartymi na tych samych parametrach – częstotliwość/wysokość, czas trwania, natężenie/dynamika i barwa dźwięku. Są to struktury złożone, sekwencyjne, zorganizowane według reguł, które definiują różne poziomy organizacji – procesy uwagowe, pamięciowe, motoryczne (por. D'Alessandro, 2010; Chobert, 2012), także te ściśle związane ze słyszeniem i słuchaniem. Zwraca na to uwagę także M. Wysocka (2007, s. 340), stwierdzając, że „zarówno w obrębie języka, jak i muzyki jesteśmy w stanie wygenerować nieskończenie wiele sekwencji, przy czym sposób łączenia elementów określony jest ścisłymi regułami”. Procesy te odbywają się w ciągu milisekund w mózgowych sieciach neuronalnych (Charyton, 2015).

Zarówno muzyka, jak i język, by zostały zarejestrowane, zrozumiane i przetworzone, wymagają obecności uważnego słuchacza oraz zdolności słyszenia i słuchania. Bez zaangażowania uwagi w proces słyszenia mowa lub muzyka stają się dźwiękami bez znaczenia (por. D'Alessandro, 2012).

Podział percepcji słuchowej na zjawisko słyszenia (ang. *hearing*) oraz słuchania (ang. *listening*) związany jest z subiektywnym charakterem wrażeń słuchowych (Sollier, 2005, za: Ozimek, 2018).

Podczas gdy słyszenie to fizjologiczny proces przetwarzania informacji dźwiękowej, bierny, zależny wyłącznie od sprawności obwodowej części narządu słuchu, czyli komórek słuchowych ucha wewnętrznego i nerwu słuchowego, słuchanie wymaga świadomego, aktywnego uczestnictwa w odbiorze bodźców dźwiękowych, selektywnej uwagi, zaangażowania procesów pamięciowych i zdolności dekodowania uporządkowanych sekwencji, w czym uczestniczą odpowiednie struktury ośrodkowego układu nerwowego – sieci neuro-

nalne mózgowia – o czym wspomniano wcześniej. Proces ten oparty jest na analizie, selekcji i rozumieniu dekodowanej informacji (por. D'Alessandro, 2012; Ozimek, 2018).

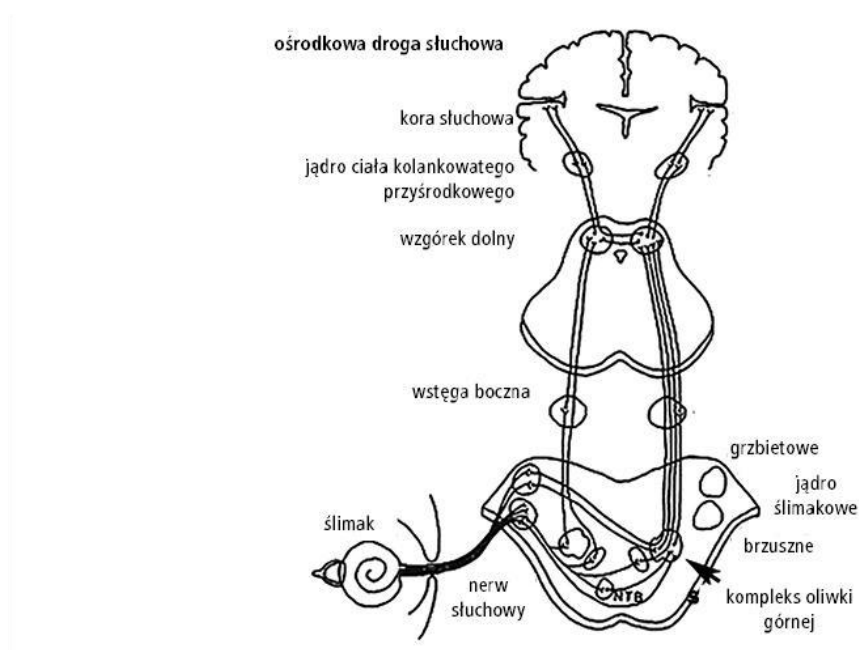
Dla tego samego bodźca akustycznego odbiorca może stosować różne modalności słuchowe i angażować inne funkcje poznawcze. W mowie może koncentrować się na słowie, sensie wypowiedzi, melodii, brzmieniu głosu, oddechu, itp. W przypadku dźwięków muzycznych również następuje aktywacja różnych procesów kognitywnych; słuchanie muzyki ma także bezpośredni wpływ na procesy fizjologiczne i emocje (por. Samson i Dellacherie, 2010; D'Alessandro, 2012; Guétin i Touchon, 2012; Moor K.S., 2013; Koelsh S., 2015; Hedge, 2019; Peistaraitė i Clark, 2020).

Prawidłową percepcję dźwięków mowy i muzyki umożliwia sprawnie działający analizator słuchowy – narząd słuchu – dzięki czemu możliwe jest lokalizowanie, różnicowanie, analizowanie i syntetyzowanie informacji dźwiękowej. Deficyty w zakresie umiejętności analizy określonych bodźców słuchowych w wyniku zaburzeń ośrodkowego układu nerwowego, incydentów neurologicznych i innych chorób o podłożu neurologicznym, mogą zaburzyć percepcję złożonych dźwięków (mowy lub muzyki) mimo braku niedosłuchu (por. Thomas, 2015).

W analizie audytywno-akustycznej udział biorą: ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne, odpowiedzialne za odbieranie bodźca dźwiękowego i kodowanie w postaci impulsów nerwowych, oraz nerwowe drogi słuchowe przenoszące informacje do kory słuchowej odpowiedzialnej za powstawanie wrażeń dźwiękowych. Tworzą one układ słuchowy, zwany także narządem słuchu, charakteryzujący się dużą czułością oraz dużym zakresem dynamicznym (por. Ozimek, 2018). Budowa i fizjologia tzw. peryferyjnego układu słuchowego, w skład którego wchodzi ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne, jest dość dobrze znana. Zapoznać się z nimi można w licznych publikacjach dotyczących anatomii i fizjologii ciała ludzkiego (Bochenek i Reicher, 1989; Prusiewicz, 2000; Gołąb, 2000; Szpinda, 2022). Nie będą one przedmiotem niniejszych rozważań. Na użytek proponowanych w tej pracy eksperymentów w gabinecie audiologicznym wykonano wśród badanych audiometrię tonalną, mającą wykluczyć wszystkie osoby z niedosłuchem przewodzeniowym i odbiorczym.

Istotne jest jednak prześledzenie drogi, jaką dźwięk pokonuje od momentu zarejestrowania go jako fali dźwiękowej w peryferyjnym układzie słuchowym. Energia mechaniczna dźwięku zostaje zamieniona na impulsy elektryczne w nerwie słuchowym za sprawą komórek rzęsatych położonych w określonym miejscu błony podstawowej ślimaka. Pobudzenie komórek rzęsatych zależy od długości fali lub następuje wskutek sprzężenia fazowe-

go wyładowań neuronalnych w stałym punkcie cyklu fali dźwiękowej. Pobudzenia słuchowe przewodzone są obustronnie, w większym stopniu po stronie przeciwnej do oliwki górnej po przetworzeniu w grzbietowym lub brzusznej jądrze ślimakowym, także niekiedy w jądrze ciała trapezowatego. Droga słuchowa prowadzi w górę we wstędze bocznej do wzgórka dolnego. Tam następuje ponowne częściowe krzyżowanie się dróg słuchowych. W jądrze ciała kolankowatego przyśrodkowego znajduje się kolejne połączenie synaptyczne, z którego impulsy nerwowe docierają do pierwotnej kory słuchowej w zakręcie Heschla, który znajduje się w przyśrodkowej części płata skroniowego. Pobudzenia słuchowe przetwarzane są w każdym jądrze drogi słuchowej. W miarę pokonywania drogi słuchowej sprzężenie fazowe staje się stopniowo coraz mniej dokładne. Wysokość dźwięku zostaje odkodowana, informacja „przefiltrowana” i przekazana do dalszego przetworzenia w korze nowej. Bódcze słuchowe, zanim dotrą do kory mózgowej, są w dużej mierze opracowywane w jądrach pnia mózgu. Uszkodzenie pnia mózgu może zatem stanowić przyczynę problemów z rozróżnianiem wysokości dźwięków, gdyż jest to pierwszy punkt drogi słuchowej, gdzie zbierane są impulsy nerwowe z obu stron. Uszkodzenia na poziomie mózdzku często skutkują zaburzeniami integracji obuuszej. Wraz z potrzebą coraz bardziej złożonej analizy cech akustycznych dźwięku w coraz dłuższych przedziałach czasowych następuje przejście na wyższe piętra drogi słuchowej i zaangażowanie coraz bardziej rozległych sieci neuronalnych, obejmujących mózdzek, dodatkowe pole ruchowe i jądra podkorowe (za: Thomas, 2015).



Ryc. 1.5. Schemat przedstawiający drogę słuchową od ślimaka do pierwotnej kory słuchowej. Przedrukowano ze zmianami za zgodą. Źródło: Hill, M.A. (2014). *Embryology*. Pobrane z: mp.pl/neurologia (6.05.2021)

Podstawą centralnych funkcji słuchowych, czyli procesów zachodzących na wyższych piętrach drogi słuchowej, jest lokalizacja dźwięków w multisensorycznym akustycznym otoczeniu, rozróżnianie mowy w niesprzyjających warunkach akustycznych oraz utrzymywanie uwagi słuchowej. Prawidłowe funkcjonowanie ośrodkowego układu nerwowego wpływa na kompetencję językową, kompetencję komunikacyjną, rozwój mowy, zdobywanie umiejętności czytania i pisanie (Topolska i Gregorek, 2015). Odbiór mowy, w przeciwieństwie do muzyki wrażliwej na zmiany spektralne dźwięku, jest dość odporny na zakłócenia, zwłaszcza po stosownym treningu. Rozpoznawanie mowy, nawet w przypadku niekomfortowych warunków akustycznych, jest dla ludzi zdecydowanie łatwiejsze, gdyż w zrozumieniu przekazu słownego pomaga kontekst oraz współpraca innych zmysłów, np. wzroku (por. Thomas, 2015).

W kontekście słuchania specyficzne dla muzyki są percepcja wysokości dźwięku, rozpoznawanie dyskretnych kategorii wysokościowych oraz zjawisko tzw. słuchu muzycznego i słuchu absolutnego. W kontekście mowy mówimy o słuchu mownym, rozumianym szeroko i odnoszonym do odbioru dźwięków mowy w tych aspektach, które ujawniają się w procesie opanowania języka i w procesie komunikacji językowej jako źródło informacji dla słuchacza (Domagała i Mirecka, 2012, s. 130).

Percepcja wysokości dźwięku i zdolność rozpoznawania dyskretnych kategorii wysokościowych, czyli niewielkich zmian częstotliwości tonu podstawowego, zarówno w kontekście muzyki, jak i mowy, stanowi zainteresowanie licznych badaczy (por. Chin, 2003; Miyazaki, 2004; Miyazaki i Ogawa, 2007; Larrouy-Maestri, 2018; Cui i Kuang, 2019; Alemi, 2020; Murray, 2020 i inni), którzy podejmują próby eksperymentalne w celu wyjaśnienia i zlokalizowania przetwarzania tego zjawiska w obszarach mózgowych.

Ciekawe badania zaprezentowali Pauline Larrouy-Maestri i Peter Pfordesher (2018), próbując ocenić, czy krótkie, dynamiczne zmiany na początku i na końcu śpiewanych dźwięków, wpływają na percepcję intonacji⁶. Wykonywane dźwięki rzadko są stabilne, zwłaszcza w przypadku śpiewu. W trzech eksperymentach 110 uczestników oceniło intonację czterotonowych melodii, w których strojenie trzeciego tonu zmieniało się na początku lub na końcu. Słuchacze byli wrażliwi na niewłaściwe dostrojenie, co dowodzi, że podobnie jak w języku, dynamiczne zmiany w małym oknie czasowym są znaczące także w muzyce. Badanie ujawniło współistnienie dwóch odrębnych mechani-

⁶ Intonacja w muzyce – wydobywanie dźwięku właściwe lub niewłaściwe pod względem wysokości, głównie w śpiewie i grze na instrumentach smyczkowych. Za: encyklopedia.pwn.pl, dostęp: 7.05.2021.

zmów: wrażliwości na wartości średnie przez cały czas trwania dźwięku oraz przetwarzanie wysokości dźwięku zgodnie z kontekstem.

Percepcja dźwięku obejmuje przetwarzanie wielowymiarowego bodźca akustycznego, słuchacze zaś mogą stosować różne strategie integracji sygnałów w interpretacji dźwięku. Aletheia Cui i Jianjing Kuang (2019) zbadały, czy muzykalność i doświadczenie językowe wpływają na strategie percepcji tonu. W badaniu wzięły udział osoby posługujące się językiem mandaryńskim (tonalnym) i angielskim. Przeprowadzono dwa eksperymenty – pierwszy dotyczył klasyfikacji tonu i sygnałów widmowych w odniesieniu do tonu podstawowego F_0 , drugi – z użyciem Montrealskiej Skali do Badania Zdolności Muzycznych (ang. *Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities*) określał stopień muzykalności badanych. Badaczki wykazały, że posługiwanie się językiem tonalnym nie wpływało na zdolności muzyczne i strategie w percepcji wysokości. Osoby uzdolnione muzycznie jednak wyraźnie częściej zwracały uwagę na ton podstawowy w percepcji wysokości, podczas gdy słuchacze z gorszymi umiejętnościami w większej mierze na wartości ze spektrum. Związki muzyki i języka badali także Ioanna Zioga i współpracownicy (2016). Punktem odniesienia były empiryczne dowody, że media te mają częściowo nakładające się zasoby neuronowe, zwłaszcza w kontekście przetwarzania melodii w muzyce i prozodii w mowie. Badanie dotyczyło interakcji muzyki i języka w wymiarze percepcji wysokości dźwięku oraz znaczenia treningu muzycznego w tej interakcji. W tym celu użyto melodii kończących się na oczekiwanej lub nieoczekiwanej nucie oraz wypowiedzi, których prozodia była oczekiwana lub nie. Rejestrowano ERP – potencjały wywołane (ang. *Event Related Potential*)⁷ u 22 muzyków i 20 niemuzyków oraz odpowiedzi behawioralne w zadaniu dotyczącym dyskryminacji nieprawidłowości. Uczestnicy odpowiadali szybciej w przypadku stwierdzenia niezgodności w bodźcach melodycznych i językowych. Co więcej, muzycy radzili sobie lepiej niż niemuzycy, co może być związane z większą zdolnością śledzenia tonu i dowodzi, że muzyczna wiedza specjalistyczna może wpływać także na przetwarzanie dźwięku w mowie.

Słuch muzyczny to zdolność, na którą składają się poczucie wysokości dźwięku, tzw. słuch wysokościowy, czyli umiejętność różnicowania dźwięków muzycznych w zakresie wysokości; poczucie czasu/rytmu – różnicowanie w zakresie intensywności oraz

⁷ ERP – *Event Related Potential* (ang.) – potencjały wywołane – bioelektryczne odpowiedzi mózgu na bodźce obserwowane w sygnale elektroencefalograficznym (EEG), Imielski W.J., Wesołowska B.Z. (2012). *Angielski słownik psychologii i innych nauk społecznych*, s. 38. Pobrane z: www.psychologia.net.pl (6.05.2021).

śledzenie dźwięków w następstwach czasowych, intuicyjne słyszenie różnic czasowych w grupach dźwięków w związkach z rytmiczną mową, także słyszenie i rozumienie różnic czasowych pomiędzy wartościami nut i zgrupowanych nut w taktach; poczucie barwy oraz słuch harmoniczny – zdolność wyróżniania poszczególnych dźwięków we współbrzmieniu (por. Januszewska-Warych, 2006). Grażyna Szymańska (2002, s. 25–28) w odniesieniu do słuchu muzycznego wyróżnia: słuch wysokościowy – względny i absolutny; słuch tembrowy – inaczej poczucie barwy – wrażliwość na barwę dźwięku, jej zmianę, oraz zdolność do zapamiętywania cech danej barwy; słuch dynamiczny – czyli poczucie głośności – umiejętność różnicowania intensywności dźwięków od cichych do głośnych; słuch harmoniczny – określany jako analityczny – umiejętność wyodrębniania współbrzmień oraz linii melodycznych w muzyce wielogłosowej.

Słuch absolutny to zdolność rozpoznawania dźwięków i odtwarzania ich bez odniesienia do innych wysokości (Miyazaki, 2004). Inaczej mówiąc, jest to umiejętność identyfikacji konkretnej kategorii dźwięku (o spektrum harmonicznym – tylko wtedy możliwe stworzenie kategorii na podstawie częstotliwości jego tonu podstawowego) w oparciu o wzorzec owej kategorii specyficzny dla danego systemu muzycznego i przechowywany w pamięci długotrwałej, bez zewnętrznego odniesienia do wysokości usłyszanego dźwięku zapisanego w pamięci krótkotrwałej. Zdolność ta jest analogiczna do rozpoznawania kategorii barwy na podstawie częstotliwości fali elektromagnetycznej bodźca wizualnego (por. Podlipniak, 2010).

Agata Górzyńska (2015, s. 50) zaznacza, że według niektórych badaczy (Levitin, 1994, 2005; Schellenberg i Trehub, 2003) „absolutna pamięć wysokości jest naturalnym zjawiskiem wśród ogółu populacji, a prawdziwym fenomenem jest dopiero umiejętność nazywania rozpoznanych dźwięków, właściwa dla niektórych spośród osób kształconych muzycznie”.

Christina S. Chin (2003) twierdzi jednak na podstawie swoich badań, że umiejętność rozpoznawania dźwięku bez zewnętrznego odniesienia nie jest ani w pełni dziedziczona, ani w pełni możliwa do wykształcenia. Opierając się na wynikach badań i literaturze dotyczącej rozwoju i stylu poznawczego, sugeruje, że umiejętności związane z tzw. słuchem absolutnym zależą zarówno od wieku, w którym rozpoczęto naukę muzyki, jak i od indywidualnych różnic w stylu poznawczym. U dzieci, które przeszły określony rodzaj treningu muzycznego przed ukończeniem 5–7 lat, i które mają bardziej analityczny styl poznawczy, prawdopodobnie rozwinie się słuch absolutny. Podobnego zdania są także Olivier Vitouch (2003), Ken'ichi Miyazaki i Yoko Ogawa (2006) oraz Alicja

Kozłowska-Lewna (2011), którzy sądzą, że rozpoczęcie kształcenia muzycznego przed 7. rokiem życia zwiększa szanse wykształcenia słuchu absolutnego. Według O. Vitoucha (2003) o wykształceniu słuchu absolutnego decyduje kilka czynników: wczesny wiek rozpoczęcia edukacji muzycznej, predyspozycje genetyczne oraz plastyczność korowa. A. Kozłowska-Lewna (2013) na podstawie analizy doniesień zaznacza, że słuch absolutny wpływa także na inne zdolności poznawcze. Mathias Oechslin i współpracownicy (2010) dowodzą, że osoby obdarzone słuchem absolutnym lepiej zapamiętują, sprawniej dokonują kategoryzacji, tym samym lepiej radzą sobie z zadaniami wymagającymi segmentacyjnego i fonologicznego przetwarzania mowy. David Ross i współpracownicy (2009) zauważają, że u dzieci poddanych nawet krótkotrwałemu szkoleniu muzycznemu następuje poprawa pamięci krótkotrwałej. Psyche Loui (2016) z kolei uważa słuch absolutny za rodzaj wzmocnienia percepcyjnego, co wynika z przebudowy struktur mózgu u osób kształconych muzycznie: zmiana grubości kory, rozbudowa sieci neuronalnych, zwiększenie objętości istoty szarej, lepsza wydajność istoty białej oraz mniejszych sieci neuronalnych (ang. *small-world human brain networks* – por. Liao i in., 2017; Olszewska i in., 2021).

Rolę słuchu w procesie nabywania mowy podkreślał już Leon Kaczmarek (1998). Słuch stanowi pierwszy etap rozumienia (odbioru) mowy i podstawowy warunek przyswajania języka przez dzieci. Ponieważ pełni także funkcję autokontroli, od niego zależy także rozwój sprawności artykulacyjnych (Kurkowski, 2013).

Słuch fonemowy (fonematyczny lub mowny) – to najbardziej charakterystyczny dla człowieka rodzaj słuchu, gdyż służy do rozróżniania jednostek mowy. Marceli Klimkowski (1976) uważa, że słuch mowny to zdolność różnicowania fonemów, ale także elementów suprasegmentalnych, takich jak barwa głosu, melodia wypowiedzi i tempo, które to umiejętności charakterystyczne są dla słuchu prozodycznego. Fonem stanowi najmniejszą składniową jednostkę wyrazu i realizowany jest w mowie przez głoski.

Bronisław Rocławski (1993) rozróżnia słuch fonetyczny i fonemowy. Fonetyczny wiąże ze słuchem muzycznym, który odpowiada za percepcję cech głosek należących do tej samej klasy, a także zjawisk prozodycznych w mowie. Zdzisław M. Kurkowski z kolei (1997) w ramach słuchu mownego, czyli zdolności rozróżniania i utożsamiania dźwięków mowy oraz odróżniania przynajmniej dwóch wrażeń odmiennych fonologicznie, wyodrębnia:

- słuch fonetyczny – zdolność do odróżnienia lub utożsamienia dwóch różnych lub takich samych fonologicznie wypowiedzi;

- słuch fonemowy – umiejętność odróżniania głosek z tej samej klasy głosek (fonemów);
- słuch prozodyczny – różnicowanie akcentu, melodii i rytmu; analiza i synteza głoskowa i sylabowa, czyli zdolność świadomego podziału na głoski i sylaby oraz łączenia ich w całość brzmieniową;
- pamięć słuchowa wypowiedzi (wyrazy i struktury prozodyczne);
- asocjacje dźwięków mowy – co stanowi umiejętność kojarzenia wzorców słuchowych oraz przypisywania znaczeń wypowiedziom i tworzenie pojęć na podstawie wzorców słuchowych;
- lateralizację dźwięków mowy oraz kontrolę słuchową wypowiedzi (Kurkowski, 1997, s. 105).

Aneta Domagała i Urszula Mirecka (2001) także klasyfikują słuch fonemowy w ramach słuchu mownego, proponują jednak własną definicję. Według badaczek jest to „zdolność odbioru dźwięków mowy dotycząca ich struktury fonemowej w oparciu o czynności recepcji, rozróżniania, różnicowania i pamięci słuchowej” (s. 53). Wyodrębniają ponadto zdolności konieczne do nabywania języka jako systemu, w tym słuch fonemowy w wymiarze segmentalnym, a także słuch fonologiczny i prozodyczny w wymiarze suprasegmentalnym oraz zdolności odbioru informacji pozasystemowych, czyli fonetyczny słuch segmentalny – odnośnie do warstwy głoskowej i fonetyczny słuch prozodyczny – odnośnie do warstwy suprasegmentalnej ciągu fonicznego. Odwołując się do nowszego opracowania autorek w ramach słuchu mownego wyróżnić można:

- słuch fonemowy – zdolność odbioru dźwięków mowy dotyczącą ich struktury fonemowej w oparciu o czynności recepcji, rozróżniania, różnicowania i pamięci. Odnosi się do wszystkich cech i jednostek języka, które są konstytutywne dla systemu fonologicznego w aspekcie segmentalnym: cech fonemicznych oraz ich równocześnie występujących zespołów – fonemów;
- fonologiczny słuch prozodyczny (należący do systemu językowego, kodu) – dotyczy konwencjonalnych cech struktury jednostek suprasegmentalnych właściwych danemu językowi;
- fonetyczny słuch segmentalny (głoskowy) – odnosi się do charakterystyki głoskowej w oparciu o kontrasty fonetyczne jako podstawa ustalania cech fonemicznych oraz jako zdolność dostrzegania różnic między głoskami będącymi realizacją tego samego fonemu;

- fonetyczny słuch prozodyczny (wykonanie) – odnosi się do charakterystyki płaszczyzny suprasegmentalnej ciągu fonicznego w wymiarze przekraczającym kodowe (systemowe) informacje prozodyczne i dotyczący różnic osobniczych i niestałych, np. warunkowanych emocjami (Domagała i Mirecka, 2012, s. 130–131).

Innym niezwykle popularnym w polskiej lingwistyce i logopedii terminem, nie lokującym się wprost w przywołanej typologii, jest słuch fonematyczny oznaczający „przystosowanie układu słuchowego do odbioru specyficznych właściwości fonematycznych (fonologicznych) danego języka i umożliwiający różnicowanie dźwięków mowy, a zatem zdolność do ich analizy i syntezy (Szelaąg i Szymaszek, 2006, s. 9).

Słuch prozodyczny, postrzegany przez badaczy jako element słuchu mownego, wiąże się z pojęciem prozodii, czyli „ogółu brzmieniowych właściwości języka charakteryzujących sylaby lub ich ciągi w toku wypowiedzi” (sjp.pwn.pl, dostęp: 17.03.2021). Często jest określany jako melodia wypowiedzi i nie służy do ich konstruowania. Podkreśla, rytmizuje i moduluje dyskurs poprzez stosowne rozmieszczenie akcentów i intonację. Intonacja to zmiana podstawowej wysokości w czasie. Akcent podkreśla elementy o dłuższym czasie trwania niż fonem, czyli sylaby, grupy sylab i słowa, przyjmuje funkcje dystynktywne i ekspresywne. Parametry akustyczne w prozodii to zmiany częstotliwości drgań fałdów głosowych, intensywności i czasu trwania fonemów, konstytuują rytm mowy (D'Alessandro, 2010). Według M. Wysockiej (2011/2012) prozodia pełni funkcje:

- lingwistyczne – jakimi są delimitacja, segmentacja, sygnalizowanie za pomocą intonacji poszczególnych typów wypowiedzi, podkreślanie znaczenia wypowiedzi;
- paralingwistyczne – wiąże się z ekspresją emocji i stosunkiem do nadawcy;
- ekstralingwistyczne – odnosi się do nadawcy, dotyczy płci, wieku i statusu społecznego.

Nie ma wątpliwości, że słuch prozodyczny związany z percepcją i reprodukcją wysokości barwy, siły i intonacji wypowiedzi wiąże się ze słuchem muzycznym. Świadczą o tym częściowo nakładające się sieci neuronowe, a trening muzyczny może stanowić czynnik usprawniający procesy językowe, szczególnie te związane z zadaniami, w których zaangażowany jest słuch mowny.

1.3. Lateralizacja funkcji słuchowych

Na użytek niniejszej pracy oraz proponowanych eksperymentów warto omówić zjawisko lateralizacji. Nie sposób wyjaśnić jej bez odniesienia się do asymetrii, dominacji oraz specjalizacji, w szczególności półkul mózgowych. Kluczowym zatem dla niniejszej pracy jest przedstawienie problemu specjalizacji półkul mózgowych w przetwarzaniu bodźców dźwiękowych.

Lateralizacja, zwana także stronnością (łac. *latus, lateris* – bok, strona) pojęciowo wiąże się z symetrią, asymetrią, dominacją jednej z parzystych części, a w konsekwencji jej specjalizacją. *Słownik Języka Polskiego* podaje, że jest to: „czynnościowa asymetria ciała ludzkiego, wyrażająca się większą sprawnością narządów położonych po jednej ze stron ciała” (sjp.pwn.pl, dostęp: 17.03.2021). Dotyczy to zarówno budowy zewnętrznej, jak i wewnętrznej, w tym także kory mózgowej i wielkości półkul mózgowych. Marta Bogdanowicz twierdzi, że u osób praworęcznych kora mózgowa lewej półkuli, dominującej, jest bardziej pofałdowana, większa od prawej i lepiej ukrwiona (za: Kurkowski, 2013). Z licznych badań wynika, że obszar półkuli mózgowej jest bardzo rozległy (por. 1.1). W celu poznania jego charakterystyki od lat prowadzone są badania nad specjalizacją półkul.

Już w XIX w. (Marc Dax, 1836; Paul Broca, 1865) pojawiła się koncepcja dotycząca asymetrii półkulowej, rozumianej wówczas jednak wyłącznie jako podział funkcji odnoszących się do zachowań językowych człowieka, gdzie lewa półkula pełniła funkcję wiodącą, prawa pomocniczą⁸. Przez długie lata uważano, że istnieje ścisły podział funkcji pomiędzy obie półkule – lewa związana z językiem, prawa odpowiedzialna za przetwarzanie emocji (por. Springer i Deustch, 2004). W latach 60. XX w., po opublikowaniu wyników badań Rogera w. Sperry’ego dotyczących osób, którym przecięto spoidło wielkie⁹, utrwalił się pogląd, że funkcje półkulowe

⁸ Marc Dax – żyjący na przełomie XVIII i XIX w. francuski lekarz jest uznawany za tego, który jako pierwszy odkrył zależność między uszkodzeniem lewej półkuli mózgu a zaburzeniami mowy i prawostronną hemiplegią (niedowładem połowicznym). Zjawisko to tłumaczy się lewostronnym położeniem ośrodków mowy i skrzyżowanym przebiegiem dróg ruchowych (lewa półkula kontroluje funkcje motoryczne po stronie prawej). Ze względu na przedwczesny zgon Daxa jego obserwacje poszły na wiele lat w zapomnienie. Przypomnił o nich jego syn Gustave Dax w 1863 r., a więc już po odkryciach dokonanych przez Brokę (Zyss, 2013, s. 51).

⁹ Gazzaniga, M.S., Bogen, J.E., Sperry, R.W. (1965), Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man. *Brain*, 88(2), s. 221–236. Za prace dotyczące badania osób po kalozotomii Roger Sperry w 1981 r. otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny.

uzupełniają się. Począwszy od lat 70. nastąpił rozkwit badań nad asymetrią funkcjonalną i fizjologią mózgu (por. Skibska, 2010). Obecnie uważa się, że lateralizacja nie oznacza wyraźnego podziału funkcji między półkule mózgowe. Większość procesów mózgowych przebiega jako ich współdziałanie, a specjalizacja funkcji oznacza, że każda z nich kontroluje inne aspekty tych procesów.

(...) coraz częściej mówi się, że obie półkule tworzą pewien dynamiczny system, w którym istotną rolę pełni każda z półkul. Każda z nich bowiem zawiera wiele różnych modułów czy podsystemów wyspecjalizowanych w bardzo wąskim zakresie funkcji. W trakcie wykonywania przez człowieka określonego zadania następuje pobudzenie tych modułów, przy czym balans pomiędzy pobudzeniem struktur leżących w lewej i prawej półkuli może się zmieniać z chwili na chwilę. Ostateczny wynik, jaki obserwujemy w zachowaniu człowieka, stanowi więc jedynie pewną wypadkową tych zmian (Grabowska, 1997, s. 410).

Według Jolanty Panasiuk (2018, s. 396) teoria modularnej architektury umysłu „przestała być heurystycznym konstruktem, ale stała się empirycznie udowodnionym faktem” i doprowadziła do powstania nowoczesnej koncepcji opisu funkcjonowania mózgu jako sieci neuronalnej, gdzie zakłada się istnienie równoległych układów funkcjonalnych regulujących różne poziomy organizacji i przetwarzania informacji. Te same ośrodki mózgowe zatem mogą pełnić różne funkcje, co zależy od tego, z jakimi innymi obszarami przetwarzają daną informację (Sporns, 2004). Francisco Varela (1989) na przykład tłumaczy neuroplastyczne i adaptacyjne możliwości mózgu, stosując model dynamicznych stanów sieci neuronalnych, gdzie informacje przetwarzane są symulatywnie i wieloaspektowo. Według Marsela Mesulama (2009) funkcje umysłowe – percepcja, język, uwaga, pamięć, myślenie – stanowią efekt współdziałania pięciu sieci neuropoznawczych:

- świadomości przestrzennej (dominacja prawopółkulowa) – grzbietowo-tylna kora ciemieniowa, ośrodek spojrzenia w płatach czołowych, zakręt obręczy;
- językowej (dominacja lewopółkulowa) – pola Broki i Wernickego;
- pamięciowo-emocjonalnej – hipokamp, kora śródwęczowa i ciało migdałowe;
- pamięci operacyjnej funkcji wykonawczych – kora przedczołowa i tylna kora ciemieniowa;
- rozpoznawanie przedmiotów i twarzy – kora przedczołowa i tylna kora ciemieniowa.

Specjalizację półkulową należy zatem traktować jako wybiórczą przewagę w kontrolowaniu realizacji konkretnej funkcji.

J. Panasiuk (2018) wspomina także, że na specjalizację półkulową ma wpływ wiele czynników, wśród nich płeć, bilingwizm, genetyka, uszkodzenia mózgu, odmienna lateralizacja. Zaliczyć do nich także należy – istotne w kontekście prowadzonych badań – kształcenie muzyczne (por. Sebastiani i Castellani, 2016; Du i Zattore, 2017; Chaddock-Heyman i in., 2021).

Michael Corballis (2014) zwraca uwagę, że zarówno ręczność, jak i asymetria mózgu wciąż powszechnie uznawane są za cechy charakterystyczne dla człowieka i związane ze specjalizacją lewopółkulową dla języka i prawopółkulową dla intuicji i emocji. Tymczasem asymetrie są szeroko rozpowszechnione wśród zwierząt – kręgowców i bezkręgowców – i mogą mieć źródło w mechanizmach genetycznych, epigenetycznych i neuronalnych oraz świadczyć o wspólnym ewolucyjnym pochodzeniu tych zjawisk. Asymetria lewopółkulowa występuje w przypadku ruchów dynamicznych u ssaków morskich i naczelnych, zaś dominacja prawopółkulowa dla emocji obecna jest wśród wszystkich dotychczas zbadanych naczelnych. W kontekście języka interesujące są doniesienia, że około dwie trzecie szympanсів jest praworęczna i posiada lewostronną asymetrię w dwóch obszarach korowych odpowiadających głównym obszarom językowym u człowieka – ośrodkowi Broki i Wernickego (Gannon i in., 1998; Cantalupo i Hopkins, 2001; por. także Xia i in., 2020). Jednakże w badaniach porównawczych szympanсів i ludzi, prowadzonych przez Xiang i współpracowników (2019), wykazano, że specyficzna budowa, podział i asymetria prawej i lewej okolicy czołowej oraz ciemieniowo-potylicznej jest wyłącznie cechą istoty ludzkiej.

Według M. Corballisa (2012) rezultaty badań prowadzonych na naczelnych uznawane są za dowód, że język u ludzi wyewoluował stopniowo. W porównaniu z mózgami innych naczelnych mózg ludzki dojrzewa dłużej, co sprzyja wydłużeniu czasu tworzenia mikroukładów korowych i ich modyfikacji. Cechy te mogą leżeć u podstaw nabywania umiejętności technicznych i społecznych niezbędnych do przetrwania, tworząc wyjątkową niszę poznawczą i behawioralną typową dla naszego gatunku (Hrvoj-Mihic, 2013).

Na naszym polskim gruncie naukowym już Anna Herzyk (1993) zwracała uwagę, że specjalizacja półkul dla języka wcześniej się pojawia, jeszcze przed rozwojem czynności językowych, co oznacza prymarną gotowość danej półkuli do specjalizacji w stosunku do funkcji.

W literaturze brak jednoznacznych definicji odnoszących się do terminu „lateralizacja”. Jerzy Mroziak (1992) proponuje, by używać go zamiennie z terminem „asymetria” – co należy rozumieć jako przewagę stronną dotyczącą zarówno parzystych

organów, jak i funkcji psychicznych. Alex Martin (2001) używa terminu „lateralizacja” równoznacznie z określeniami „dominacja” oraz „asymetria funkcjonalna”, co dotyczy preferencji użycia jednej części ciała lub jej wiodącej funkcji. Rola wiodąca zakłada częstszy wybór narządu, wykonywanie bardziej skomplikowanych zadań za jego pomocą, precyzyjniej, lepiej, szybciej i z większą siłą (Panasiuk, 2018). W akustyce i audiologii termin „lateralizacja słuchowa” dotyczy lokalizacji źródła dźwięku, np. podczas stosowania słuchawek. Takie rozumienie terminu nie będzie miało zastosowania w niniejszej pracy. Podczas proponowanych badań użyto słuchawek oraz oceniano umiejętność lokalizowania źródła dźwięku (test rozdzielnousznego słyszenia słów w uwadze skierowanej na bodziec w jednym uchu), termin „lateralizacja słuchowa” używany będzie jednak tylko w kontekście separacji usznej oraz specjalizacji półkulowej¹⁰.

Według Z.M. Kurkowskiego (2013, s. 64) najbardziej logiczne wydawałoby się używanie terminu „dominacja” na określenie większej aktywności jednej z półkul w przetwarzaniu określonych bodźców dźwiękowych – owa aktywność zależy od specjalizacji półkulowej – a stosowanie terminu „lateralizacja” odnośnie do struktur obwodowych (receptorów i efektorów), zgodnie z zasadą, iż dominacja prawopółkowa powoduje lateralizację lewostronną i odwrotnie. Odnosi się to także do modalności słuchowej. Z.M. Kurkowski zaznacza jednak, że trudniej ustalić lateralizację dla percepcji słuchowej niż dla czynności eferentnych (np. wybór ręki). A. Herzyk (1992) proponuje odwrotne stosowanie terminów – lateralizacja dotyczy procesów centralnych, dominacja – procesów obwodowych, np. ręczności. Z.M. Kurkowski uważa jednak, że termin „lateralizacja” może dotyczyć zarówno funkcji centralnych, jak i obwodowych w układzie nerwowym, ale pozostaje do rozstrzygnięcia problem połączeń obwodowo-

¹⁰ Początek badań nad lateralizacją słuchową przypada na lata sześćdziesiąte XX w. Wtedy przeprowadzono intensywne badania neuropsychologiczne nad zjawiskiem słyszenia obuusznego. Przy pomocy specjalnie przygotowanego materiału akustycznego prezentowano osobom badanym odmienny materiał akustyczny do każdego ucha. Każda para przygotowanej informacji akustycznej nie mogła różnić się amplitudą (<6 dB dla prostych bodźców; <15–20 dB dla bodźców złożonych), jak również czasem rozpoczęcia i zakończenia (tolerancja między 20 a 80 ms). Technika badania słuchu obuusznego nawiązywała do wyników wcześniej już znanych badań neuroanatomicznych wykazujących, iż znacząca część informacji akustycznej z ucha prawego przekazywana jest do kontralateralnej, tj. lewej półkuli mózgu, a jedynie tylko niewielka jej część – do jednoimiennej prawej skroni. Przy pomocy opisanej technologii udało się wykazać, iż w przypadku materiału słownego sprawniejsze w odbiorze okazywało się być ucho prawe. Późniejsze badania wykazały, iż chodzi tu raczej o ucho, które łączy się głównie z półkulą dominującą. Materiał niewerbalny (pojedyncze tony, ciągi tonów czy akordy) był natomiast lepiej identyfikowany przez ucho lewe. Ponadto ucho lewe radziło sobie lepiej z analizą szumów otoczenia, linią melodyczną oraz emocjonalnym komponentem dźwięków mowy (por. Zyss, 2013, s. 53).

-korowych. Szlaki łączące narządy obwodowe z korowymi są skrzyżowane, a skrzyżowanie dróg aferentnych i eferentnych występuje na różnych poziomach układu nerwowego. Dominacja prawouszna zatem nie musi oznaczać lateralizacji lewopółkulowej (Kurkowski, 2013, s. 65).

U większości osób muzyka przetwarzana jest przede wszystkim w prawej półkuli mózgu (Altenmüller, 2000a, 2000b; Sebastiani, 2014) i choć stwierdzono, że na lateralizację przetwarzania muzyki może mieć wpływ zarówno indywidualne doświadczenie muzyczne, jak i wybór strategii percepcyjnej – analitycznej lub holistycznej (Sloboda, 2002) – obserwuje się ścisły związek między konkretnymi muzycznymi zadaniami poznawczymi a lokalizacją ich przetwarzania (Peretz i Coltheart, 2003; Weinberg, 2004).

W wyniku badań z udziałem chorych z uszkodzeniami mózgu stwierdzono, że uszkodzenie prawej półkuli jest główną przyczyną zakłóceń funkcji muzycznych u muzyków, jednakże uszkodzenie lewej półkuli także powoduje zakłócenia w tej materii (Sloboda, 2002). Dowodzi to, że różne subumiejętności muzyczne wykazują pewien zakres niezależności między obszarami aktywności nerwowej. Jak już wspomniano, podczas uszkodzenia lewostronnego chory muzyk zachowuje zdolności odróżniania wysokości i reprodukcji wysokości oraz umiejętności będące efektem głęboko utrwalonych i zautomatyzowanych struktur, np. skale molowe i durowe czy podstawowe progresje melodyczne, a zatem zdolności prawopółkulowe, podczas gdy następuje u niego zanik rozpoznawania i identyfikowania sekwencji muzycznych – zdolności lewopółkulowe (Marin, 1999).

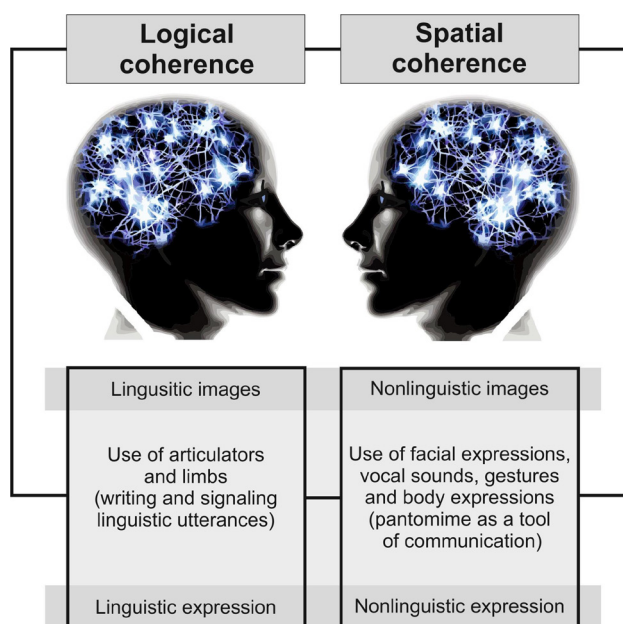
Wyniki te można tłumaczyć przez odwołanie się do powszechnie uznawanego poglądu, że lewa półkula specjalizuje się w analitycznym i sekwencyjnym przetwarzaniu, można ją zatem określić jako: analityczną, liniową, racjonalną, sekwencyjną, dowolną. Prawa półkula zaś przetwarza informacje holistycznie, globalnie i można ją nazwać *per analogiam*: syntetyczną, przestrzenną, emocjonalną, intuicyjną i automatyczną. Według tego poglądu „zmianę” lateralizacji w rozpoznawaniu muzyki obserwujemy dlatego, że muzycy przyjmują strategię analityczną, podczas gdy niemuzycy – holistyczną.

Określenia „analityczny” i „holistyczny” mają dość szerokie konotacje, lecz zakłada się, że ich zastosowanie w muzyce dotyczy różnic takich, jak te, które występują pomiędzy procesem przetwarzania konturu melodii a przetwarzaniem rozmiarów interwałów, z czego ten pierwszy jest procesem holistycznym, drugi zaś analitycznym (Sloboda, 2002).

Również Z.M. Kurkowski (2018) zaznacza, że w prawej półkuli następuje przetwarzanie bodźców dźwiękowych pojmowanych całościowo – muzyka, prozodia mowy, uliczny szum. Lewa półkula zaś specjalizuje się w analizie bodźców dźwiękowych wymagających sekwencyjnego przetwarzania – przebiegi muzyczne (u muzyków), złożone struktury wypowiedzi, analiza dźwięków fizycznych.

M. Pąchalska (2019) zauważa, że lateralność związana z przetwarzaniem muzyki wiąże się również z ręcznością. Badając percepcję dźwięków mowy u osób praworęcznych, zauważa się zaangażowanie różnych obszarów prawej półkuli, a u osób leworęcznych lewej półkuli mózgu, w co zaangażowany jest także tzw. system Ja.

Rozwój logicznej i przestrzennej spójności jest uwarunkowany prawidłowym funkcjonowaniem całego mózgu. Zapewniają to nie tylko prawidłowo działające struktury, ale także połączenia w obrębie każdej półkuli, między obiema półkulami oraz ich połączenia ze strukturami podkorowymi (Pąchalska, Kaczmarek i Kropotov 2014).



Ryc. 1.6. Różnice w funkcjonowaniu prawej i lewej półkuli mózgu w systemie Ja. Źródło: Pąchalska, M. (2019). Integrated self system: microgenetic approach. *Acta Neuropsychologica*, 17(4), s. 349–392. Tłumaczenie na język polski zawarto w *Aneksie*

Dominująca półkula mózgu (zwykle lewa u osób praworęcznych) jest ściśle związana z funkcjami językowymi. Zapewnia więc spójność logiczną możliwą dzięki obrazom językowym, na które składają się modele językowe, gramatyka i słownictwo, a także wewnętrzna narracja i dialog. Ważną rolę odgrywa również umiejętność językowej ekspresji, którą umożliwiają sprawnie funkcjonujące narządy artykulacyjne i kończyny

(pisanie i sygnalizacja wypowiedzi językowych). Na tej podstawie powstają teksty językowe, wśród których szczególną rolę odgrywa narracja i dialog zewnętrzny, umożliwiając kontakt z innymi ludźmi.

Półkula subdominacyjna mózgu jest ściśle związana z funkcjami niejęzykowymi (zwykle prawa u osób praworęcznych). W ten sposób zapewnia spójność przestrzenną opartą na niejęzykowych obrazach: modelach obrazu i „gramatyce ciała”, czyli obrazach wywoływanych mimiką, gestami i sekwencją ruchów (pantomima). Umożliwia to poprzez wykorzystanie mimiki twarzy, narządów fonicznych (wokalizacja), kończyn (gesty) i całego ciała (pantomima, „mowa ciała”), tworząc niejęzykowe komunikaty: akustyczne (głos, dźwięk) i wizualne (rysunek, gest).

Osoby z uszkodzeniem mózgu wykazują zaburzenia spójności logicznej lub przestrzennej w zależności od umiejscowienia uszkodzenia (struktury i połączenia nerwowe) w prawej lub lewej półkuli mózgu. Reprezentacje językowe są mniej lub bardziej zdeintegrowane, co utrudnia tworzenie konstrukcji językowych, w wyniku czego proces tworzenia wyobrażeń o sobie i świecie zostaje zaburzony (Pachalska, Kaczmarek, Kropotov, 2014; por. Krzyżak, 2021).

Dominację lewej półkuli dla funkcji mowy związanych z planowaniem ruchów narządów artykulacyjnych, fluencją słowną, umiejętnością rozróżniania dźwięków mowy, mową wewnętrzną czy zachowywaniem w pamięci słuchowych wzorców słów wykazano w wielu badaniach neuropsychologicznych (Zhang i in., 2003; Tanaka i in., 2005; Wildgruber i in., 2005; Sahin i in., 2006; Brown i in., 2006; Fadiga i in., 2009; Bruneau i in., 2012). Potwierdzają ją także badania z zastosowaniem tzw. próby Wady (próba amytałowa)¹¹ (Wada i in., 1975; Falzi i in., 1982; Kolb i Whishaw, 1990). W wyniku tego typu badań dominację lewej półkuli dla funkcji językowych potwierdzono u ok. 96% osób praworęcznych i ok. 70% leworęcznych, u których kontrola czynności mowy umiejscowiona jest w obydwu półkulach lub półkuli lewej. Odwrotny wzorec lateralizacji zaobserwowano u ok. 4% osób praworęcznych i 15% leworęcznych (Bernal i in., 2014), choć niektórzy badacze twierdzą, że u osób leworęcznych tylko w 60% funkcje

¹¹ Test Wady, in. próba amytałowa (ISAP, z ang. *intracarotid sodium amobarbital procedure*) jest to badanie diagnostyczne, inwazyjne, służące do oceny lateralizacji korowych dla funkcji mowy oraz pamięci. Polega na wstrzyknięciu niewielkich ilości substancji chemicznej zwanej amytałem sodu do naczynia krwionośnego (tętnicy szyjnej wewnętrznej). Ponieważ amytał sodu jest środkiem znieczulającym, wyłącza półkulę mózgu po stronie podania, umożliwiając określenie funkcji drugiej, nienaruszonej półkuli mózgowej. Podczas testu pacjent wykonuje zadania (np. nazywanie widzianych przedmiotów) służące do oceny funkcji mowy oraz pamięci. Metodę opisał japoński neurolog Juhn Atsushi Wada.

językowe związane są z lewą półkulą (Obrębowski, 2005). Zmiana wzorca lateralizacji możliwa jest także w przypadku niektórych chorób, np. padaczki skroniowej lewostronnej. U tych pacjentów zwiększa się prawdopodobieństwo atypowej, prawostronnej lateralizacji dla funkcji językowych (Hamberger i Cole, 2011). Zakłada się, że przewlekła aktywność epileptyczna wywołuje przesunięcie obszarów przetwarzania języka z lewej półkuli do prawej (Liégeois i in., 2004; Janszky i in., 2006). W przypadku zaburzeń neurorozwojowych (np. ze spektrum autyzmu), psychiatrycznych (m.in. schizofrenii) czy specyficznego zaburzenia rozwoju językowego (ang. *specific language impairment*, SLI) występuje ograniczenie lateralizacji półkul mózgowych dla funkcji mowy. Jerzy Szaflarski i jego współpracownicy (2002) zwracają uwagę, że także w przypadku osób leworęcznych lub z historią leworęczności w rodzinie, a także u osób oburęcznych częściej można zaobserwować obustronną lub mieszaną aktywację ośrodków mowy, np. ośrodka Broki w prawej półkuli oraz ośrodka Wernickego w lewej. Obszary mózgu związane z mową mogą wykazywać u tych osób zmniejszony poziom specjalizacji w porównaniu do osób praworęcznych. W badaniach przeprowadzonych z udziałem dzieci w wieku 5–18 lat z zastosowaniem rezonansu magnetycznego (fMRI) i bodźców werbalnych prowadzonych przez J. Szaflarskiego dziesięć lat później (Szaflarski i in., 2012) stwierdzono aktywację lewej półkuli w obszarach mowy u 85% leworęcznych, 11% prezentowało obustronne pobudzenie półkul mózgowych, u 1% zaś zaobserwowano prawostronną lateralizację dla funkcji mowy. W grupie kontrolnej – praworęcznych – stwierdzono lewostronną lateralizację u 93% badanych, 6% prezentowało obustronną aktywację, 2% zaś prawostronną. Specjalizacja lewopółkulowa rozwijała się wraz z wiekiem w obu grupach. Obserwowano jednak inny model kształtowania się specjalizacji półkulowej u dziewcząt niż u chłopców. Częstość występowania atypowej – obustronnej lub prawostronnej – lateralizacji językowej u leworęcznych dzieci była podobna jak u dorosłych. Zaobserwowano także podobne wskaźniki wzrostu lateralizacji lewej półkuli dla języka wraz z wiekiem w obu grupach badanych, co może świadczyć o obecności podobnych mechanizmów lateralizacji językowej u dzieci leworęcznych i praworęcznych oraz o tym, że wzrost specjalizacji lewopółkulowej dla funkcji mowy następuje wprost proporcjonalnie do nabywania kompetencji językowej.

W kontekście lateralizacji słuchowej, specjalizacji i dominacji półkulowej niezwykle interesujące są doniesienia na temat lewego *planum temporale*. Ta trójkątna struktura znajdująca się w dolnej części płata skroniowego w szczelinie Sylwiusza jest jednym z ważniejszych obszarów kory zaangażowanych w procesy językowe, gdyż sta-

nowi słuchowy obszar asocjacyjny, jest centrum ośrodka Wernickego. Liczne badania wskazują, że obszar ten jest zdecydowanie większy w lewej półkuli już od pierwszych dni życia. Brak asymetrii stwierdzono jednakże u 70% osób z dysleksją i zaledwie 30% bez dysleksji (Cieszyńska i Korendo, 2007).

W literaturze znajdujemy wiele doniesień na temat badań związku ręczności z asymetrią *planum temporale* z wynikami na korzyść osób praworęcznych. Wraz z rozwojem metod neuroobrazowania i badań z ich zastosowaniem stwierdzono, że asymetria *planum temporale* jest statystycznie większa u praworęcznych mężczyzn niż kobiet (Kulynych i in., 1994; Gołąb 2000; Obrębowski, 2005). U osób leworęcznych i oburęcznych asymetria lewego *planum temporale* była mniej znaczna, a czasem nie występowała (Annett, 1992; Foundas i in., 1995).

Do tej pory kwestię *planum temporale* rozpatrywano raczej w kontekście braku asymetrii, co wiązano z dysleksją lub chorobami psychicznymi. Okazuje się jednak, że ta struktura mózgowia wykazuje szczególną asymetrię u muzyków. Sugerowano nawet, że może to stanowić anatomiczne podłoże uzdolnień muzycznych. Schlaug i współpracownicy (1995) zbadali za pomocą rezonansu magnetycznego rozmiar lewego *planum temporale* u muzyków i niemuzyków. W badaniach wykazano, że obszar ten był szczególnie większy u muzyków posiadających słuch absolutny. Rozpoczynali oni kształcenie muzyczne przed 7. rokiem życia i pozostaje otwarte pytanie, czy owa większa asymetria była wrodzona czy nabyta. W badaniach Ohnishi (2001) *planum temporale* wykazywało szczególną aktywność, gdy wysoko wykwalifikowani muzycy słuchali dźwięków pianina. W badaniach Zaehle (2004) ochotnikom zaprezentowano sylaby lub szum, a zadanie polegało na rozpoznaniu i kategoryzacji zasłyszanych próbek. Podczas procesu rozpoznawania uaktywniało się właśnie *planum temporale*, konkretnie jego lewopółkulowy obszar.

W 2013 roku S. Elmer i współpracownicy dokonali przeglądu doniesień dotyczących *planum temporale* i przeprowadzili eksperyment, w którym muzycy i niemuzycy badani funkcjonalną metodą neuroobrazowania (fMRI) wysłuchali bodźców akustycznych w postaci sylab otwartych. Badanie wykazało aktywację dolnej lewej części płata skroniowego. Obie grupy osiągnęły porównywalne wyniki w kategoryzacji sylab, jednak muzycy radzili sobie zdecydowanie lepiej w kategoryzacji bodźców o zredukowanym spektrum akustycznym. Lepszej wydajności percepcyjnej towarzyszyła zwiększona aktywność powierzchni kory w rejonie lewego *planum temporale*, co stanowi dowód na związek pomiędzy doświadczeniem muzycznym a przetwarzaniem szybko następu-

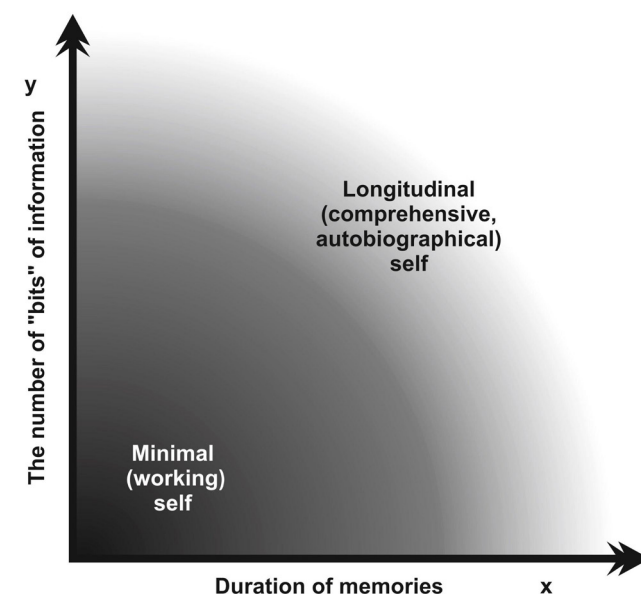
jących po sobie fonemów. Owe doniesienia stanowią mogą zatem przyczynek do poszerzonych badań nad kwestią, czy trening i zdolności muzyczne mogą wpływać na rozwój kompetencji językowych (Elmer i in., 2013).

W swoich badaniach Laura Sebastiani i Elena Castellani (2016) doszły do wniosku, że trening muzyczny modyfikuje obszary neuronalne związane zarówno z muzyką, jak i mową oraz poprawia percepcję i różnicowanie wypowiedzi językowych, dzięki zaangażowaniu różnych obszarów prawej półkuli związanych z przetwarzaniem muzyki.

W badaniu własnym (Krzyżak, 2021), z użyciem testu rozdzielności słyszenia słów w warunkach uwagi rozproszonej osoby wykształcone w zakresie przetwarzania i wykonywania muzyki osiągnęły wyniki świadczące o zdolności do przetwarzania obuusznego, podczas gdy w grupie niemuzyków wszyscy respondenci wykazywali przewagę percepcji prawousznej dla bodźców językowych. W warunkach uwagi nieskupionej na bodźcu muzycy udzielili również więcej poprawnych odpowiedzi dla lewego ucha niż osoby niebędące muzykami. Może to świadczyć o zwiększonym udziale prawej półkuli w przetwarzaniu dźwięków mowy. Wyrażna dominacja prawego ucha u niemuzyków wskazuje na dominację lewej półkuli dla bodźców werbalnych. Wykazali to także w innych badaniach Siti Mukari i współpracownicy (2006), Deborah Moncrieff i współpracownicy (2009), Alfredo Romero-Diaz i współpracownicy (2011). Badania przeprowadzone na pacjentach z rozszczepionym mózgiem (Springer, 2004; Brown, 2015) wskazują na rolę spoidła wielkiego w przekazywaniu informacji z ucha do półkul. Powszechna opinia o drodze bodźców słuchowych do mózgu zakłada, że bodźce ucha prawego mają bezpośredni dostęp do półkuli lewej, podczas gdy bodźce ucha lewego są najpierw odbierane w półkuli prawej, a następnie w lewej. Trudność w identyfikacji materiału z lewego ucha jest spowodowana utratą niektórych informacji podczas transferu międzypółkulowego. Pełnego wyjaśnienia tego zjawiska dostarcza teoria mikrogenetyczna stworzona przez Browna (2015) i rozwinięta przez M. Pąchalską (2019), która zakłada, że proces percepcji i działania jest integralnie powiązany z funkcjonowaniem mózgu/umysłu w czasie (4D), w procesie pulsujących stanów umysłu (5D), w procesie kształtowania się percepcji i działania w innych wymiarach hiperprzestrzeni (6D–10D), systemem Ja i tożsamością człowieka (także zawodową, w tym przypadku muzyków i niemuzyków).

M. Pąchalska (2019) na podstawie wieloletnich badań klinicznych udowadnia, że system Ja zmienia się w czasie (4D), dostosowuje się do stanów umysłu (5D), tworząc różną liczbę „bitów” informacji, zaznaczonych na osi x, związanych z czasem trwania

wspomnień – oś y. System Ja zależy również od grawitacji (6D) i innych wymiarów hiperprzestrzeni (6D–10D) dotychczas nieznanych w neuronauce (Kaku, 1995, 2011), co ilustruje zmieniający się kolor tła na wykresie.



Ryc. 1.7. Stan umysłu/mózgu w wymiarach hiperprzestrzennych. Źródło: Pąchalska 2019, modified. Tłumaczenie na język polski zawarto w *Aneksie*

Należy podkreślić, że proponowane podejście ma charakter procesualny, wyjaśnia spójność, jedność, ciągłość i odrębność transferu międzypółkulowego (por. Krzyżak, 2021).

1.4. Pamięć i uwaga słuchowa

Pamięć to zdolność przechowywania i odtwarzania informacji. Zagadnienia zapamiętywania i zachowywania wspomnień stanowią obiekt zainteresowania badaczy od ponad stu lat. W wyniku dyskusji, w ramach której podnoszono, czy należy ją traktować jako jednolity system, czy zespół odrębnych jakościowo systemów, zaczęto skłaniać się ku pogładowi wieloaspektowej struktury pamięci, zgodnie z którym wyodrębniono jej kilka podsystemów, z których dwa podstawowe to pamięć krótkotrwała i długotrwała. W tworzeniu pamięci wyróżnia się cztery fazy: (1) zapamiętywanie; (2) przechowywanie informacji w neuronach; (3) odtwarzanie; (4) rozpoznawanie informacji (Vetulani, 2010).

Pamięć krótkotrwała to zdolność zapewniająca zapamiętywanie bodźców zmysło-

wych i przetwarzanie ich w danej chwili. W jej powstawaniu kluczową rolę pełnią impulsy elektryczne i neuroprzekaźniki, szczególnie acetylocholina. Umożliwia uczenie się i przyswajanie nowych informacji a opracowywana jest w hipokampie w postaci engramów białkowych przekazywanych w kolejnej fazie do ośrodków korowych. Jest nietrwała i to ona najczęściej ulega zaburzeniom w chorobach lub pod wpływem silnego bodźca. Pamięć długotrwała to efekt przetworzenia pamięci krótkotrwałej w hipokampie. Magazynowana jest w ośrodkach korowych płata skroniowego i czołowego. Wyróżnia się jej dwa typy: deklaratywną, która dzieli się na semantyczną (słowa, nazwy) i epizodyczną (wydarzenia), oraz proceduralną – świadomą (dotyczy czynności wyuczonych) i nieświadomą (czynności automatyczne, np. chodzenie) (por. Domżał, 2013).

Aby podkreślić funkcjonalną rolę pamięci krótkotrwałej, w literaturze przedmiotu często używa się pojęć „pamięć operacyjna” lub „pamięć robocza” (ang. *working memory*) (Baddeley, 1990, 1992; Berz, 1995; Pallesen i in., 2010; Elyse i in., 2011; Schulze i Koelsch, 2012; Hansen, 2012; Okhrei i in., 2016; Talamii i in., 2017; Escobar i in., 2020 i inni).

Pamięć robocza odpowiedzialna jest za tymczasowe przechowywanie i jednocześnie manipulację informacją, co ma kluczowe znaczenie dla wyższych funkcji poznawczych, takich jak planowanie, rozwiązywanie problemów i rozumowanie, ale także rozumienie i docenienie wartości mowy i muzyki (Schulze, 2012).

Alan Baddeley i Graham Hitch (1974) opracowali model pamięci roboczej, który zakłada istnienie systemu kontroli uwagi działającego w połączeniu z dwoma systemami pomocniczymi – wzrokowo-przestrzennym i pętlą fonologiczną. System wizualno-przestrzenny przetwarza i przechowuje informacje wizualne i przestrzenne, pętla fonologiczna zaś reprezentuje werbalną pamięć krótkotrwałą. Podkreśla się podobieństwo pomiędzy pamięcią krótkotrwałą a pewnego rodzaju warsztatem, w którym informacja dostarczona z zewnątrz za pośrednictwem zmysłów wspólnie z danymi pobranymi z pamięci długotrwałej przetwarzana jest w nową, bardziej odpowiednią postać. Wzajemne oddziaływanie pamięci długotrwałej i roboczej gwarantuje czwarty komponent modelu – bufor epizodyczny. Zakłada się, że ten system o ograniczonej wydajności syntetyzuje informacje z systemów pomocniczych, przechowuje je w kodzie multimodalnym i umożliwia interakcję między pamięcią roboczą a długotrwałą (Baddeley, 2000)¹².

¹² Z procesami pamięci, szczególnie w kontekście języka, łączyć trzeba zjawisko rutynizacji, zwane także automatyzacją, utrwalaniem, kształtowaniem nawyku. To pojęcie wywodzące się z psychologii, które definiuje się jako nabywanie „wprawy w zakresie wykonywania czynności na skutek treningu, czyli powtarzania tej czynności w tych samych lub zmiennych warunkach zadania” (za: Nęcka, Orzechowski, Szymura,

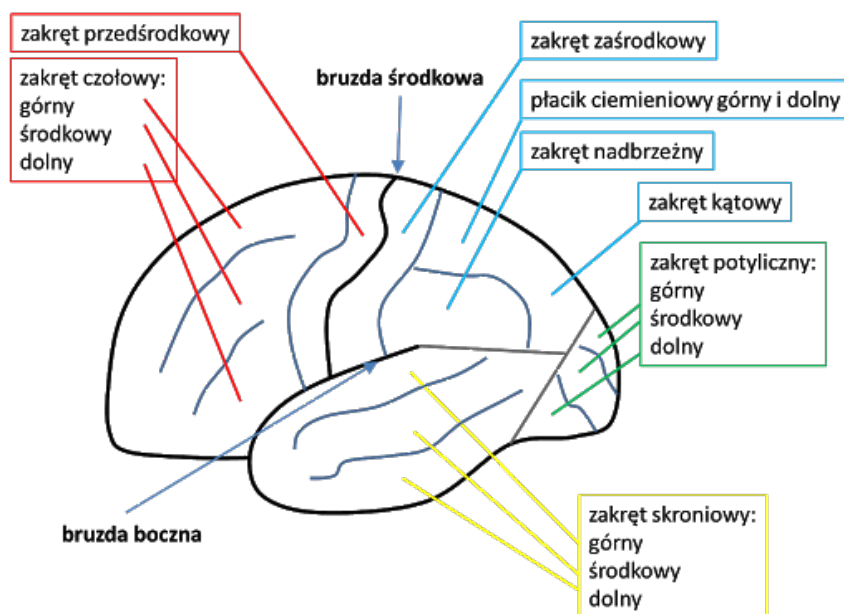
Osoby z wykształceniem muzycznym mogą prezentować inną strategię rejestrowania w pamięci, posługując się metodami, jakie przyjmują podczas rozpoznawania i zapamiętywania wysokości, kiedy to wykorzystują między innymi takie czynniki pomocnicze, jak pamięć barwy dźwięku, napięcia mięśni gardła czy pamięć długotrwała pojedynczego standardu (Szymańska, 2002).

Chociaż ilość informacji, które można przechowywać w pamięci roboczej, jest ograniczona (Baddeley, 2003), badania wykazały, że jej wydajność może być poprawiona przez użycie strategii, na przykład podział informacji na mniejsze jednostki. Podczas porcjowania informacji elementy są organizowane w zbiory z silnymi powiązaniem między elementami wewnątrz zbiorów i słabszymi pomiędzy poszczególnymi zbiorami (Gobet i in., 2001).

Zapamiętywanie oparte na strategii było najczęściej badane przy użyciu materiału wizualno-przestrzennego lub werbalnego (Gobet i in., 2001; Savage i in., 2001; Bor i in., 2003, 2004; Bor i Owen, 2007, Talamini, 2016). W badaniach wykazano, że kodowanie bodźców ustrukturyzowanych wiąże się z silniejszą obustronną aktywacją bocznej kory przedczołowej w tym dolnego zakrętu obręczy i obustronną aktywacją dolnego płata ciemieniowego (pole Brodmanna 40). Obserwacje i wnioski zostały pop-

2013, s. 231; por. także Langacker, 2003, s. 33; Mietz, 2016, s. 134; Mietz, 2016a). Na skutek długotrwałych i systematycznych ćwiczeń dochodzi do automatyzacji, a więc wytworzenia się czynności automatycznej, zwanej nawykiem. Przebieg owej czynności staje się szybki, bezwysiłkowy oraz pozbawiony większych poznawczych kosztów; jej realizacja dokonywana jest natomiast bez namysłu oraz kontroli ze strony świadomości (Nęcka, Orzechowski, Szymura, 2013, s. 231–232; Chlewiński, 1991, s. 46; Nęcka, 2004, s. 78–79; Mietz 2016, s. 134; Mietz 2016a). Automatyzacja czynności nie pozbawia jej celowości czy intencjonalności, umożliwia jedynie uwolnienie zasobów systemu poznawczego, które wcześniej związane były z jej wykonywaniem, pozwalając na ich inne przeznaczenie. Sens zautomatyzowania opiera się więc na tym, iż świadoma uwaga jest skupiona na obsłudze czynności wyższego rzędu, będącej trudną do zautomatyzowania bądź takiej, w przypadku której byłoby ono niewskazane (Nęcka 2004, s. 79; Chlewiński 1991, s. 46; Mietz 2016, s. 134; Mietz, 2016a). Jak pisze Nęcka, wszelkie czynności związane z posługiwaniem się językiem w szczególny sposób zależą od skutecznej i szybkiej automatyzacji. Na świadomym poziomie podejmuje się tylko decyzję o tym, co ma zostać powiedziane bądź napisane. Za obsługę wykonawczych czynności odpowiada nieświadoma, „nieuważna”, chociaż przeważnie bardzo sprawna, kontrola lokalna (Nęcka, 2004, s. 79; MacQueen, 2003, s. 206–207; Mietz, 2016 s. 135; Mietz, 2016a). Zdaniem Langackera rutynizacja stanowi jedno ze zjawisk psychologicznych, pełniących zasadniczą rolę w języku, lecz nieprzejawiających się jedynie w tej sferze, podobnie jak: abstrakcja, schematyzacja, porównywanie, kategoryzacja, integracja (kompozycja), skojarzenie (asocjacja) oraz symbolizacja (Langacker, 2003, s. 33–36). Z kolei Bierwiaczonek rutynizację definiuje tak: „Rutynizacja, zwana także automatyzacją lub tworzeniem nawyku poznawczego (*entrenchment*), to proces tworzenia się jednostek językowych na skutek dużej ilości powtórzeń” (za: Bierwiaczonek, 2006, s. 448; por. także Langacker, 2003, s. 33; Mietz, 2016, s. 135; Mietz, 2016a). Rutynizacja na poziomie neuronowym zachodzi dzięki wzmocnieniom połączeń synaptycznych. Zgodnie z koncepcją D.O. Hebb’a każdorazowe jednoczesne wystąpienie pre- i postsynaptycznej aktywności w określonej grupie neuronów zwiększa prawdopodobieństwo ich przyszłej współaktywności. Utrzymywanie się długotrwałej potencjacji (LTP) powoduje wzrost wagi synaptycznej, czyli siły połączeń pomiędzy neuronami w neuronowej sieci (Bierwiaczonek, 2006, s. 461; Mietz, 2016, s. 141; Mietz, 2016a).

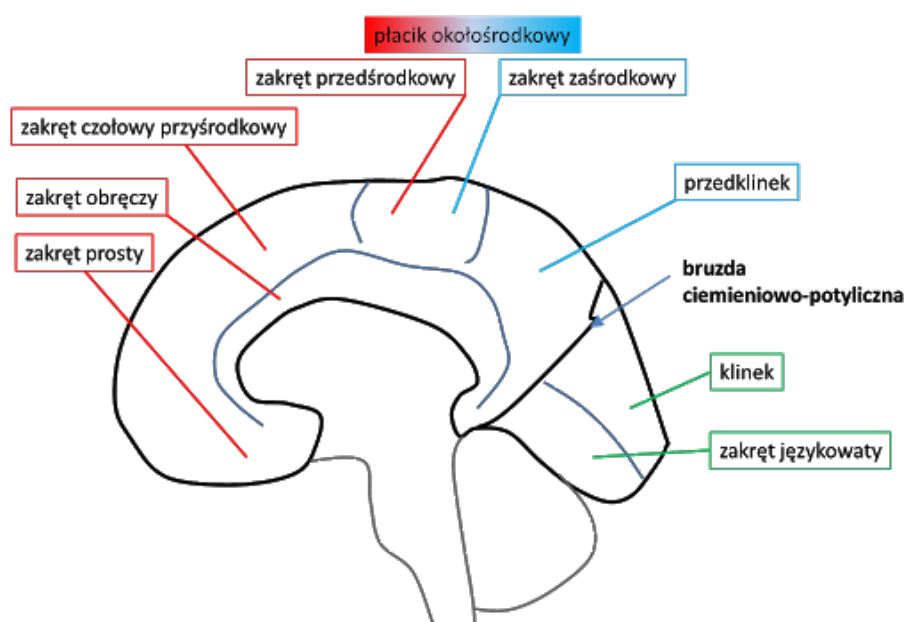
arte w badaniach Daniela Bora i współpracowników (2004) dla bodźców werbalnych (cyfry) zawierających struktury matematyczne lub będących nieustrukturyzowanymi. Zaobserwowano znacznie lepszą wydajność pamięci podczas kodowania materiału ustrukturyzowanego, co także wiązało się z silniejszą aktywacją głównie bocznej kory przedczołowej w tym dolnego zakrętu obręczy i grzbietowo-bocznej kory przedczołowej oraz obustronnie dolnego płata ciemieniowego.



Ryc. 1.8. Zakręty i bruzdy I – schemat mózgu. Pobrało z: neuropsychologia.org (6.05.2021)

W przypadku przetwarzania bodźców językowych, jedną ze strategii zapamiętywania jest organizacja semantyczna polegająca na kategoryzowaniu. Wiąże się ona z silniejszą aktywacją lewej grzbietowo-bocznej kory przedczołowej (pole Brodmanna 9) i lewego dolnego zakrętu czołowego (pole Brodmanna 45/46) (Savage i in., 2001; por. Schulze, 2011b). Katrin Schulze i współpracownicy (2011b) w swoich badaniach z zastosowaniem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) próbowali dociec, które korelaty neuronowe wiążą się z opartą na strategii pamięcią operacyjną niewerbalnych informacji dźwiękowych. W tym celu zastosowano ustrukturyzowane (tonalne) i nieustrukturyzowane (atonalne) bodźce muzyczne złożone z pięciotonowych sekwencji. Badania wykazały, że zarówno muzycy, jak i niemuzycy zapamiętują bodźce muzyczne składające się z wysokości należących do skali (tonalne bodźce muzyczne) łatwiej niż atonalne, choć muzycy zapamiętywali je zdecydowanie lepiej. Przypuszczalnie ich wiedza o muzycznych prawidłowościach przyczyniła się do dłuższego zachowania ustrukturyzowanych (tonalnych) sekwencji w pamięci operacyjnej. Podczas próby sekwencji

tonalnej w porównaniu z atonalną prawa dolna bruzda przedśrodkowa oraz prawa kora przedruchowa, a także obszar lewej bruzdy śródciemieniowej u muzyków były silniej aktywowane niż u niemuzyków. Prawa kora przedruchowa jest również ważna dla werbalnej pamięci operacyjnej i przewarzania wysokości dźwięku (Baddeley, 2003; Koelsch i in., 2009; Schulze i in., 2012). Badania K. Schulze wykazały, że sieć boczna przedczołowa i sieć ciemieniowa (w tym odpowiednie prawa dolna bruzda przedśrodkowa i prawa kora przedruchowa, a także lewy obszar bruzdy śródciemieniowej) są silniej zaangażowane w oparte na strategii operacje pamięci roboczej dla niewerbalnych bodźców słuchowych. Sieć ta zaangażowana jest także w strategiczne przetwarzanie dla bodźców wzrokowych i słuchowo-werbalnych (Bor i in., 2003, 2004; Bor i Owen, 2007, Fennell, 2021), co wskazuje, że jej aktywacja nie zależy od modalności.



Ryc.1.9. Zakręty i bruzdy II – schemat mózgu. Pobrało z: neuropsychologia.org (6.05.2021)

K. Schulze i S. Koelsch (2012) dokonali także przeglądu wyników badań behawioralnych i neuroobrazowych dotyczących podobieństw i różnic między werbalną a tonalną pamięcią roboczą, wpływu treningu muzycznego oraz zastosowania strategii pamięci operacyjnej dla zapamiętywania tonów. Podczas wykonywania zadań w grupach muzyków i niemuzyków stwierdzono porównywalną aktywność struktur korowych – obszar Broki, kora przedruchowa, dolny płat ciemieniowy. Zasugerowano jednak istnienie u muzyków dwóch pętli odpowiedzialnych za przetwarzanie dźwięku – tonalnej i fonologicznej. Wniosek opiera się na odkryciach korelatów neuronalnych, częściowo

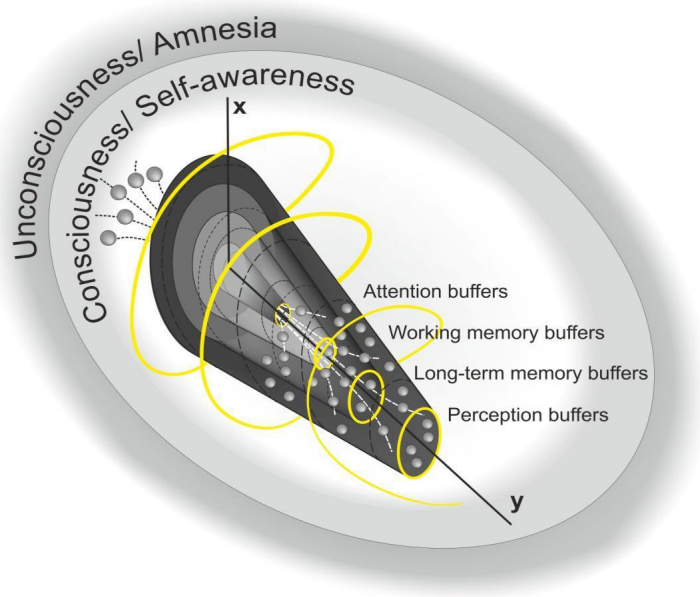
różniących się od tych występujących u niemuzyków, leżących u podstaw werbalnej i tonalnej pamięci operacyjnej, co sugeruje, że owa plastyczna zmiana funkcjonalna mózgu została wywołana przez trening muzyczny. K. Schulze i S. Koelsch zauważyli ponadto silny związek między produkcją dźwięku a dźwiękową pamięcią operacyjną. Dane wskazują, że zarówno werbalna, jak i tonalna pamięć robocza u muzyków oparta jest na wiedzy o tym, jak wytwarzać dźwięki, które mają być zapamiętane – reprezentacje somotoryczne zaangażowane są w przechowywanie informacji dźwiękowych w pamięci operacyjnej. Potwierdzić to mogą także eksperymenty Szczepanowskiego i współpracowników (2015/2016) którzy w oparciu o założenia teorii radykalnej plastyczności, korzystając z techniki potencjałów wywołanych ERP, badali wpływ świadomości na uczenie się różnicowania bodźców słuchowych. W wyniku czterotygodniowego treningu różnicowania bodźców słuchowych w paradygmacie bodźców odstających¹³ nastąpił wzrost amplitudy fali niezgodności MMN (ang. *mismatch negativity*)¹⁴, co sugeruje, że świadome uczenie się różnicowania bodźców słuchowych prowadzi do zwiększenia aktywności neuronalnej reprezentacji tych bodźców w mózgu, z zastrzeżeniem, że trwałe polepszenie zdolności różnicowania wymaga świadomości dostępu potencjalnego.

Artem Okhrei i współpracownicy (2016) badali z kolei grupy muzyków i niemuzyków w testach funkcjonalnych liter, cyfr i kształtów wzrokowej pamięci operacyjnej. Skuteczność wykonywania zadań w obu grupach była podobna, praworęczni odpowiadali jednak zdecydowanie szybciej niż leworęczni, a asymetria ruchowa była bardziej widoczna w grupie niemuzyków. Wraz ze wzrostem złożoności zadania muzycy nie wykazywali opóźnionej reakcji na bodziec w przeciwieństwie do niemuzyków, prawdopodobnie na skutek stosowania innych wzorców przeszukiwania pamięci roboczej i lepszej integracji międzypółkulowej.

¹³ Paradygmat bodźców odstających (ang. *oddball paradigm*) – to paradygmat aktywny. W zadaniu behawioralnym wymaga od podmiotu działania – naciśnięcie przycisku w odpowiedzi na dewiant lub ciche liczenie liczby dewiantów; dewiant – określenie stosowane w neuropsychologii, bodziec docierający do odbiorcy, niepasujący do innych prezentowanych bodźców. Za: Kropotov J.D. (2009). *Methods: Neuronal Networks and Event-Related Potentials*. W: *Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy*. Academic Press, Elsevier Science Publishing Co Inc., Amsterdam, s. 325–365.

¹⁴ Fala niezgodności MMN (ang. *mismatch negativity*) – egzogeny potencjał wywołany topografią czołowo-centralną. Fala niezgodności pojawia się, gdy pośród docierających bodźców wkrada się dewiant. Może pojawić się również w przypadkach, gdy bodźce różnią się częstotliwością występowania, natężeniem lub czasem trwania. Pojawia się po upływie 50 ms od wystąpienia dewianta, a jej największą amplitudę obserwuje się po upływie od 100 ms do 200 ms. Za: encyklopedia.biolog.pl. dostęp: 5.05.2021.

Cechami charakterystycznymi dla pamięci krótkotrwałej jest precyzja zapamiętywania oraz czas przechowywania informacji. Badacze uważają, że jest on rzędu od kilku do kilkudziesięciu sekund, a w badaniach pamięci krótkotrwałej u muzyków dowiedli, że informacja o wysokości dźwięku zachowywana jest u nich w pamięci roboczej nieco dłużej (por. Szymańska, 2002; Baddeley, 2003; Koelsch i in., 2009; Schulze, 2012). U słuchaczy bez doświadczenia muzycznego ślad pamięciowy wysokości dźwięku utrzymuje się przez jedną minutę, podczas gdy u słuchaczy z przygotowaniem muzycznym, którzy stosują metodę powtarzania wysokości w myśli, czas ten wynosi trzy minuty (Szymańska, 2002, s. 55), co może prowadzić do wniosku, że muzycy zdecydowanie lepiej radzą sobie w procesie nauki i zapamiętywania. Potwierdzają to badania nad lewym *planum temporale* (Elmer i in., 2013), które wykazały, że u osób wykształconych muzycznie przybiera ono zdecydowanie większe rozmiary niż u osób zdrowych niezwiązanych z praktykowaniem muzyki. Zjawisko to może wyjaśnić zaproponowany przez M. Pąchalską i współpracowników (2014) model pamięci synchronicznej (por. Rys. 4).



Ryc. 1.10. Model pamięci synchronicznej. Źródło: Pąchalska, M., Kaczmarek, B.L.J. i Kropotov, J.D. (2014). *Neuropsychologia kliniczna. Od teorii do praktyki*. Warszawa, s. 373. Tłumaczenie na język polski zawarto w *Aneksie*

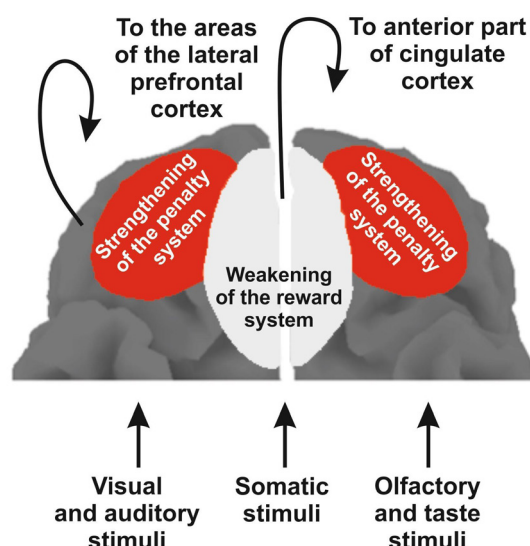
Przestrzenny układ modelu pozwala na przedstawienie na osi x i y zależności między ogólną strukturą systemów uwagi i pamięci (pod względem liczby, zawartości i złożoności przetwarzanych elementów). Można zauważyć, że system uwagi buforuje transfery danych do systemu pamięci roboczej. System ten przetwarza najmniejszą liczbę

bę pierwiastków w najkrótszym możliwym czasie – sekundy lub nawet milisekundy. W miarę jak liczba przetwarzanych elementów informacji i/lub czas trwania przetwarzania przekroczy pewien próg, następuje stopniowe przejście od systemu uwagi (kilka bodźców, kilka milisekund) do systemu pamięci roboczej (kilka do kilkudziesięciu bodźców, kilka milisekund do kilku sekund i/lub minut), w zależności od pojemności bufora pamięci roboczej. W podobny sposób następuje przejście z systemu pamięci roboczej do systemu pamięci długotrwałej. Granica przejścia jest trudna do precyzyjnego określenia i najprawdopodobniej w rzeczywistości nie jest zbyt ostra. W ludzkim mózgu zachodzi ciągły proces, trwający od milisekund do całych lat, kiedy informacje są zapamiętywane, przechowywane, odtwarzane i zapominane. Również pamięć semantyczna i epizodyczna związana jest z liczbą, czasem oraz zawartością i złożonością przetwarzanych danych (Pąchalska, MacQueen, Brown, 2012). Różnice między tymi typami pamięci dotyczą głównie treści informacji. Najdłuższy czas przechowywania jest charakterystyczny dla pamięci długotrwałej, dlatego znajduje się ona u podstaw prezentowanego modelu. Wspomnienia przechowywane w ludzkiej pamięci podlegają stopniowemu procesowi „topnienia” – z biegiem czasu następuje zapomnienie coraz większej liczby szczegółów, często także zapomina się o najważniejszych elementach przechowywanego wydarzenia. To wyjaśnia, dlaczego zakłada się istnienie jakościowych różnic między pamięcią bliskich i odległych wydarzeń. Zdarzenia zbliżone w czasie to te, które miały miejsce w ostatnich minutach, godzinach lub dniach (czasami w dłuższych okresach) i tworzą poczucie teraźniejszości. Zdarzenia odległe przywołujemy z przeszłości, jest to zatem coś, co wydarzyło się dawno temu.

M. Pąchalska (2019) zwraca uwagę na jeszcze jeden ważny czynnik – uznanie społeczne – które aktywuje i wzmacnia w różny sposób układ nagrody (por. Ryc. 1.11)¹⁵, co w kontekście wykonawstwa muzyki może mieć duże znaczenie. Przyjemne doznania wywołują pozytywne emocje, ponieważ stymulują system nagrody poprzez tworzenie połączeń od podstawowej części kory czołowej do przedniej (emocjonalnej) części przedniej kory zakrętu obręczy prawej i lewej półkuli. Jednocześnie system kar

¹⁵ Układ nagrody – zespół ośrodków i dróg nerwowych sterujący stanami przyjemności i przykrości oraz regulujący nastrój; ośrodkiem układu nagrody jest pole brzuszne wieczka śródmózgowia, z którego wychodzą włókna nerwowe dopaminergiczne unerwiające struktury należące do układu limbicznego, jak boczna część podwzgórza, przegroda, jądro półleżące i ciało migdałowe; w regulacji nastroju przez układ nagrody biorą też udział drogi noradrenergiczne i serotonergiczne; zaburzenia funkcjonowania układu nagrody mogą prowadzić do euforii lub do obniżenia nastroju typu depresji. Za: encyklopedia.pwn.pl. dostęp: 5.05.2021.

jest osłabiony. Siła i czas trwania tych emocji wiąże się ze znaczeniem wydarzenia dla muzyków i niemuzyków. Pozytywne reakcje publiczności mogą więc modyfikować Ja minimalne (robocze) i Ja podłużne (autobiograficzne), wzmacniając znaczenie danego wydarzenia (negatywnego lub pozytywnego) (por. Pąchalska, 2019; Krzyżak, 2021).



Ryc. 1.11. System nagród/kar: część środkowa obejmuje przetwarzanie nagrody, część boczna przetwarzanie kary. Źródło: Pąchalska, 2019, modified. Tłumaczenie na język polski zawarto w *Aneksie*

Warto zastanowić się także, czy pamięć słuchowa (ang. *auditory memory*) jest uzależniona od uwagi słuchowej (ang. *auditory attention*).

Uwaga słuchowa polega na selekcji oraz intensyfikacji bodźców dźwiękowych, co dotyczy przede wszystkim dwóch kanałów, którymi dociera dźwięk: ucha lewego i prawego. Kryteria selekcji prawo- lub lewousznej nie są łatwe do ustalenia, decydują jednak bez wątpienia o zjawisku lateralizacji obwodowej i centralnej. Ponadto istnienie uwagi słuchowej zewnętrznej (dotyczy bodźców docierających z zewnątrz) i uwaga wewnętrzna (odbiór bodźców wewnętrznych) sugeruje istnienie zjawiska lateralizacji w zakresie percepcji dźwięków zewnętrznych i kontroli słuchowej produkowanych dźwięków (Kurkowski, 2013).

Należy uwzględnić możliwość istnienia różnych mechanizmów kierujących uwagą w odmiennych procesach poznawczych. Podstawowe funkcje uwagi wymieniane w literaturze to przede wszystkim orientacja ku bodźcom sensorycznym, badanie elementów przestrzeni zewnętrznej oraz wewnętrznej, a także utrzymywanie organizmu w gotowości percepcyjnej. Wśród składników uwagi wyróżnia się koncentrację, zdol-

ność przeszukiwania pola percepcyjnego, podzielność, wybiórczość, przełączanie i czujność (por. Le Pelley i in., 2016; Risko i Kingstone, 2017; Addleman i Jang, 2019a, 2019b; Laffere i in., 2020). Wydajność pamięci roboczej można poprawić poprzez uporządkowanie materiału, który ma być zapamiętany, a to wymaga włączenia uwagi (Gobet i in., 2001).

Niemożliwe jest śledzenie wszystkich bodźców jednocześnie. Świadomej analizie podlegają tylko niektóre elementy ze złożonego bodźca akustycznego. W danym czasie możliwa jest analiza wybranego strumienia percepcyjnego, tego, który wydaje się ważny lub przyciąga uwagę. Percepcja taka została określona jako zjawisko „figura-tło”. Każde ucho traktowane jest jako odrębny kanał percepcyjny, jednakże choć informacje z nich płynące przetwarzane są jednocześnie, następuje osłabienie jakościowe jednej z nich. Rozdzielności słyszenia zaczęto tłumaczyć zatem strategią „figura-tło”, nazywając ją również śledzeniem słuchowym (Kurkowski, 2013).

Uwaga może być mimowolna, kiedy to nowy bodziec uaktywnia świadomość, lub dowolna, gdy kierujemy naszą percepcję na konkretne bodźce. Warto zwrócić w tym miejscu uwagę na rolę pamięci słuchowej, która wymusza selekcję ze względu na pojemność pamięci krótko- i długotrwałej.

W badaniach przeprowadzonych w celu wyjaśnienia, czy pamięć słuchowa jest zależna od uwagi słuchowej, wykazano, że te same wskazówki kierujące uwagą selektywną mają różny wpływ na wynik percepcji – nie wywołują zachowania cech dźwięku, ale pozytywnie wpływają na jego odbiór (Demany i in., 2001). Obserwacja ta implikuje tezę, że pamięć słuchowa jest bardziej automatyczna niż słuchowa percepcja.

W badaniach własnych, prowadzonych z udziałem muzyków i niemuzyków z zastosowaniem testu rozdzielności słyszenia słów, w obu grupach badanych w próbie skupionej uwagi wykazano znacznie wyższy odsetek prawidłowych odpowiedzi podczas stymulacji prawego ucha. Wiele badań wskazuje, że skupienie uwagi na jednym uchu powoduje wzrost liczby prawidłowych odpowiedzi na bodźce docierające do tego ucha oraz zmniejszenie liczby prawidłowych odpowiedzi z ucha przeciwnego (Jancke i in., 2001; Kompus i in., 2012, Gadea i in., 2000, Hiscock i in., 2011). Skierowanie uwagi na ucho lewe najczęściej zwiększa liczbę odpowiedzi dla ucha lewego. W badaniu skupienia na uchu lewym obie grupy miały nieco niższy współczynnik prawidłowej odpowiedzi niż podczas badania ucha prawego, chociaż muzycy radzili sobie lepiej, co może wskazywać na większe umiejętności separacji usznej i kierowania uwagą słuchową (Krzyżak, 2021).

Dowodów na to, że kompetencje muzyczne mogą dawać korzyści poznawcze wykraczające poza przetwarzanie dźwięków muzycznych, dostarczają także w swoich badaniach Karen Pallesen i współpracownicy (2010). Za pomocą badania poziomu utlenienia krwi (BOLD) wykazali zwiększoną aktywację bocznej kory przedczołowej (por. Schulze i Koelsch, 2012) podczas wykonywania przez muzyków zadań wymagających zaangażowania pamięci roboczej. Muzycy w stosunku do niemuzyków mieli również lepsze odpowiedzi BOLD w sieciach neuronowych, które podtrzymują uwagę i kontrolę poznawczą, w tym w obszarach bocznej kory przedczołowej, bocznej kory ciemieniowej, wyspy i skorupy w prawej półkuli oraz obustronnie w tylnej grzbietowej korze przedczołowej i przednim zakręcie obręczy. Związek pomiędzy wykonaniem zadania i skalą odpowiedzi BOLD był silniejszy u muzyków niż u niemuzyków, szczególnie podczas najtrudniejszych zadań związanych z udziałem pamięci roboczej. Wyniki te potwierdzają wcześniejsze ustalenia, że aktywność neuronowa wzrasta podczas zwiększonej wydajności pamięci roboczej. Wyniki sugerują również, że bardziej pojemna i bardziej efektywna w działaniu pamięć operacyjna u muzyków wiąże się ze zwiększoną zdolnością do utrzymywania trwałej kontroli poznawczej, co może być konsekwencją profesjonalnego treningu muzycznego.

Umiejętność generowania i odbierania muzyki oraz zdolność produkcji i rozumienia mowy to cechy i idee właściwe gatunkowi ludzkiemu, wyróżniające go spośród innych gatunków stworzeń. Oba media stanowią systemy, u podstaw których znajdujemy analizę i interpretację złożonych sekwencji w czasie. Oba postrzega się także jako systemy fonologiczne – fonologiczną cechę dystynktywną w muzyce stanowi wysokość dźwięku – i syntaktyczne służące celom komunikacyjnym. Charakterystyczna dla nich jest obecność dyskretnych elementów – słów dla języka i akordów dla muzyki – które łączone zgodnie z określonymi regułami, tworzą odpowiednio skonstruowane struktury – zdania dla języka, melodie dla muzyki – kodowane w liniowych, zależnych od czasu sygnałach. Zarówno język, jak i muzyka czerpią ze wspólnych zasobów neuronalnych, choć bez wątplenia w procesie ich przetwarzania, w zależności od wykonywanego zadania językowego czy muzycznego, specyficzne mózgowe obszary mogą funkcjonować niezależnie, właściwie dla danej modalności. Wielu badaczy wykazało, o czym wspomniano w tym rozdziale, że trening muzyczny stanowi złożoną aktywność, która integruje wiele modalności sensorycznych i funkcji poznawczych wyższego rzędu, a kompetencje muzyczne mogą dawać korzyści poznawcze wykraczające poza przetwarzanie dźwięków muzycznych. Muzyka może regulować także aktywność struktur mózgo-

wych, które odgrywają istotną rolę w emocjach.

U podstaw zaprezentowanych w niniejszej pracy badań znajduje się zdolność ludzkiego mózgu do nieustannej przebudowy w wyniku uczenia się i nowych doświadczeń. Wspólne cechy języka i muzyki oraz wnikliwa analiza światowej literatury i prowadzonych na szeroką skalę eksperymentów skłoniło autorkę do postawienia hipotezy o wpływie wykształcenia muzycznego na percepcję i przetwarzanie mowy (język polski) w poszczególnych jej aspektach, a wyniki behawioralnych badań własnych przeprowadzonych w dwóch grupach – muzyków i niemuzyków – przedstawiono w dalszej części pracy.

2. Kompetencja składniowa i fluencja semantyczna w perspektywie neuro- i psycholingwistycznej

Ze względu na charakter proponowanych w ramach dysertacji doktorskiej badań, także związanych z kompetencją językową, warto przybliżyć pojęcia semantyki oraz syntaktyki i wpisać je w kontekst prowadzonych eksperymentów. Zależność pomiędzy wykształceniem muzycznym, percepcją słuchową, także mowy, a mechanizmem składniowym, stopniem kreatywności językowej czy korzystaniem z zasobów słownika umysłowego¹⁶, to podstawowe zagadnienia, które poddane zostaną analizie w niniejszej pracy.

2.1. Mechanizmy składniowe w świetle psycholingwistyki i muzykologii

W szerokiej perspektywie językoznawczej rozważania dotyczące składni, często utożsamianej z gramatyką, mają bardzo długą historię, która sięga starożytności, kiedy to dociekania na temat języka były domeną filozofów. Pozostawiając na uboczu refleksje lingwistyczne i koncepcje syntaktyczne wieków przeszłych, nie umniejszając oczywiście ich roli w rozwoju myśli językoznawczej, dla dalszych rozważań istotnych dla opisanych w tej pracy eksperymentów ważne są koncepcje stworzone w najnowszych dziejach, gdyż „lingwistyka, rozumiana jako systemowe, metodologiczne badanie języka, to domena wieku XX” (Michalik, 2011, s. 44).

Począwszy od Ferdynanda de Saussure’a proponującego strukturalistyczny model wglądu w język, uznającego, iż „[...] jedynym prawdziwym przedmiotem językoznawstwa jest język rozpatrywany sam w sobie i dla siebie samego” (de Saussure, 2002, s. 258), rozpoczyna się nowy okres w lingwistyce, który można z powodzeniem uznać, jak określa M. Michalik, za okres „naukowości *sensu stricto*” (Michalik, 2011, s. 45), gdzie lingwistyka zaczyna być dyscypliną, w której stosuje się systemowe, metodologiczne podejście do przedmiotu badań.

W latach pięćdziesiątych minionego wieku za sprawą Noama Chomsky’ego nastąpił rozwój nowej koncepcji lingwistycznej – generatywizmu. Chomsky, dla którego szczególnie ważna była problematyka syntaktyki, swoją teorię języka stworzył opierając się na analizie składniowej. Tymczasem lata siedemdziesiąte XX w. zaowocowały po-

¹⁶ Słownik umysłowy (słownik mentalny, leksykon umysłowy) – zinternalizowana wiedza o właściwościach słów, mechanizm poznawczy umożliwiający świadomą i nieświadomą aktywność leksykalną (por. Gonia, J. i Libben, G. (2007). *The Mental Lexicon: Core Perspective*, Pavilion Books, London).

wstaniem równolegle do nurtu generatywnego lub inaczej transformacyjno-generatywnego paradygmatu kognitywnego, gdzie obok kwestii semantycznych oraz poznawczych znajdują także miejsce rozważania na temat składni. Wszystkie wspomniane kierunki myśli językoznawczej – strukturalizm, generatywizm oraz kognitywizm – wzajemnie się przenikają i na siebie wpływają.

Słabość jednego z nich przyczyniła się do rozwoju drugiego, nienegującego jednakże do końca osiągnąć poprzednika. Tym samym rozkwit jednego paradygmatu nie musiał oznaczać regresu i nieproduktywności drugiego. (...) Tak było w latach pięćdziesiątych, kiedy to generatywizm czerpał z formalnego strukturalizmu, oraz w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych, gdy generatywizm koegzystował z kognitywizmem (Michalik, 2011, s. 45).

Obecnie zresztą to właśnie Chomsky'ego uznaje się za prekursora kognitywizmu, gdyż proponowane przez niego formalizm, redukcjonizm oraz mentalizm zostały zaaprobowane i implementowane w kognitywistyczny nurt myślenia o języku (por. Bobrowski, 2009).

Charakterystyczny podział stosowany we współczesnym językoznawstwie, czyli odróżnienie kompetencji jako znajomości systemu językowego od praktycznego zastosowania języka – wykonania – pozwala przeprowadzić ocenę kompetencji składniowej na podstawie użycia języka (Chomsky, 1982, s. 15, Michalik, 2011, s. 9). W zaprezentowanych w niniejszej pracy eksperymentach z takiego punktu widzenia – wykonywania konkretnych zadań językowych w eksperymentach diagnostycznych – poddano ocenę kompetencję składniową i płynność semantyczną badanych. Przyjęto perspektywę integracyjną zaproponowaną przez lingwistykę mentalną, rozumianą jako „[...]pojęcie zbiorcze, obejmujące wszystkie kierunki współczesnego językoznawstwa, które odnoszą się do mózgowych/umysłowych aspektów językowego funkcjonowania człowieka” (Mazurkiewicz-Sokołowska, 2010, s. 6), sięgając po instrumentarium stosowane w badaniach psycholingwistycznych i neurolingwistycznych, traktując i interpretując kompetencję składniową jako zjawisko neuropsychologiczne, lingwistyczne i logopedyczne analizujące przejawy zachowań językowych człowieka poprzez badanie mechanizmu składniowego odpowiedzialnego za przetwarzanie języka (por. Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 15).

Przyswajanie i przetwarzanie języka a szczególnie procesy zachodzące w ich trakcie, czyli tworzenie i rozumienie, stanowią przedmiot badań psycholingwistycznych. Psycholingwistyka początkowo stanowiła dział psychologii kognitywnej, a w literaturze przedmiotu stosowano często także termin *psychologia języka*. J. Mazurkiewicz-Soko-

łowska zwraca jednak uwagę na odrębność przedmiotu badań psycholingwistyki i psychologii języka. Ta druga przynależy do dziedziny psychologii, nie wymaga odniesienia do teorii lingwistycznych i analizuje związki mowy i myślenia oraz mowy i pamięci. Psycholingwistyka zaś ściśle łączy się z lingwistyką. I choć obie dziedziny mają punkty wspólne, np. wyodrębnianie elementów językowych, w kręgu zainteresowań psychologów znajduje się człowiek w relacji do zachowań językowych. Analiza reakcji językowych człowieka w psycholingwistyce służy zaś do badania mechanizmu składniowego, który odpowiada za przetwarzanie języka i działa w oparciu o cechy uniwersalne, czyli wspólne dla wszystkich języków, i parametryczne – charakterystyczne dla grup językowych lub poszczególnych języków. Neurolingwistyka zaś, jako specjalność wyłoniła stosunkowo niedawno, czerpie inspirację z innych dobrze rozwiniętych już dziedzin, jakimi są medycyna, szczególnie neurologia i neurochirurgia, oraz językoznawstwo. Chociaż w ramach tej dyscypliny wciąż dookreśla się przedmiot dociekań naukowych, neurolingwistyka obejmuje badanie lokalizacji funkcji językowych w mózgu, opis zaburzeń w odniesieniu do normy, badanie fizjologii procesów językowych oraz diagnostykę zaburzeń komunikacji językowej o podłożu neurologicznym. W neurolingwistyce stosuje się metody eksperymentalne, elektrofizjologiczne oraz te pochodzące z metodologicznego instrumentarium gramatyki generatywno-transformacyjnej oraz kognitywizmu w celu określenia, opisanie oraz zrozumienia neurobiologicznych podstaw rozwoju i zaburzeń mowy oraz mechanizmów rozumienia i tworzenia wypowiedzi (Łuria, 1976, s. 127–132; Panasiuk, Zyss, Michalik, Ryszka-Kurczab, 2015, s. 8–11). W kontekście rozważań dotyczących składni i neurolingwistyki M. Michalik proponuje wyodrębnienie wąskiej specjalności neurolingwistycznej – neurosyntaktyki – zajmującej się badaniem związków, jakie zachodzą pomiędzy ludzkim układem nerwowym a jego kompetencją składniową (por. Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 16–17, Michalik, 2014, s. 17–29).

Składnia, jako jeden z ważnych działów lingwistyki jako dyscypliny naukowej, obok morfologii, została ujęta w *Encyklopedii językoznawstwa ogólnego* jako dział gramatyki, którego przedmiotem jest łączenie się wyrazów w zdaniu, współcześnie zaś jako teoria formułująca reguły tworzenia wyrażeń złożonych z wyrażeń prostych o funkcji semantycznej (ekstratekstualnej). Stanowi zatem zbiór reguł dotyczących prawidłowego łączenia się wyrażeń prostych w złożone (Polański, red., 1993, s. 486). Stanisław Karolak uważa, iż „przedmiotem składni jest opis relewantnych właściwości wyrażeń złożonych w poszczególnych językach naturalnych, tzn. właściwości istotnych z punktu widzenia sposobów ich tworzenia z wyrażeń prostych i ich funkcjonowania w akcie komunikacji” (1984, s. 11).

Według M. Michalika proponowane szerokie ujęcie pojęcia składni umożliwia wymienne stosowanie go z pojęciem syntagmatyki (Michalik 2011, s. 10). P. Mecner, definiując kompetencję składniową z perspektywy generatywnej, uważa ją za „(...) podświadomy mechanizm układania (składania) elementów językowych” (Mecner, 2005, s. 20). Składnia dla P. Mecnera nie jest opisem reguł gramatycznych, ale podświadomym mechanizmem, którym steruje mózg i który ma postać mentalną. Jest to zatem wiedza użytkownika języka, nieuświadomiona, umożliwiająca jednakże tworzenie zdań gramatycznie poprawnych (Chomsky, 1982, s. 14–16; Rittel, 1994, s. 29–30, za: Michalik, 2011, s. 9). Dla P. Mecnera tworzenie wypowiedzi wiąże się ze świadomym wyborem treści, co umożliwia jej kształtowanie w zakresie stylu i wyboru słownictwa. Autor wypowiedzi nie zwraca jednak uwagi na gramatykę wypowiedzi, której form używa podświadomie. Dowodzi to złożoności systemu językowego człowieka, a termin *gramatyka* odnosi się także do wspomnianego już podświadomego mechanizmu umysłowego. Celem zatem badań nad gramatyką nie jest jej opis, lecz odkrycie zasad działania owego podświadomego umysłowego mechanizmu układania elementów językowych, który to P. Mecner nazywa składnią. Zdolność/kompetencja językowa zaś dla P. Mecnera to mechanizm, który na podstawie „wybiórczych, przypadkowych zdań – słyszanych we wczesnym dzieciństwie <<uruchamia>> działanie gramatyki określonego języka (...) Gramatyka ta działa podświadomie i wyklucza np. podane wcześniej błędne konstrukcje (**zjem nie dzisiaj obiadu*) jako zdania języka polskiego” (Mecner, 2005, s. 22, por. s. 19–22). Przetwarzanie i przyswajanie języka, czyli tworzenie wypowiedzi oraz jej rozumienie, obejmują proces zdobywania kompetencji językowej, czyli przyswajanie systemu gramatycznego języka naturalnego, generowanie zdań jako podświadome procesy składniowe zachodzące podczas budowania wypowiedzi oraz parsing, czyli podświadome procesy w akcie rozumienia. Zarówno generowanie zdań, jak i parsing zachodzą automatycznie, są nieuświadomione, podczas gdy tworzenie wypowiedzi i rozumienie mowy odnoszą się zarówno do procesów podświadomych, którymi sterują mechanizmy składniowe, jak i uświadomionych procesów myślowych centralnego systemu przetwarzania (por. Mecner, 2005, s. 78–79).

Z kolei J. Mazurkiewicz-Sokołowska z punktu widzenia lingwistyki mentalnej zakłada, że „nabywanie kompetencji językowej oznacza nabywanie systemu składniowego języka rodzimego” (2006, s. 14). W proponowanych ujęciach zakresy semantyczne pojęć kompetencji językowej (gramatycznej) i kompetencji składniowej są bardzo po-

dobne lub nawet pokrywają się, co ułatwia badanie mechanizmu składania form gramatycznych (por. Michalik, 2011, s. 227) i co jest istotne z punktu widzenia proponowanych w niniejszej pracy eksperymentów.

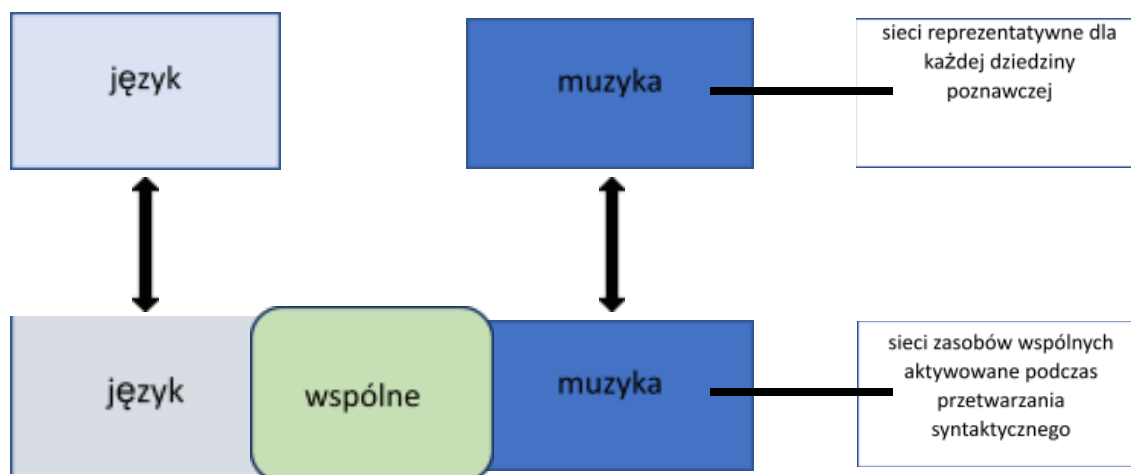
Wprawdzie mózgową organizację mowy omówiono w poprzednim rozdziale, warto jednak w tym miejscu przypomnieć, jakie struktury mózgowe biorą udział w przetwarzaniu składni.

W oparciu o najnowsze badania neurobiologiczne i neurolingwistyczne można stwierdzić, że aktywny udział w przetwarzaniu składni mają 44., 45. i 47. pole wg Brodmanna.

Podczas eksperymentów z zastosowaniem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) wykazano, że podczas przekształceń syntaktycznych aktywują się niektóre obszary płata skroniowego i ciemieniowego półkuli dominującej (najczęściej lewej), ale także rejony lewego płata czołowego. Badania aktywizacji lewego płata czołowego podczas zadań składniowych przeprowadzili między innymi David Caplan i współpracownicy (1998, 2000), Rik Vandenberghe i współpracownicy (2002); Edgar Zurif (2000) czy Barbara Tillmann (2006). Aktywność podczas przekształcania syntaktycznego wykazywano ponadto w: lewym zakręcie czołowym dolnym i przedniej części zakrętu skroniowego górnego, czyli czołowej i skroniowej części lewego wieczka (Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 330, Tillmann, 2006), okolicy obszaru Wernickiego (Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 62, 330), a także w lewym obszarze ciemieniowym dolnym (Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 330). W kontekście lokalizacji składni w obszarze mózgowym interesująca jest tzw. hipoteza Hickoka. Według tego badacza praca obszaru czołowego aktywuje się, kiedy rozumienie zdań wymaga szczególnego wysiłku, na przykład wtedy, gdy następuje przekształcenie złożonych struktur, w czym bierze udział także płat skroniowy. To przede wszystkim z funkcjonowaniem obszarów płata skroniowego wiąże G. Hickok przekształcanie składni. Do podobnych konkluzji doszli eksperymentalnie inni badacze, np. Manfred Spitzer (por. Hickok, Zurif, Canseco-Gonzales, 1993; Hickok, 2000; Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 331–332; Spitzer, 2007, s. 246). Z badań doświadczalnych wynika, że procesy syntaktyczne zachodzą w różnych obszarach mózgu. Przetwarzanie języka i mowy to bez wątpienia proces złożony, zależny od sprawnego funkcjonowania nie tylko kory, ale także niższych pięter układu nerwowego (pnia mózgu i śródmózgowia oraz układu limbicznego, zwojów podstawy i mózdzku) (za: Michalik, 2011, s. 106–108; 116–117).

W muzykologii, w badaniach nad muzyką i muzycznością człowieka badacze często przyjmują perspektywę językową – by wyjaśnić naturę muzycznych zjawisk, zapożyczają pojęcia stosowane w filologii, szukają związków i analogii, o czym wspomniano już w tej pracy, neurobiolodzy zaś analizują mózgowe przetwarzanie syntaktyczne i semantyczne zarówno języka, jak i muzyki. Austriacki teoretyk muzyki Heinrich Schenker na przełomie wieku XIX i XX, badając strukturę języka i cechy muzyki, również w odniesieniu do muzyki wyodrębnił fonologię, składnię i semantykę. W muzykologii w ujęciu H. Schenkera fonologię rozumie się jako sposób, w jaki organizuje się nieskończone liczby różnych dźwięków w skończoną liczbę oddzielnych kategorii dźwiękowych. Owe kategorie stanowią w muzyce podstawowe jednostki komunikatywne (np. motywy muzyczne). Składnia muzyczna określa jak łączyć te jednostki, by powstały frazy, zdania muzyczne, okresy i większe formy. Semantyka zaś mówi o tym, jak przez te połączone jednostki, muzyczne sekwencje, przekazuje się znaczenie muzyki – poszczególne kombinacje muzycznych jednostek fonologicznych mają konkretne znaczenie (por. Uchyla-Zroski, 2013, s. 268)

Związek między przetwarzaniem strukturalnym muzyki i języka staje się w ostatnich dziesięcioleciach przedmiotem dociekań i badań behawioralnych i neurofizjologicznych (Bigand i in., 2001; Hoch, Tillmann i Poulin-Charronnat, 2007; Poulin-Charronnat i in., 2005; Slevc i in., 2009; Fedorenko i in., 2009, Slevc i Okada, 2015, Sun i in., 2018, Calma-Roddin i Drury, 2020, Canette i in., 2020). Badacze czerpią inspirację między innymi z hipotezy współdzielenia zasobów integracji składniowej muzyki i języka, tzw. SSIRH (*Shared Syntactic Integration Resource Hypothesis*) wysnutej przez A.D. Patela (2003). Sugeruje ona, w oparciu o badania neurofizjologiczne, że przetwarzanie językowych i muzycznych struktur składniowych korzysta z tych samych zasobów składniowych i poznawczych, choć i język i muzyka opierają się na rozdzielnych reprezentacjach syntaktycznych.



Ryc. 2.1. Schemat funkcjonalnego związku przetwarzania składniowego mowy i muzyki (na podst. Patel 2008, za: Fodorenko i in., 2009)

Językowe i muzyczne reprezentacje składniowe przechowywane są w odrębnych sieciach mózgowych oraz w rejonach, w których zachodzi nakładanie się aktywacji poszczególnych reprezentacji składniowych. Strzałki wskazują funkcjonalne powiązania między sieciami, pola zaś niekoniecznie oznaczają ogniskowe obszary mózgu. Językowe i muzyczne sieci reprezentatywne mogą rozciągać się na wiele obszarów lub mogą istnieć jako funkcjonalnie uszeregowane sieci w tych samych obszarach mózgowia (za: Fodorenko i in., 2009).

Z inspiracji teorią A.D. Patela liczni naukowcy podejmują próby badawcze w celu określenia, jak duży obszar mózgu bierze wspólnie udział w przetwarzaniu składniowym i semantycznym muzyki i języka, jak duży wpływ ma wykształcenia muzyczne na uruchomienie wspólnych zasobów neuronalnych oraz w jakim stopniu sieci neuronalne działają niezależnie dla poszczególnych modalności zmysłowych.

Ahren Fitzroy i Lisa Sanders (2013) w badaniach eksperymentalnych próbowali sprawdzić za pomocą rejestracji fal mózgowych (EEG), czy umiejętności muzyczne powodują zmianę wskaźnika ERP¹⁷ językowego przetwarzania składniowego. Zaburzenia

¹⁷ Potencjały wywołane bodźcem (ERP – *event-related potentials*) rejestruje się podczas wykonywania zadania związanego z czynnościami zmysłowymi lub poznawczymi. Odzwierciedlają one sumaryczną aktywność sieci neuronalnych i charakteryzują się specyficznym wzorcem fali, złożonym z wychyleń ujemnych i dodatnich. Dla przykładu, bodziec docelowy, wykrywany wśród serii innych bodźców, powoduje falę dodatnią po około 600 ms (latencja) od chwili zadziałania. Zjawisko to określa się jako odpowiedź P600. Za: Badrakalimuthu, V.R., Swamiraju, R., de Waal, H. (2011). EEG w praktyce psychiatrycznej: wykonywać czy nie? Tłum. lek. Anna Poleszczyk, konsult. dr med. Tomasz Zyss, (EEG in psychiatric practice: to do or not to do?), *Advances in Psychiatric Treatment*, 17, s. 114–121; Pobrane z: www.mp.pl (25.08.2021).

syntaktyczne w mowie i muzyce wywołują potencjał ujemny (*anterior negativity* – AN), głównie znad płata czołowego krótko po podaniu bodźca (100 ms). Nieco później, po 600 ms, następuje odpowiedź w postaci potencjału dodatniego znad środkowych i tylnych okolic mózgu (P600; *posteriori positivity* – PN lub *late positive component* – LPC). W przypadku przetwarzania syntaktycznego języka potencjał ujemny rejestruje się po stronie lewej półkuli (LAN), a muzyki – po prawej (RAN). W przedstawianych badaniach ERP mierzono u muzyków i niemuzyków po usłyszeniu zdania o nieprawidłowej konstrukcji gramatycznej lub progresji akordów z fałszywą nutą. Nieprawidłowości struktury fraz wywołały AN i P600 w obu grupach. W teście akordów LPC zanotowano w obu grupach, z tym że tylko u muzyków obserwowano AN po stronie prawej (RAN). Nieprawidłowe struktury gramatyczne wywoływały LAN u muzyków i obustronne AN u niemuzyków. Późne potencjały wywołane bodźcem (ERP) różniły się w obu grupach pod względem czasu reakcji i dystrybucji. Wyniki sugerują, że wstępne przetwarzanie składniowe w języku i muzyce u muzyków i niemuzyków opiera się na wspólnych zasobach neuronalnych, a doświadczenie muzyczne skutkuje bardziej wyspecjalizowaną organizacją korową przetwarzania składniowego w obu domenach.

Nicolaus Steinbeis i Stefan Koelsch (2008) w badaniu przetwarzania języka poprosili uczestników o odpowiedź na pytanie, czy zdanie było już czytane (15% zdań powtórzonych). Eksperyment dotyczący przetwarzania muzycznego polegał na wykryciu odmiennej barwy. Badacze zaobserwowali interakcję między markerami elektrofizjologicznymi generowanymi przez bodźce muzyczne (ERAN, N5) a markerami elektrofizjologicznymi generowanymi przez bodźce syntaktyczne i semantyczne w języku – wczesny marker elektrofizjologiczny (ERAN) wchodził w interakcję z markerem przetwarzania składni w języku (LAN) (także Koelsch i in., 2005) oraz później rejestrowany marker bodźca muzycznego (N5) oddziaływał z markerem przetwarzania semantycznego w języku (odzwierciedlone przez N400).

B. Tillmann i jej współpracownicy (2010) zauważają, że interakcja między przetwarzaniem składni muzycznej a przetwarzaniem składni językowej może być obserwowana w eksperymentach, w których nie stosuje się żadnego dodatkowego zadania związanego z muzyką. Jedna z hipotez zakłada, że SSIRH może dotyczyć nie tylko strukturalnej integracji procesów syntaktycznych w języku i muzyce, ale także semantycznych – choć w mniejszym stopniu. Przetwarzanie semantyczne, podobnie jak przetwarzanie syntaktyczne, wymaga integracji czasowej i procesów związanych z pamięcią roboczą, w szczególności łączenia różnych słów w zdania i stworzenia men-

talnego modelu sytuacji. Niespójność interakcji między przetwarzaniem struktur semantycznych i muzycznych może wiązać się z ponoszeniem mniejszych kosztów pracy sieci neuronalnej podczas procesów integracji przetwarzania składniowego. W konsekwencji interakcja między muzyką a semantyką może zmieniać się w zależności od eksperymentu, poziomu uwagi skierowanej na struktury muzyczne i językowe, sposobów prezentacji informacji językowej (śpiewanej, mówionej, wizualnej) oraz siły prezentowanego bodźca – np. dźwięku w tonacji lub spoza tonacji w zadaniach muzycznych (por. Hoch, Tillmann i Poulin-Charronnat, 2008). Robert Slevc i Brooke Okada (2015) z kolei uważają, że interakcje sieci neuronalnych muzycznej i językowej mogą również powstawać w przypadku manipulacji niestukturalnych, a niektóre badania neuroobrazowania wskazują, że w dużej mierze w przetwarzanie syntaktyki muzycznej i językowej zaangażowane są nienakładające się obszary neuronalne. W wyniku przeprowadzonych badań autorzy sugerują, że jedynym wspólnym zasobem są przedczołowe korowe mechanizmy kontroli poznawczej, które są angażowane w procesy wykrywania i rozwiązywania problemów wynikających ze stymulacji niespodziewanym bodźcem i wymagają zmiany interpretacji zdarzenia. Zgodnie z tym podejściem, przetwarzanie muzyki obejmuje nie tylko stopniowe przetwarzanie i integrację elementów muzycznych w miarę ich pojawiania się, ale także stopniowe generowanie muzycznych przewidywań i oczekiwań, które czasami muszą być pomijane i korygowane w świetle zmieniającego się bodźca muzycznego.

Interakcję lub niezależność, czyli modularność, przetwarzania muzyki i języka bada się także za pomocą pośrednich metod badawczych, np. z wykorzystaniem paradygmatu torowania, który często stosowany jest w psycholingwistyce (McNamara, 2005; Neely, 1991) i został zaadoptowany także do badania poznania muzycznego (Bharucha i Stoeckig, 1986). Stosując paradygmat torowania bada się wpływ predykcji percepcyjnych na szybkość i dokładność przetwarzania zdarzenia. Po kontekście źródłowym następuje zdarzenie docelowe, które ma zostać przetworzone, a relacja między kontekstem źródłowym a celem jest odpowiednio modyfikowana. Zakłada się, że powiązany z kontekstem cel jest oczekiwany, a niepowiązany – nieoczekiwany lub mniej oczekiwany. Modyfikowana relacja może dotyczyć składni lub semantyki, gdy paradygmat stosuje się do badania percepcji języka, lub relacji muzycznej, gdy stosuje się go do badania percepcji muzycznej. Specyfika paradygmatu torowania polega na tym, że uczestnicy nie są proszeni o jednoznaczną ocenę relacji między kontekstem torowania a celem, ale o dokonanie dychotomicznej oceny celu. W badaniach językoznawczych

prosi się na przykład o zakwalifikowanie usłyszanego słowa do repertuaru słów języka rodzimego (tzw. leksykalne zadanie decyzyjne). Mierzy się wówczas, jaki wpływ na wykonanie zadania ma związek zdarzenia z kontekstem. W leksykalnym zadaniu decyzyjnym 50% słów zastępuje się pseudosłowami, a badani koncentrują się na przetwarzaniu tekstu. Zainspirowani tym badacze muzyki skonstruowali zadanie służące do oceny konsonansu/dysonansu – 50% akordów docelowych zostało zastąpionych akordami dysonansowymi, zawierającymi nuty spoza tonacji lub nieczyste (Bharucha i Stoeckig, 1986; Bigand i Pineau, 1997). Inne eksperymentalne zadania dla paradygmatu torowania w muzyce dotyczą identyfikacji barwy (akord docelowy gra instrument A lub B, Tillmann i in., 2006) lub sylab w śpiewanych sekwencjach muzycznych (Bigand i in., 2001). Przytoczone przykładowo zadania eksperymentalne nie wymagają od uczestników wyraźnej oceny relacji (semantycznej, syntaktycznej lub muzycznej) między kontekstem a zdarzeniem docelowym, ale dokonania szybkiej oceny zdarzenia docelowego. Zebrane czasy odpowiedzi są interpretowane pod kątem łatwości lub trudności przetwarzania. Ta metoda pośredniego badania okazała się szczególnie skuteczna w badaniu wiedzy muzycznej dzieci (Schellenberg i in., 2005), osób dotkniętych amuzją (Tillmann, Peretz i Gosselin, 2007) oraz słuchaczy muzyki (Marmel i Tillmann, 2009; Tillmann, 2005; Bigand i Poulin-Charronnat, 2006; za: Kolinsky i in., 2010, s. 23–25).

Emmanuel Bigand i jego współpracownicy (2001) zastosowali paradygmat muzycznego torowania w muzyce śpiewanej (sylaby lub słowa) i wykazali, że korelacje akordów docelowych z kontekstem wpływają na przetwarzanie informacji językowych. Badanie polegało na identyfikacji fonemów w ostatnim zaśpiewnym akordzie lub stanowiło leksykalne zadanie decyzyjne. Ostatni akord w sekwencjach był akordem tonicznym (bliski celowi) lub subdominantą (mniej oczywisty). Sylaby śpiewane w akordzie tonicznym identyfikowano szybciej niż sylaby śpiewane w akordzie subdominantowym. Bénédicte Poulin-Charronnat i współpracownicy (2005) paradygmat torowania muzycznego połączyli z paradygmatem torowania semantycznego. Śpiewane zdania kończyły się na powiązanym semantycznie lub niepowiązanym słowie docelowym – „żyrafa ma bardzo dużą szyję” vs „stopę” i były prezentowane jako sekwencje akordów, kończących się toniką lub subdominantą. Wyniki pokazały, że relacje muzyczne modulowały semantyczne przetwarzanie zdań – efekt torowania semantycznego był silniejszy w przypadku słów docelowych śpiewanych na akordzie tonicznym niż w przypadku śpiewanych na akordzie subdominantowym.

B. Tillmann i współpracownicy (2010) w swoich badaniach próbowali dociec, czy interakcje między strukturami muzycznymi i językowymi wynikają z integracji dwóch

fragmentów informacji w tym samym sygnale akustycznym, czy też utrzymują się dla oddzielnych fragmentów informacji. Lisianne Hoch i współpracownicy (2007) rozdzielili informacje muzyczne i językowe na dwie modalności – sekwencje muzyczne zakończone akordem tonicznym lub subdominantą były prezentowane w modalności słuchowej, natomiast zdania w modalności wzrokowej. Zadanie eksperymentalne było leksykalnym zadaniem decyzyjnym dotyczącym ostatniego słowa zdania, a zatem skoncentrowanym tylko na informacji wizualnej. Eksperyment pierwszy badał interakcję między muzyką a przetwarzaniem semantycznym i miał na celu powtórzenie wyników B. Poulin-Charronnat i jej współpracowników (2005). W eksperymencie drugim zbadano interakcję między muzyką a przetwarzaniem składniowym w takich samych warunkach jak w eksperymencie pierwszym. Uczestnicy musieli przeczytać zdania i wykonać leksykalne zadanie decyzyjne dotyczące ostatniego słowa semantycznie powiązanego lub niezwiązanego z kontekstem (eksperyment 1.) lub syntaktycznie powiązanego lub niezwiązanego z rodzajnikiem, który go poprzedzał (błąd fleksyjny, eksperyment 2.). Synchronicznie z czytaniem zdania uczestnicy słyszeli sekwencje muzyczne, których ostatnim akordem był akord toniczny (korelujący, oczekiwany) lub akord subdominantowy (słabiej korelujący i mniej oczekiwany). W eksperymencie 1. wykazano, że muzyka wpłynęła na przetwarzanie wizualnie prezentowanych słów – uczestnicy szybciej identyfikowali docelowe słowo, gdy towarzyszył mu akord toniczny, wolniej zaś gdy akord był subdominantowy. Wyniki te sugerują, że przetwarzanie muzyki i procesy leksykalne nie są całkowicie niezależne. B. Tillmann sugeruje, że wpływ muzyki na przetwarzanie tekstu można rozważać w kategoriach procesów uwagowych, co zaproponowano w badaniach w kontekście przetwarzania sylab i kształtów geometrycznych przedstawionych w modalności wzrokowej (Escoffier i Tillmann, 2008). Odmienne niż w badaniach z zastosowaniem fraz śpiewanych (Poulin-Charronnat i in., 2005) reakcja na zadanie dotyczące przetwarzania semantycznego nie była zależna od muzyki, co sugeruje, że interakcja między muzyką a semantyką nie była wystarczająco silna, aby zmodyfikować przetwarzanie semantyczne w modalności wizualnej. Przeciwnie, w eksperymencie 2. wykazano, że muzyka wpływała na syntaktyczne przetwarzanie słowa docelowego. Efekt był silniejszy, gdy było prezentowane w powiązaniu z akordem tonicznym, co sugeruje, że procesy przetwarzania muzyki i składni współdzielą zasoby neuronalne w większym stopniu niż te, które dotyczą muzyki i semantyki (por. Tillmann i in., 2010, s. 26–28).

2.2. Składnia zewnętrzna a składnia wewnętrzna

W tradycyjnych ujęciach gramatyka, w której skład wchodzi: fonetyka z fonologią, morfologia, składnia, leksykologia i semantyka, stanowi kompletny opis danego języka. Noam Chomsky, proponując gramatykę uniwersalną, oprócz kompetencji językowej – pojęcia kluczowego w zaproponowanej przez niego gramatyce generatywno-transformacyjnej – rozumianej jako umiejętność tworzenia nowych zdań ze skończonego zbioru elementów – wprowadza pojęcia: gramatyczności – poprawności formalnej, akceptabilności – zdolności użytkownika do oceny poprawności, czyli zgodności z normą oraz interioryzacji – jako procesu nieświadomego opanowania języka naturalnego. Nabywanie języka możliwe jest według N. Chomsky’ego dzięki wrodzonemu, genetycznie uwarunkowanemu mechanizmowi, w który wyposażony jest ludzki umysł. Proces ten przebiega w oparciu o interakcję i konfrontację z materiałem językowym (por. Chomsky, 1982, s. 17–21; Stalmaszczyk, 2006, s. 74; Grabias 2002, s. 13). Wraz z powstaniem gramatyki uniwersalnej N. Chomsky’ego pojawia się koncepcja języka zewnętrznego (E-język – *externalized language*) oraz wewnętrznego (I-język, *internalized languag*), a co za tym idzie pojęcia „gramatyka zewnętrzna” i „gramatyka wewnętrzna” (Chomsky, 1996, s. 37–72, 3–35).

P. Mecner w swojej publikacji poświęconej gramatyce umysłu tak wyjaśnia owe pojęcia: gramatyka wewnętrzna „<<I>> (intern) (...) jest naturalną wiedzą każdego rodzimego użytkownika języka”, gramatyka zewnętrzna zaś „<<E>> (extern) (...) jest zbiorem reguł, zwykle w formie podręcznika, zbiorem uzyskanym na podstawie obserwacji wybranych tekstów języka naturalnego. Reguły gramatyki <<E>> są wybiórcze i zawsze pewna ich część pozostaje w domyśle” (Mecner, 1997, s. 33). Dla N. Chomsky’ego gramatykę stanowi

zbiór twierdzeń opisowych dotyczących E-języka, realnych bądź potencjalnych zdarzeń językowych (być może z uwzględnieniem kontekstu ich użycia lub zawartości semantycznej). W kategoriach technicznych (...) można określić jako funkcję, która przelicza elementy E-języka (Chomsky, 1996, s. 41–42).

M. Michalik sugeruje, że język zewnętrzny zakresem znaczeniowym bliski jest *parole* de Saussure’a, z kolei składnia stanowiąca dział gramatyki zewnętrznej klasyfikuje wypowiedzenia oraz opisuje części zdania i związki zdaniowe (Michalik, 2012, s. 33–55). Gramatyka zewnętrzna staje w opozycji do gramatyki wewnętrznej, stanowiącej naturalną wiedzę na temat tworzenia zdań gramatycznie poprawnych przez rodzimych

użytkowników języka w wyniku działania podświadomego mechanizmu umysłowego. Jest zatem rzeczywistością umysłową i wiedzą na temat opanowania języka rodzimego. Kompetencja językowa to szczególny stan umysłu, którego etap początkowy jest tożsamy dla każdego człowieka. Dopiero „pod wpływem odpowiedniego doświadczenia zdolność językowa przechodzi ze stanu S_0 do względnie stałego stanu S_s , który ulega (...) jedynie marginalnym modyfikacjom” (Chomsky, 1996, s. 47).

Według N. Chomsky’ego – pisze M. Michalik – uniwersalna gramatyka jest teorią początkowego stanu zdolności językowej S_0 , poszczególne zaś gramatyki są teoriami różnych języków wewnętrznych. Uniwersalna gramatyka dociera do wrodzonych, biologicznie narzuconych zasad, będących jednym ze składników ludzkiego umysłu. Częścią takiej gramatyki jest składnia, będąca w takim ujęciu synonimem gramatyki i pozwalająca na analizę z jednej strony stanu początkowego zdolności językowej S_0 , z drugiej – względnie stałego stanu S_s . Można założyć, iż wykorzystanie jej instrumentarium umożliwi analizę akwizycji języka między stanem S_0 a stanem S_s (Michalik, 2012, s. 36).

Ponieważ, jak uważa P. Mecner, składnia jest podświadomym mechanizmem składania elementów językowych, możemy mówić analogicznie o składni zewnętrznej i składni wewnętrznej. M. Michalik proponuje systematyzację pojęć i wyodrębnia następujące opozycje:

- język zewnętrzny jako zbiór zdań zależny od konwencji społecznych a język wewnętrzny jako stan umysłu, wiedza na temat akwizycji języka naturalnego;
- gramatyka zewnętrzna jako zbiór opisów języka zewnętrznego a gramatyka wewnętrzna jako teoria języka wewnętrznego dotycząca podświadomego mechanizmu umysłowego sterującego układaniem elementów językowych;
- składnia zewnętrzna jako dział gramatyki zewnętrznej, klasyfikującą wypowiedzenia, opisującą zdania oraz związki zdaniowe a składnia wewnętrzna rozumiana jako zinternalizowany podświadomy mechanizm układania elementów językowych, umożliwiający poznanie struktury umysłowej użytkownika języka (Michalik, 2012, s. 37).

2.3. Kompetencja składniowa jako kategoria badawcza w eksperymentalnych badaniach lingwistycznych

Zachowania językowe człowieka we współczesnej nauce stanowią przedmiot badań wielu specjalistów z zakresu psycholingwistyki, neurolingwistyki, kognitywistyki,

neurobiologii, neurologii. Kompetencja językowa, która, za J. Mazurkiewicz-Sokołowską (2006, s. 14), jest efektem nabywania systemu składniowego języka macierzystego, staje się faktem ontologicznym. Nabywanie kompetencji składniowej może następować w sposób naturalny, bez przeszkód, lub w sposób zaburzony u osób z problemami natury neurologicznej czy psychicznej – mówimy wówczas o nabywaniu kompetencji składniowej w dyskursie zaburzonym (por. Michalik, 2014). Przyjmując za Adamem Heinzem, że w myśl teorii generatywnej Chomskiego, kompetencję językową traktować można jako intuicyjną znajomość

określonego zbioru reguł eksplicytnych i uporządkowanych, pozwalających w oparciu o istniejący słownik: 1) generować, czyli tworzyć oraz rozumieć nowe zdania dotąd niezrealizowane, a równocześnie 2) rozstrzygać o ich gramatyczności, czyli przynależności do danego języka (poprawności formalnej) lub niegramatyczności, 3) decydować, czy dane dwie struktury są z punktu widzenia znaczeniowego identyczne czy różne, 4) wyprowadzać z intuicji mówiących tkwiący w niej system gramatyczny danego języka (Heinz, 1983, s. 408),

kompetencja składniowa może stanowić kategorię diagnostyczną w badaniu kompetencji językowej jednostki zarówno w dyskursie zaburzonym, jak i niezaburzonym. Podążając tym tropem, w proponowanych w tej dysertacji eksperymentach badanie kompetencji składniowej stanowi jedno z kryterium oceny, czy wykształcenie muzyczne wpływa na wzrost kompetencji językowej, zwłaszcza syntaktycznej, lub nie i czy muzycy wykazują większy stopień kreatywności językowej od niemuzyków. Badanie podejmuje się w oparciu o analizę doniesień dotyczących neuronalnego przetwarzania syntaktycznego języka i muzyki, o czym wspomniano wcześniej, a także narzędzi i metod badania kompetencji składniowej w dyskursie zaburzonym i niezaburzonym w próbach diagnostycznych podejmowanych między innymi przez M. Michalika i J. Mazurkiewicz-Sokołowską (por. Michalik, 2011; Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006).

Próby wyjaśnienia procesu przetwarzania zdań zaowocowały powstaniem wielu teorii na ten temat, wśród których znajdują się teorie percepcyjne, leksykalne i semantyczne oraz teorie syntaktyczne. Teorie percepcyjne (por. Mehler i Bever, 1967), mające swe źródło w psychologicznym podejściu do działania zmysłowego, głoszą, że procesy mentalne zachodzące w trakcie przetwarzania języka to podzbiór ogólnych procesów percepcyjnych, a znaczenie bliskości wyrazów łączonych w zdania w procesie ich przetwarzania wiąże się z zasadą bliskości elementów istotną w procesie postrzegania zmysłowego. W teoriach leksykalnych i semantycznych (por. Frazier, 1987) podstawowe

założenie opiera się na przekonaniu, że przetwarzanie zdań przebiega w oparciu o informację znaczeniową. Zgodnie z tymi teoriami odwołanie się do znaczeń, wieloznaczności i kontekstu umożliwia zrozumienie konstrukcji syntaktycznych. W teoriach syntaktycznych (por. Gorell, 1995) przedmiot stanowi mechanizm przetwarzania zdań, dzięki któremu użytkownik języka podświadomie rozpoznaje relacje semantyczne w zdaniu (za: Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 98–99).

Badania w celu odkrycia strategii mechanizmu składniowego w oparciu o zaproponowany przez P. Mecnera (2005, s. 20) model składniowy podjęła zarówno J. Mazurkiewicz-Sokołowska – przetwarzanie zdań w języku polskim i niemieckim u osób zdrowych i w dyskursie zaburzonym o charakterze afazji u osób polskojęzycznych, jak i M. Michalik, który przeprowadził badania przetwarzania składniowego w dyskursie zaburzonym u dzieci. Zgodnie z owym modelem centralny system przetwarzania mentalnego człowieka, od którego zależą wszelkie procesy myślenia i reagowania, posiada procesor językowy, dzięki któremu możliwe jest przetwarzanie składni. Niezależne od woli procesy zachodzące podczas rozumienia zdań regulowane są przez mechanizm zwany parserem. Dzięki niemu zostają rozpoznane części składowe zdania i ustalone związki między nimi zgodnie z regułami gramatycznymi danego języka (por. Mecner, 2005, s. 55, 78). Jego działanie badane jest eksperymentalnie za pomocą testów, w których wykorzystuje się najczęściej zdania dwuznaczne, gdyż strategie parsera uwidoczniają się najczęściej w tego typu zadaniach (za: Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 99–100).

W przytoczonych w tej pracy badaniach własnych zastosowano zmodyfikowaną wersję narzędzia diagnostycznego zastosowanego w badaniach M. Michalika (2011).

M. Michalik w badaniu składni w dyskursie zaburzonym opiera się na założeniu (por. Mecner, 2005, s. 20), że składnia to nie tylko składanie wyrazów w wypowiedzeniu, ale także morfemów w wyrazie i fonemów w wypowiedzi. Dla badań prowadzonych przez M. Michalika ważna jest przede wszystkim składnia morfemów w wyrazie, zwłaszcza morfemów fleksyjnych, gdyż zmiana form fleksyjnych wiąże się ze zmianą struktury składniowej (por. Michalik, 2011, s. 231–236).

W zaproponowanej metodzie diagnostycznej posłużono się niewystępującymi w naturalnej komunikacji formami predykatywnymi, które pozwoliły ocenić stopień kreatywności językowej badanych osób – wysoki stopień takich umiejętności może świadczyć o docelowym stopniu przyswojenia kompetencji syntaktycznej, która istnieje dzięki abstrakcyjnym schematom diagnostycznym (por. Michalik, 2011; Tomasello, 2003, s. 146).

Proponowana metoda diagnostyczna polega na:

- zapoznaniu osób badanych z nowymi jednostkami językowymi,
- ocenie, jak użyliby ich poprzez tworzenie konstrukcji syntaktycznych, których trzon stanowi nowo powstały nierozpowszechniony w uzusie wyraz, tzw. element wskaźnikowy.

W celu przeprowadzenia eksperymentu stworzono trójelementowe narzędzie diagnostyczne oparte na założeniu, że „rzeczownik, czasownik i zdanie proste to podstawowe kategorie gramatyczne we wszystkich językach i główny przedmiot rozważań wszelkich teorii gramatycznych” (Taylor, 2007, s. 407).

Narzędzie zawiera:

- językowe elementy nominalne,
- element werbalny oraz
- realizuje podstawowy model zdania: subiekt – czynność – obiekt (Michalik, 2011, s. 234; por. Łuczyński, 2004, s. 18).

Zadania do wykonania przez badanego dotyczą przede wszystkim kompetencji fleksyjnej. M. Michalik przyjmuje, że: 1) fleksja łączy się ze składnią, tworząc podstawę systemu gramatycznego języka; 2) granice między podsystemami języka są umowne, co pozwala traktować operacje językowe wykonywane podczas eksperymentu także jako zadania składniowe (Michalik, 2011, s. 228).

Podczas eksperymentu prezentuje się badanym ilustracje z niespotykanymi w realnej rzeczywistości sytuacjami. Sprawcą zdarzenia jest osoba, obiekt działania (dopełnienie) jest nienacechowany, naturalny, orzeczenie zaś stanowią nowo stworzone jednostki predykatywne niespotykane w codziennych sytuacjach. Podczas prezentowania ilustracji używano rzeczownika odczasownikowego, np. „to się nazywa kobuszenie”. Formy powstały z uwzględnieniem zasad polskiej syntagmatyki morfonologicznej, działu „morfonologii, którego przedmiot stanowi analiza i opis formy morfemów, ustalenie typów struktur morfemów poszczególnych klas – wskazanie elementów obligatoryjnych i fakultatywnych – ich podstawowej reprezentacji i realizacji kontekstualnych” (Kowalik, 1997, s. 41; za: Michalik, 2011, s. 231).

Badany ma wykorzystać gramatyczne kategorie osoby, czasu i strony:

- w związku z gramatyczną kategorią osoby, uwzględniono w eksperymencie 1. os. *ja* (ten, kto mówi), 2. os. *ty* (ten, do kogo się mówi), 3. os. *on* (ten, o kim się mówi). Zrezygnowano, w związku z wyraźnie przedstawionym na ilustracji podmiotem z osoby nieokreślonej, wyodrębnianej jednak w ogólnojęzykoznawczych

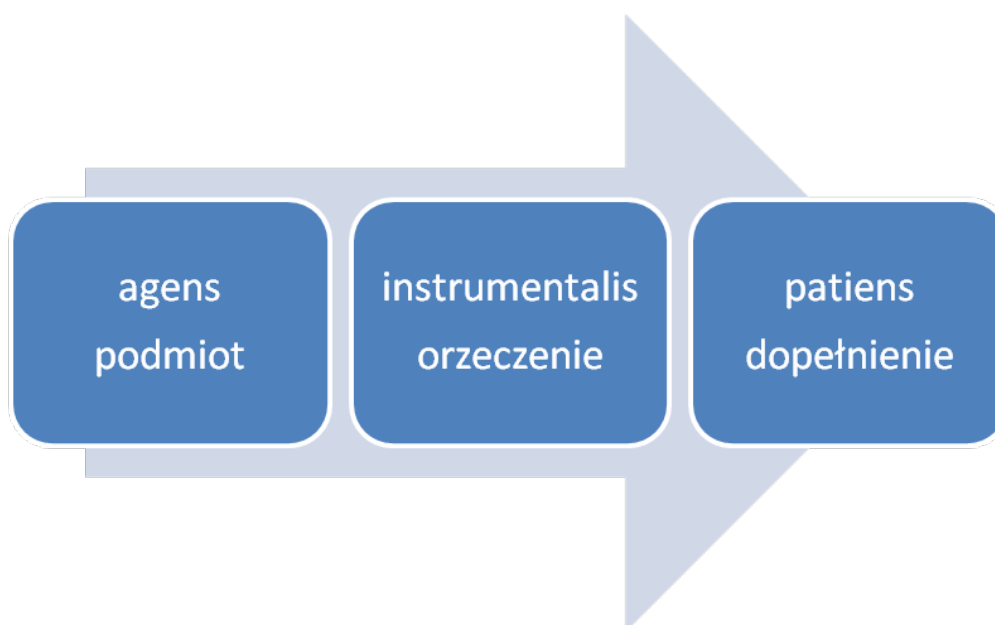
i morfosyntaktycznych ujęciach (por. Rittel, 1985, s. 17; także Rittel, 1975a; 1984; 1985 a; 1987; 1991; za: Michalik, 2011, s. 235);

- badany ma tworzyć zdania w określonym szyku, używając czasowników stanowiących tzw. element wskaźnikowy, w trzech czasach gramatycznych. „Czasy gramatyczne języków naturalnych pełnią funkcję usytuowania stanu rzeczy wskazanego w zdaniu (...) względem wypowiedzi (...), wyrażają one relację istniejącą między czasem sytuacji komunikowania (*time of event TE*) a czasem sytuacji wypowiedzi (*time of speech TS*), czyli momentem mówienia” (Karolak, 2001, s. 63; za: Michalik, 2011, s. 235);
- ma dokonać zamiany strony czynnej z użyciem nowo powstałego czasownika na stronę bierną. Według S. Karolaka „(...) odróżnienia strony czynnej od biernej dokonuje się na podstawie kryteriów morfologicznych i składniowych” (1999a, s. 562; za: Michalik, 2011, s. 235). Według M. Michalika badanie transformacji strony czynnej na bierną ma potwierdzić lub zaprzeczyć hipotezie o agramatyczności wypowiedzi, gdzie agramatyzm rozumie się tutaj jako nieprawidłowe stosowanie gramatyki i cechuje się m.in. trudnościami w rozumieniu zdań w stronie biernej (Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006 s. 129, 148; Michalik, 2011, s. 235).

Jak zaznacza M. Michalik, użycie czasownika w formie orzeczenia w zaproponowanej formie pozwoliło na stworzenie paradygmatu odmiany przez osoby zgodnie z naturalnym, podstawowym szykiem S–V–O (podmiot–orzeczenie–dopełnienie), zaliczanym do tzw. językowych uniwersaliów formalnych zwanych parametrem, który w języku polskim jest parametrem fleksji, odróżniającym go od innych języków świata (por. Chomsky, 1982, s. 48–52; Mazurkiewicz-Sokołowska, 2006, s. 87–88, Michalik, 2011, s. 232).

Podstawą proponowanego w teście zadania było zdanie główne, jak określa M. Michalik – jądrowe (kernel) lub kanoniczne – ulegające transformacji, złożone z czasownika i dwóch rzeczowników (N–V–N), z których każdy element odpowiada sprawcy zdarzenia, czynności oraz obiektowi działania, które to analogicznie stają się podmiotem, orzeczeniem i dopełnieniem (S–V–O) (Michalik, 2011, s. 232). Podmiot i orzeczenie to składniki niezbędne i obecne we wszystkich systemach językowych odróżniające rzecz czy osobę od nazwy czynności (por. Grzegorczykowa, 2004, s. 213). Do układu „działający – czynność” zostaje dodana rzecz lub osoba, której ta czynność dotyczy, tzw. *patiens*. W kognitywistycznym ujęciu realizuje się to w opozycji „figura-tło”, gdzie „(...) tło to pojmowanie jednej struktury w powiązaniu z inną, w pewnym sensie mniej znaczącą – jedna struktura jest

tu wyróżniania, druga zaś występuje w tle” (Langacker, 1995, s. 20). *Agens* odpowiadający inicjatorowi akcji, wyposażony w wolę działania inicjuje zdarzenie, które następuje wzdłuż tzw. łańcucha energetycznego, *patiens* zaś ulega przemianie pod wpływem *instrumentalis*, który rozumiany kognitywnie odpowiada orzeczeniu (Michalik, 2011, s. 234).



Ryc. 2.2. Kognitywny łańcuch energetyczny odpowiadający zdaniu jądrowemu prezentującemu schemat: S–V–O. Za: Michalik 2011, s. 234.

2.4. Semantyka i jej determinanty w lingwistyce i muzykologii

Encyklopedia językoznawstwa ogólnego podaje, że semantyka stanowi dyscyplinę nauk zajmującą się znaczeniem lub inaczej „problemem przyporządkowania znaków języka szeroko rozumianym obiektom pozajęzykowym” (Polański, red., 1993, s. 479). Szczepankowska proponuje dwie definicje pojęcia *semantyka*:

- 1. „Znaczenie (treść) słowa, zdania, wypowiedzi;
- 2. Dyscyplina językoznawstwa: nauka o znaczeniu jednostek językowych, zajmująca się badaniem relacji między językiem a rzeczywistością pozajęzykową lub – w nowszych ujęciach – między językiem a wiedzą jego użytkowników o rzeczywistości” (Szczepankowska, 2011, s. 129).

Semantykę jako problem badawczy zaczęto postrzegać dopiero w XIX w., kiedy to nastąpił rozkwit językoznawstwa historyczno-porównawczego. Prace językoznawcze dotyczyły wówczas zagadnień szczegółowych, takich jak między innymi tworzenie definicji

czy opisywanie znaczeń wyrazów podczas tworzenia słowników (Herman Paul, Michel Bréal), chociaż rozważania nad znaczeniem i sensem wyrazu zajmowały już takich filozofów jak Platon, Arystoteles, stoicy, epikurejczycy, średniowieczni nominaliści i inni aż po czasy współczesne (za: Stobiecki, 2011, s. 157). Dopiero wiek XX zaczyna obfitować w prace dotyczące zagadnień związanych z semantyką, semiotyką (por. Charles William Morris, 1993) czy sematologią (por. Humphrey, 2019). Według Renaty Grzegorzczukowej rozważania dotyczące znaczenia w pracach językoznawczych zajmują zdecydowanie mniej miejsca niż w rozważaniach filozoficznych (por. Grzegorzczukowa, 2011, s. 69–70). Konrad Stobiecki uważa, że obecnie semiotyka i pochodząca od niej semantyka dotyczą oprócz lingwistyki także innych dziedzin nauki, takich jak kultura, antropologia, medycyna czy ekonomia, o czym można przeczytać w *Handbook of semiotics*¹⁸ (Stobiecki, 2011, s. 167).

Na gruncie lingwistyki XX-wiecznej w kręgu zainteresowania strukturalistów znalazła się także problematyka znaczenia. F. de Saussure w swoich rozważaniach językoznawczych znak określa jako *signifiant*, znaczenie zaś jako *signifié*. Koncepcja znaku i znaczenia de Saussure’a plasuje się w kręgu psychologizmu – znak posiada charakter psychiczny, łączący pojęcie (*signifié*) i obraz akustyczny (*signifiant*). Dla F. de Saussure’a „znak językowy jest więc bytem psychicznym o dwóch obliczach” (de Saussure, 2002, s. 90). Kluczowe staje się tutaj wprowadzenie przez F. de Saussure’a do językoznawstwa rozróżnienia między systemem jako abstrakcyjnym narzędziem do komunikacji a użyciem systemu, które oznacza zastosowanie owego systemu w konkretnych wypowiedziach (opozycja *langue* – *parole*, czyli język – mówienie). Analiza składników aktów mowy i wyróżnienie lokucji jako aspektu wypowiedzi, jak zaznacza R. Grzegorzczukowa, pozwala oddzielić informacje zawarte w kodzie (systemie językowym) od informacji, jaką niesie konkretna sytuacja i wiedza uczestników dialogu, czyli tzw. informacji pragmatycznych (por. Grzegorzczukowa, 2011, s. 38).

Pod koniec XX w. nastąpił gwałtowny rozwój językoznawstwa w ujęciu psychologicznym i traktowanie znaczenia jako stanu mentalnego użytkowników języka – językoznawstwo kognitywne (George Lakoff, Ronald Langacker, Mark Johnson, Leonard Talmy). Poczęto mówić o słowniku mentalnym i wiązać zjawiska językowe z procesami poznawczymi i czynnościami umysłowymi oraz doświadczeniem kulturowym i społecznym. Znaczenie w kognitywistycznym ujęciu to reprezentacja świata w umysłach mówiących osób. Definicja kognitywna wyrażenia przyporządkowuje danemu wyrażeniu obraz myślowy cech referenta

¹⁸ Nöth, W. (1996). *Handbook of semiotics*. Indiana University Press, Bloomington, s. 5.

(przedmiotu denotowanego), ukształtowany w świadomości mówiących w wyniku doświadczeń percepcyjnych i kulturowych. Ten obraz myślowy przedmiotu (zjawiska), wiązany w świadomości mówiących danym językiem z wyrażeniem językowym (ciągiem dźwięków), stanowi jego znaczenie (Grzegorzycowa, 2011, s. 31).

R. Grzegorzycowa wyróżnia dwie wersje semantyki wyrosłej na gruncie lingwistycznych koncepcji mentalistycznych:

1. Semantyka mentalistyczna rygorystyczna „prawdziwościowa” – opiera się na cechach koniecznych i wystarczających, przypisywanych nazywanym zjawiskom. W jej ramach znaczenie wyrażenia, które stanowi zespół wspomnianych cech, sprawdza się testem implikacji i sprzeczności;
2. Semantyka mentalistyczna „rozszerzona” lub inaczej kognitywna – wprowadza do znaczenia cechy dodatkowe, kojarzone, które przypisuje się tylko niektórym typowym obiektom. Kojarzenie cech jest społecznie utrwalone, potwierdzone w innych aktach językowych (dąb – skojarzenie z siłą – chłop jak dąb) (Grzegorzycowa, 2011, s. 31–32).

W nurcie lingwistyki kognitywnej (por. Langacker, 1986, 1990) język stanowi zbiór konwencjonalnych jednostek symbolicznych, co oznacza, że wszystkie elementy językowe są nośnikami znaczenia i pełnią funkcję semantyczną, która dla kognitywistów jest najważniejszą funkcją językową. Znaczenie utożsamiane jest z konceptualizacją, tworzeniem pojęć jako wyobrażeń kategorii. Gramatyka nie stanowi odrębnego podsystemu, pełni funkcję służebną wobec semantyki, konkretyzując i schematyzując abstrakcyjne struktury semantyczne o charakterze pojedynczych lub złożonych z kilku wyrazów nazw, schematów składniowych oraz ich konkretyzacji w postaci tekstów (por. Szczepankowska, 2011, s. 42, 131).

Współcześnie semantykę traktuje się jako część semiotyki, czyli dyscypliny zajmującej się systemami znakowymi i sytuuje się ją pomiędzy syntaktyką a pragmatyką. Twórcą terminu *semiotyka* jest Charles William Morris. Wprowadził on do nauki również jej podział na części – semantyczną, syntaktyczną i pragmatyczną (por. Stobiecki, 2011, s. 168). Przedmiotem semantyki zaś jest nie tylko analiza znaczenia wyrazu. Ta dziedzina językoznawstwa

bada również stosunki, jakie zachodzą między znaczeniem a formą wyrazu oraz między wartością podstawową wyrazu a jego aktualnym znaczeniem w wypowiedzeniu. Ponadto semantyka zajmuje się homonią, polisemią i synonimią oraz zmianami znaczeniowymi, usiłując ustalić przyczyny przesunięć znaczeń wyrazów (Kania i Tokarski, 1984, s. 155).

W ramach teorii generatywno-transformacyjnej N. Chomsky wyróżnia semantykę interpretatywną – przyporządkowanie składników semantycznych elementom struktur syntaktycznych, oraz semantykę generatywną – w której uważa się, że pierwotna jest reprezentacja semantyczna zdania, z której wyodrębnia się strukturę syntaktyczną poprzez stosowanie transformacji oraz reguł słownikowych. Punktem wyjścia zatem w procesie tworzenia zdania jest jego struktura semantyczna (por. Polański, red., 1993, s. 479–480). Także według „zasady pełnej interpretacji” Denisa Boucharda każdemu składniowemu elementowi zdania odpowiada element semantyczny, a każdy element reprezentacji semantycznej jest identyfikowany przez jakiś element składniowy (por. Stalmaszczyk, 2022). Piotr Stalmaszczyk zaznacza, że w swoich pierwszych pracach N. Chomsky wyróżnia dwa podstawowe elementy w swojej teorii lingwistycznej, którymi są składnia i semantyka. Później jednak porzuca semantykę, twierdząc, że język naturalny składa się tylko ze składni i pragmatyki. Jest to zatem jeden z elementów istotnie różniących generatywną i kognitywistyczną teorię języka. Jackendoff (1990, 1997, 2002, 2007) z kolei podkreśla wagę zintegrowania fonologii, syntaktyki i semantyki w celu rzetelnego zbadania wszystkich zjawisk językowych. Tworzy pojęcie *architektury języka*, w której fonologia, składnia i semantyka konceptualna tworzą niezależne płaszczyzny określone i łączone przez zbiór reguł formowania, zbiór reguł wnioskowania i zbiór reguł odpowiedniości (Stalmaszczyk, 2011, s. 26, 41–43). „Przedmiotem badań semantyki konceptualnej Jackendoffa jest forma zakodowanych w umyśle informacji, czyli pojęć (konceptów), a także reguły wnioskowania na podstawie tych informacji oraz odnośnienie ich do innych form informacji używanych przez umysł” (Stalmaszczyk 2011, s. 43).

Jak czytamy w *Encyklopedii językoznawstwa ogólnego* pojęcie znaczenia rozpatrywane w różnych koncepcjach myśli językoznawczej o semantyce bywa różnie rozumiane i nie jest wyraźnie określone. „Pytania o istotę znaczenia stawiane przez logików, filozofów i językoznawców, są w istocie pytaniami o to, jak zdefiniować zwroty typu: *x* znaczy *y*, *x* ma znaczenie *y*” (Polański, red., 1993, s. 641). Maciej Piasecki w swojej rozprawie na temat semantyki formalnej zaznacza, że poszczególne nurty myśli językoznawczej o semantyce zgadzają się bez wątplenia co do jednego:

(...) za x kryją się wyrażenia języka naturalnego (wyrazy, frazy, zdania lub teksty), chociaż i w tym przypadku dyskusyjną jest kwestia, czy rozważamy wyidealizowane typy wyrażen językowych, czy też ich konkretne użycia. Jeżeli użycia – to jaki zakres kontekstu interpretacji bierzemy pod uwagę: jedynie poprzedzający fragment wypowiedzi, czy też cały stan świata lub kompletny stan poinformowania nadawcy/odbiorcy. Często przyjmuje się, że odpowiedź na to pytanie rozgranicza obszary *semantyki* i *pragmatyki* (Piasecki, 2004, s. 114).

Nośnikami znaczenia pełniącymi funkcję znaczeniową (semantyczną) w języku są morfemy – najmniejsze elementy znaczące, modyfikowane za pomocą prefiksów, sufiksów i końcówek fleksyjnych, oraz leksemy – najmniejsze samodzielne jednostki znaczeniowe. Za ich pomocą określa się złożone pojęcia, z których można wydzielić pojęcia proste, tzw. semy. Semy to najmniejsze jednostki płaszczyzny znaczeniowej (*signifié*), które na poziomie wyrażenia (*signifiant*) są poszczególnymi słowami języka naturalnego lub sztucznie utworzonymi symbolami. Owe elementarne jednostki semantyczne służą do opisu i analizy znaczeń złożonych jednostek językowych i bez wątpienia składają się na umiejętność nazywania (por. Szczepankowska, 2011, s. 41–42). Zbiór leksemów stanowi leksykon, który zdaniem Małgorzaty Rutkiewicz-Hanczewskiej jest jądrem języka, a procesy leksykalne są podstawą różnych modeli realizacji języka objawiającej się w konkretnych wypowiedzeniach. Każdy leksem jako połączenie dźwięków i znaczenia z fonologicznymi, semantycznymi i kategorialnymi właściwościami podporządkowany jest zasadom gramatyki (por. Rutkiewicz-Hanczewska, 2016, s. 11). Zdaniem Dietera Wunderlicha gramatyka, stanowiąc specyficzny system obliczeniowy, określa, jakie sekwencje słów konstytuują całościowe znaczenie wypowiedzenia (Wunderlich, 2006, s. 2).

Z punktu widzenia neurolingwistyki podstawę umiejętności posługiwania się zasobami leksykalnymi i traktowania ich jako element diagnostyczny stanowią językowe procesy mózgowe. W wyniku badań współczesnych neurolingwistów, psycholingwistów i neurobiologów wyodrębniono anatomiczny odpowiednik systemu semantyczno-leksykalnego. Stanowią go struktury tylnej części środkowego i dolnego płata skroniowego, gdzie łączą się sieci słuchowe z informacjami o charakterze pojęciowym. Ów system leksykalny zorganizowany jest bilateralnie, czego dowiedziono w badaniach neuroobrazowania z udziałem chorych z lezjami jednostronnymi oraz obustronnymi uszkodzeniami okolic skroniowych. Analiza akustyczna – przetwarzanie fonologiczne – zachodzi w górnej bruzdzie skroniowej, dochodzi następnie do przekładania dźwięku na znaczenie. Proces ten zachodzi paralelnie, różnymi drogami w różnym czasie (20–50 ms dla fonemu lub 150–300 ms dla sylaby). Dostęp do zasobów leksykalnych następu-

je w wyniku kombinacji przetwarzania informacji z różnych strumieni – na poziomie sylaby lub fonemu (nieobligatoryjnie) – przy czym sylaba zajmuje centralne miejsce w przetwarzaniu i rozpoznawaniu mowy. Wyniki badań funkcjonalnym rezonansem magnetycznym dowiodły także istnienie u dorosłych użytkowników języka asymetrii półkulowej w kontekście czasowego przetwarzania dźwięków mowy. W mózgowej integracji informacji w dłuższych skalach czasowych dominuje prawa półkula, z kolei mechanizmom odpowiedzialnym za opracowanie informacji w krótkich przedziałach czasowych odpowiada bardziej bilateralna reprezentacja. W przetwarzaniu semantyczno-leksykalnym bierze udział również przednia część płata skroniowego, odpowiedzialna za integrację semantyczno-syntaktyczną. Stanowi ona sieć łączącą między tylnymi systemami leksykalno-semantycznymi i systemami czołowymi, wykorzystywanymi także w przetwarzaniu zadań muzycznych u osób wykształconych muzycznie (Rutkiewicz-Hanczewska, 2016; Hickok i Poeppel, 2004, 2007; Tillmann, 2003 a,b, 2006).

W polu badań muzykologii, w obszarze dociekań nad związkami muzyki i języka, semantyka również zajmuje swoje miejsce. Jak jednak zaznacza P. Podlipniak, popularne w muzykologii systematycznej wdrożenie modelu syntaktycznego i semantycznego w badania muzyki niesie ze sobą pewne ograniczenia (Podlipniak, 2014). Zakładając istnienie funkcji komunikatywnej muzyki, w odniesieniu do języka jest ona niezaprzeczalna, należy stwierdzić, że charakter obu sposobów komunikowania jest jednak różny. W wyniku najnowszych badań i rozważań językoznawczych (por. Langacker, 1987, 1990; Jackendoff, 2002, 2007) gramatyka języka naturalnego wiąże się w szczególny sposób z semantyką. Stosowanie danej reguły gramatycznej może stanowić pewną formę orzekania o świecie, a przypadki gramatyczne, według niektórych badaczy, mają także wartość semantyczną – przykładowo użycie strony biernej (por. Dor, 2000; Podlipniak, 2014; Wierzbicka, 1999). W odniesieniu do muzyki – jak pisze P. Podlipniak:

Jak dotąd nie udało się wskazać na istnienie podobnej zależności pomiędzy postulowaną przez wielu gramatyką muzyczną i semantyką muzyczną, czymkolwiek miałyby ona być. Muzyka nie ma, jak się wydaje, charakteru predykatywnego. Nawet jeśli uznamy, że niektóre zjawiska muzyczne, takie jak barokowe figury retoryczne, wagnerowski *Leitmotiv* czy różne postaci onomatopei muzycznej, mają cechy orzekania o świecie pozamuzycznym, związek znaczenia pozamuzycznego z określoną kategorią dźwiękową ma tutaj całkowicie inny charakter niż ten obserwowany pomiędzy słowami w leksykonie języka naturalnego a tym, o czym orzekają (Podlipniak, 2014, s. 309).

Z punktu widzenia neurobiologii i procesów poznawczych, B. Tillman i współpracownicy w badaniach neuroobrazowych dowiedli, że wykorzystywanie wspólnych zasobów neuronalnych w przetwarzaniu semantyki języka i muzyki występuje w mniejszym stopniu niż dotyczy to obszarów odpowiedzialnych za przetwarzanie syntaktyki (Tillmann i in., 2010), co wiąże się zapewne z odmienną w pryncypiach charakterystyką zjawisk językowych i muzycznych.

2.5. Fluencja słowna jako kategoria badawcza w eksperymentalnych badaniach lingwistycznych

W ramach semantyki i jej psychologicznego nurtu, pojęciem szczególnie interesującym w kontekście niniejszej rozprawy jest fluencja werbalna, która leży w kręgu zainteresowań neurologów, neuropsychologów, psycholingwistów, logopedów i neurologopedów, stanowiąc często kategorię diagnostyczną w opisie zachowań językowych człowieka.

Fluencja słowna, fluencja werbalna, płynność mowy – to zdolność łatwej artykulacji, umiejętność generowania jak największej liczby słów w określonym czasie (norma dla człowieka dorosłego to minimum 50 słów na 60 sekund) i zgodnie z określonym kryterium. To także zdolność tworzenia rozbudowanej frazy o prawidłowej prozodii oraz poprawnej, różnorodnej strukturze gramatycznej (Gierski i in., 2007). Badanie procesów werbalnych to szeroko stosowane narzędzie diagnostyczne u osób zdrowych i chorych, stanowiące istotny aspekt oceny neurologicznej, neuropsychologicznej, społecznej, rozwojowej i poznawczej. Traktowana jako wskaźnik sprawności językowej i artykulacji fluencja słowna leży w polu zainteresowań także logopedów i lingwistów (por. Szepietowska, 2010; Szepietowska i Gawda, 2011; Piskunowicz i in., 2013).

Zadania wykonywane podczas testu fluencji słownej uruchamiają procesy związane z wykonawczą funkcją mowy oraz pamięcią – fluencja została uznana jako wskaźnik zdolności do aktualizacji słownika (Łuczywek i Fersten, 1992) – i stanowią wskaźnik funkcjonowania przede wszystkim płatów skroniowych i czołowych. W psycholingwistyce służą ocenie struktury języka, szczególnie warstwy semantycznej tworzącej słownik mentalny oraz sposobu dotarcia do treści i znaczenia wyrazu (por. Kurcz, 2005; Piskunowicz, 2013, 2011; Szepietowska i Gawda, 2016).

W realizację płynności słownej zaangażowane są nie tylko mowa i język, ale także inne procesy poznawcze, jakimi są wyobrażenia wzrokowa, pamięć robocza

i epizodyczna, procesy wykonawcze, uwaga (por. Szepietowska i Gawda, 2011). Łojek i Stańczak (2005, s. 6) podejmując próbę zdefiniowania fluencji/płynności uznali, że jest to sprawność, z jaką generuje się, planuje i wykonuje sekwencję nieautomatyzowanych czynności określonego rodzaju w określonym czasie. Sprawność tę odnoszą do różnych procesów psychicznych, także niewerbalnych, konstrukcyjnych i ruchowych. Fluencja słowna dotyczy zatem mowy/języka, niewerbalna zaś daje świadectwo o procesach wzrokowo-przestrzennych lub ruchowych.

Matthew Ralph (2014) sugeruje, że wiedza semantyczna opiera się na organizacji semantycznej w ramach kategorii, pojęć zaliczanych do różnych klas, np. ożywione – nieożywione. J. Frederico Marques i współpracownicy (2008) w wyniku swoich badań uważają, że organizacja pojęć następuje w odniesieniu do percepcyjnych i funkcjonalnych cech obiektów, pojęcia naturalne – sztuczne. Argye Hillis i Alfonso Caramazza (1995) proponują koncepcję organizacji według cech gramatycznych, rzeczowniki – czasowniki.

Najczęściej stosowanymi technikami w badaniu fluencji słownej są:

- płynność literowa (FF, formalna, ortograficzna, fonemiczna, *phonemic fluency*) – zadaniem badanego jest wymienić jak największą liczbę słów rozpoczynających się daną literą/głoską. Wybór litery związany jest z frekwencją, z jaką litera/głoska występuje w danym języku. Bierze się także pod uwagę stopień trudności skorelowany ze wspomnianą frekwencją. W warunkach polskich są to najczęściej litery/głoski K, M, P, S;

oraz

- płynność semantyczna (FS, kategorialna, *semantic fluency*) – badanie polega na podawaniu słów z danej kategorii tematycznej. Stopień trudności zależy zarówno od zakresu, jak i popularności kategorii – kategoria o szerokim zakresie dotyczy na przykład życia codziennego i są to *zwierzęta, owoce, warzywa* itp., kategoria wąska – to przykładowo *przedmioty ostre*;

Do rzadziej stosowanych technik należą:

- płynność rymów – wymaganiem jest tworzenie rymów;
- płynność syntaktyczna – podawanie określonych gramatycznych form wyrażen, np. rodzaju żeńskiego;
- płynność w zakresie czasowników – *wymień, co robi człowiek?*;
- płynność afektywna – wyrażenia z kategorii afektywnych – *przyjemne/nieprzyjemne*;
- płynność asocjacyjna (swobodna, skojarzeniowa) – stosowana szczególnie w psy-

chopatologii – zadaniem jest wymienić słowa, które przychodzą na myśl w danej chwili;

- płynność kreatywna – najczęściej czas wydłuża się do 4 minut, a badany ma podać jak największą ilość sposobów użycia danego przedmiotu, przy czym typowe lub niemożliwe uznaje się za błędne (por. Szepietowska i Gawda, 2011; Zająć-Lamparska, 2016).

Kryterium oceny stanowi jak największa liczba słów wygenerowanych zgodnie z kryterium w określonym czasie, zazwyczaj 60 sekund. Ocena wyników ma charakter ilościowy. Bierze się pod uwagę także ilość błędów – odpowiedzi spoza kategorii i powtórzenia, oraz zmienne czasowe – czas podania pierwszej odpowiedzi czy długość pauz. Rzadziej stosuje się podejście jakościowe, co wiąże się z faktem, że badani nie aktualizują słów jednostajnie w czasie, ale często produkują je w oddzielonych pauzami grupach. W trakcie obserwacji badanych i podejmowanych przez nich strategii wykonywania zadań do oceny płynności wprowadzono dodatkowe wskaźniki, jakimi są klasterzy zgodne i niezgodne z typem zadania oraz zgodne i niezgodne przełączenia – przejścia między subkategoriami, na przykład w zadaniach złożonych typu wymienianie słów z dwóch kategorii – przykładowo *instrumenty*–*warzywa* (por. Szepietowska i Gawda, 2011; Piskunowicz i in., 2013).

W badaniu fluencji słownej w praktyce klinicznej najczęściej uwzględnia się kryterium liczby słów, będącą wyznacznikiem zasobów językowych i pamięci semantycznej oraz liczbę subkategorii, tzw. klasterów semantycznych i/lub literowych/głoskowych. Istotna jest także liczba przełączeń, która stanowi wyznacznik sprawności funkcji wykonawczych (Troyes i in., 1997; za: Szepietowska i Gawda 2016). Według Barbary Szepietowskiej i Ewy Gawdy w aktualnych dociekaniach naukowych i badaniach eksperymentalnych traktuje się fluencję słowną jako narzędzie do poznania psychologicznej organizacji wiedzy semantycznej oraz mechanizmów patologii w przypadku zakłóceń wynikających z różnych zespołów neuropsychologicznych typu afazja czy demencja (Szepietowska i Gawda, 2016, s. 171).

W kontekście mózgowej organizacji fluencji semantycznej, zgodnie z najnowszymi doniesieniami będącymi wynikami prób klinicznych lub eksperymentalnych badań neuropsychologicznych, uznaje się, że aktywacja mózgowa podczas wykonywania zadań fluencji semantycznej czy literowej/fonetycznej ma charakter rozproszony. Oznacza to, że podczas wykonywania wspomnianych badań aktywują się różne obszary mózgu obu półkul, z decydującą przewagą półkuli lewej, przy czym zaangażowane są zarówno przednie, jak i tylne części, w tym okolice korowe i podkorowe, a także mózdzek. Za istotne uznaje się szczególnie aktywizację obszarów skroniowych, co potwierdzono w obserwacji pacjentów z uszkodzeniem tych obszarów, u których stwierdzono zaburzenia przetwarzania semantycznego, przy czym osoby z uszkodzeniami lewej półkuli uzyskują słabsze wyniki bardziej w przypadku fluencji literowej/fonetycznej niż semantycznej (por. Szepietowska i Gawda, 2011). Szczególne zaangażowanie płatów skroniowych w realizację płynności mowy potwierdzają także badania z udziałem osób zdrowych (por. Garoff i in., 2005; Birin i in., 2010; Rogers i in., 2006, Szepietowska i Gawda, 2016). Tylne części płatów skroniowych (zakręt wrzecionowaty – pole Brodmanna 37) bierze udział w przetwarzaniu wzrokowych aspektów wiedzy semantycznej (Ardila i in., 2006; Bonner i Price, 2013), przednia odpowiada za pole konwergencji – relacje obiekt – pojęcia (Noppeney, 2008; Pulvermüller, 2013; Ralph, 2014), mózdzek zaś bierze udział w procesie przypominania słów (Leggio i in., 2000; Schmahmann, 2009; Szepietowska i Gawda, 2016). Udział prawej półkuli w wykonywaniu zadań związanych z fluencją słowną zdaniem badaczy może świadczyć o wykorzystywaniu nierutynowych strategii służących poprawie jakości wykonywanego zadania, zaangażowaniu procesów uwagowych lub włączenia analizy szczegółowych cech obiektów (Szatkowska i in., 2000; Garoff i in., 2005; za: Szepietowska i Gawda, 2016).

Podsumowując powyższe rozważania dotyczące syntaktyki i semantyki oraz ich mózgowego przetwarzania, a także mózgowych i niemózgowych korelatów języka i muzyki, można stwierdzić, że proponowane w tej pracy badania porównawcze kompetencji językowej syntaktycznej i semantycznej u osób praktykujących muzykę i tych z nią niezwiązanych praktycznie i zawodowo mogą przynieść ciekawe rezultaty i skłonić do interesujących wniosków.

3. Metodologia badań własnych

Słownik Języka Polskiego PWN definiuje metodologię jako „naukę o metodach badań naukowych i wykładu naukowego” (Sobol, red., 2002, s. 449). W ujęciu psychologicznym to „usystematyzowany zespół sprawdzonych i skutecznych metod do realizacji celów badawczych” (Siuta, 2005, s. 148–149). W *Słowniku filozofii* zaś czytamy, że jest to „krytyczne badanie metod naukowych, zarówno ogólnie, jak i w odniesieniu do konkretnej nauki” lub jako „część teorii nauki” (Aduszkiewicz, red., 2004, s. 338). Metodologia zatem jawi się jako metanauka o metodach naukowych.

Biorąc pod uwagę zakres stosowania, wyodrębnia się metodologię ogólną zajmującą się ogólnymi problemami metod i systemów naukowych oraz metodologię szczegółową badającą metody i systemy wybranych nauk (Okoń, 1998). U Alfreda Puzio i Krystyny Ziółkowskiej (1998) znajdujemy podział na metodologię o charakterze krytycznym, której rolą jest krytyka metod stosowanych w nauce, oraz metodologię konstrukcyjną, zmierzającą do wypracowywania nowego rozwiązania. Jako metanauka metodologia pełni funkcje: krytyczną, konstrukcyjną (Puzio i Ziółkowska, 1998), poznawczą, gnoseologiczną (Grucza, 1983; Michalik, 2015b), prakseologiczną (Hajduk, 2012) oraz weryfikującą (Hamerlińska, 2017). By je pełnić, musi posiadać wymiar dynamiczny i czynnościowy (Hajduk, 2012).

Metodologia opisuje strategie prowadzenia analiz naukowych oraz weryfikuje wartość poznawczą poszczególnych dziedzin nauki (por. Czarnecki, 2009). Jest także wyrazem zamysłu badacza i jego sposobu myślenia o przedmiocie dociekań naukowych. Obejmuje uogólnione doświadczenie naukowców wpisane w tradycję i współczesność oraz indywidualne poszukiwania rozwiązań problemów badawczych (Hamerlińska, 2017).

W metodologii badań własnych podjęto próbę integracji narzędzi metodologicznych umożliwiających badanie językowego funkcjonowania istoty ludzkiej wypracowane przez: podejścia formalne, kognitywne, psycholingwistykę, neurolingwistykę, socjolingwistykę i inne lingwistyki stosowane, a także audiologię i muzykologię. Dążono do umiejscowienia przedmiotu badań wewnątrz pełnego, nowego, uniwersalnego systemu bez stałych granic pomiędzy naukami, dając wyraz idei transdyscyplinarności. Podjęto próbę integracji różnych kierunków współczesnej lingwistyki, które odnoszą się do mózgowych i umysłowych wymiarów językowego funkcjonowania człowieka, przyjmując za Leonem Kaczmarkiem (1991, s. 5), że „logopedia to dyscyplina samodzielna, multiinterdyscyplinowa, będąca składową bloku humanistyczno-biologicznego”.

Na każdym etapie starano się przeprowadzić dociekanie naukowe w sposób zgodny z zasadami etyki oraz przepisami prawa, realizując postulat dobrej praktyki badawczej – w sposób rzetelny, sumienny, staranny, lojalny wobec uczestników badania oraz pożyteczny (por. Galewicz, 2009).

Prezentowane badania wpisują się w nurt szeroko pojętych nauk społecznych. W metodologii badań własnych przyjęto taką właśnie optykę.

3.1. Przedmiot i cel badań

Jednym z pierwszych i podstawowych działań w badaniach naukowych jest jasne określenie przedmiotu i celu badań. Odzwierciedlają one główny problem badawczy oraz intencje badacza. W badaniach naukowych zmierza się do obiektywnego i wyczerpującego poznania pewnego fragmentu rzeczywistości kulturowej, przyrodniczej lub społecznej. W wyniku tego poznania otrzymujemy konkretny obraz badanej rzeczywistości (por. Sobol, red., 1995, s. 854).

Władysław Puślecki (1985, s. 3) uważa, że przedmiotem badań „jest ściśle zdefiniowany wycinek rzeczywistości społeczno-przyrodniczej, stanowiący obiekt zainteresowań poznawczych określonej dyscypliny naukowej”, Janusz Sztumski (1999, s. 7) zaś postrzega przedmiot badań „jako wszystko, co składa się na tak zwaną rzeczywistość społeczną, a więc zbiorowość i zbiory społeczne, instytucje społeczne, procesy i zjawiska społeczne”.

Po ustaleniu przedmiotu badań niezbędne jest określenie celu, który nadaje kierunek procesom badawczym i stanowi rękojmię powodzenia dalszych etapów naukowych dociekań.

Zdaniem Hanny Komorowskiej (1982, s. 77) „jest to rodzaj efektu, który zamierzamy uzyskać w wyniku badań, a także jest to rodzaj czynności, z którymi te efekty będą się wiązać”. Władysław P. Zaczyński (1995, s. 52) zaś przedstawia cel badań jako: „bliższe określenie, do czego zmierza badacz, co pragnie osiągnąć w swoim działaniu (...). Podany w koncepcji cel musi legitymować się konkretnością, jasnością i realnością. Realność celu polega z kolei na wytyczeniu takich zamierzeń, które leżą w granicach możliwości danego badacza”. Sformułowanie celu badań polega zatem na uzmysłowieniu sobie, po co podejmuje się badania i jakie znaczenie mogą mieć uzyskane wyniki.

Cele badań można podzielić na:

- poznawcze – obserwacja i analiza danego zjawiska;

- teoretyczne – np. opracowanie koncepcji lub modelu;
- praktyczne – ocena przydatności zbadanego zjawiska (por. Nowosielski, 2016).

Można również przyjąć inny model klasyfikacji celów:

- opisowe – znalezienie odpowiedzi na pytania: co?, gdzie?, kiedy?, jak?;
- wyjaśniające – naświetlenie zjawisk będących przedmiotem badań. Odpowiedź na pytania: dlaczego tak jest?, jakie są przyczyny określonego skutku?;
- przewidyujące – można je określić, gdy stan rzeczy oraz związek między przyczynami i skutkami jest znany, a wiedza na konkretny temat jest wystarczająca (Maszke, 2008).

3.1.1. Przedmiot badań właściwych

Przedmiot przedstawionych w niniejszej pracy badań własnych stanowi przetwarzanie słuchowe oraz kompetencja językowa muzyków i niemuzyków.

3.1.2. Cel badań właściwych

Sformułowane cele można określić jako poznawcze, opisowe i wyjaśniające.

Nadrzędnym celem badań jest ustalenie, czy wykształcenie muzyczne, wykonawstwo i tworzenie muzyki wpływa na funkcje poznawcze, przede wszystkim przetwarzanie słuchowe ze szczególnym uwzględnieniem percepcji mowy, oraz zdolności językowe, a zwłaszcza kompetencję semantyczną i składniową.

Cel sformułowano w oparciu o założenia psycholingwistyki, neurolingwistyki, lingwistyki mentalnej (por. Mazurkiewicz-Sokołowska, 2010; Michalik, 2011) oraz osiągnięcia współczesnej audiofonologii, neurobiologii i muzykologii.

Cele szczegółowe:

- Poznanie modelu przetwarzania słuchowego u muzyków i niemuzyków.
- Pozyskanie wiedzy na temat ewentualnego wpływu przetwarzania słuchowego na kompetencję semantyczną i składniową.
- Ustalenie, czy wykształcenie muzyczne ma znaczenie w zakresie wyboru strategii rozwiązywania zadań językowych.
- Ustalenie, czy płeć ma znaczenie w zakresie przetwarzania słuchowego i lateralizacji słuchowej mowy oraz kompetencji językowej.

3.2. Problematyka i hipotezy badawcze

Obserwacja zjawisk życia codziennego rodzi pytania o źródło i sens, przyczyny i skutki. Problematyka badawcza to zestaw pytań odnoszących się do przedmiotu badań oraz związanych z nim zjawisk i procesów. *Słownik Języka Polskiego PWN* podaje dwa wyjaśnienia terminu *problem* (gr. πρόβλημα – przeszkoda, trudność) – „poważne zagadnienie, zadanie, wymagające rozwiązania, rozstrzygnięcia”, „trudność, kłopot” (Sobol, red., 2002, s. 750–751). Problem jest stanem niewiedzy, wymaga namysłu, wysiłku i zabiegów w celu jego rozwiązania. Problemy badawcze (inaczej problemy naukowe) są zatem pytaniami, które odnoszą się do określonych przedmiotów oraz towarzyszących im zjawisk, stanów i procesów, na które nie potrafimy udzielić odpowiedzi (Maszke, 2008).

Przenosząc powszechne pojmowanie problemu (*przeszkoda, trudność*) na działalność naukową, można uznać, że problem naukowy (badawczy) to szczególna przeszkoda lub trudność związana z poznawaniem otaczającej rzeczywistości. Odzwierciedla i uświadamia stan naszej niewiedzy w określonej dziedzinie (Żegnałek, 2008).

Problemy badawcze to pytania, na które szukamy odpowiedzi na drodze badań naukowych. Stawiając je, zadajemy pytania przyrodzie i otoczeniu, a nie osobie drugiej. Staramy się znaleźć odpowiedzi na postawione przez nas pytanie poprzez własny wysiłek, nie zaś przez oczekiwanie gotowej odpowiedzi od innego człowieka – twierdzi Józef Pieter (1997, s. 67).

Władysław Zaczyński (1995) zaś uważa, że problemy badawcze to słowne sformułowania napotkanych trudności, a jednocześnie dobrowolnie obrane zadania poznawcze.

Warto zaznaczyć, że każdy problem jest pytaniem, nie każde zaś pytanie można uznać za problem. Odpowiedź na problem jest zdecydowanie trudniejsza niż odpowiedź na pytanie. Pierwsze wymaga głębokiego namysłu, analizy i szukania odpowiedzi poprzez dociekanie i badanie rzeczywistości, drugie jest znane i wymaga czasem tylko sięgnięcia do zasobów wiedzy i pamięci.

W naukach społecznych problemy badawcze najczęściej dzieli się na:

- problemy główne (wynikają z tematu);
- problemy szczegółowe (wynikają z problemów głównych).

Problemy szczegółowe formułuje się tylko w relacji do problemu głównego, choć mogą mieć pewien rys ogólności. Kazimierz Żegnałek (2008) zaznacza, że zwykle precyzuje się niewielką liczbę problemów głównych (często tylko jeden), z których wynika po kilka problemów szczegółowych. Uważa on także, że poprawne sformułowanie prob-

lemów badawczych nie jest zadaniem łatwym. Jest to jednak bardzo ważny etap w procesie badania, ponieważ stanowi punkt wyjścia formułowania zmiennych, hipotez, doboru metod i technik, grupy badawczej czy terenu badań. Według Maszkego (2008) problem badawczy musi być rozstrzygalny i precyzyjnie sformułowany. Poprawne sformułowanie problemów badawczych jest niemożliwe bez rozeznania w badanej problematyce, to zaś wymaga zapoznania się chociaż z podstawową literaturą przedmiotu (Żegnałek, 2008).

Fred Kerlinger (za: Łobocki, 2011) podaje trzy kryteria poprawnie sformułowanego problemu badawczego:

1. Ma wyrażać relację zachodzącą między dwiema lub więcej zmiennymi.
2. Ma być sformułowany jasno i jednoznacznie, koniecznie w formie pytania.
3. Ma dotyczyć zmiennych, dających się zbadać (zmierzyć).

Główny problem badań własnych wybrzmiewa zatem jako pytanie: Czy i ewentualnie jak wykształcenie, wykonawstwo i tworzenie muzyki wpływa na wzorzec percepcji słuchowej oraz kompetencję językową?

Problemy szczegółowe również przyjmują formę pytań:

1. Jaki model przetwarzania słuchowego prezentują muzycy i niemuzycy?
2. Czy istnieje związek pomiędzy wykształceniem muzycznym a przetwarzaniem słuchowym i jaki ma charakter?
3. Czy grupy badanych wykazują odmienny wzorzec lateralizacji słuchowej i kierowania uwagą słuchową?
4. Jak przetwarzanie słuchowe wpływa u muzyków i niemuzyków na kompetencję semantyczną?
5. Jak przetwarzanie słuchowe wpływa u muzyków i niemuzyków na kompetencję składniową?
6. Jaki jest stopień kreatywności językowej w obu grupach badanych?
7. Jaki wpływ ma wykształcenie muzyczne lub jego brak na funkcje wykonawcze w zakresie mowy?
8. Czy muzycy wykazują wyższy poziom przyswojenia kompetencji semantycznej?
9. Czy muzycy wykazują wyższy poziom przyswojenia kompetencji składniowej?
10. Jakie znaczenie ma płeć w zakresie przetwarzania słuchowego i lateralizacji usznej w zakresie odbioru mowy?
11. Jakie znaczenie ma płeć w zakresie kompetencji językowej – semantycznej i składniowej?

Aby skutecznie przeprowadzić badania naukowe, oprócz sformułowania pytań badawczych, warto wysunąć także hipotezy badawcze.

Mieczysław Łobocki (2007, s. 132) uważa, że hipoteza to „próba odpowiedzi na sformułowane uprzednio problemy badawcze, przy czym, są one świadomie przyjętymi przez badacza przypuszczeniami, wymagającymi potwierdzenia bądź odrzucenia w wyniku przeprowadzonych badań”. Mirosław Krajewski (2010, s. 21) zaś sądzi, że „hipoteza badawcza, często nazywana hipotezą roboczą, jest stwierdzeniem, co do którego istnieje pewne prawdopodobieństwo, że stanowi prawdziwe rozwiązanie badanego problemu”. Sugeruje, by hipoteza nie była zdaniem przeczącym, oceniającym, postulującym lub pytającym.

Hipotezy są niezbędne, gdy problem badawczy dotyczy współzależności między określonymi zmiennymi. Nie zawsze jednak są one konieczne. Nie ma potrzeby formułowania hipotez roboczych w przypadku badania opinii osób lub także gdy jedynym celem jest opis i analiza badanych faktów, zjawisk czy procesów i nie wnika się w zachodzące w nich relacje (Łobocki, 2007). M. Łobocki przytacza pięć warunków poprawnie sformułowanej hipotezy roboczej:

1. Musi dać się zweryfikować.
2. Wyraża związek tylko pomiędzy dającymi się zbadać faktami, zdarzeniami, ludźmi (zmiennymi).
3. Jest przypuszczeniem wysoce prawdopodobnym, mającym swe uzasadnienie w dotychczasowym dorobku naukowym.
4. Jest wnioskiem z dotychczasowych obserwacji i doświadczeń badacza.
5. Jest twierdzeniem wyrażonym jednoznacznie i w sposób możliwie uszczegółowiony.

Ze względu na specyfikę prowadzonych badań sformułowano główną hipotezę badawczą:

Przypuszcza się, że wykształcenie muzyczne wpływa na przetwarzanie słuchowe, także mowy, i zwiększa moc kompetencji językowej, zwłaszcza semantycznej i składniowej.

Wysnuto również szczegółowe hipotezy badawcze:

1. Zakłada się, że muzycy wykazują odmienny wzorzec percepcji słuchowej, wynikający ze stosowania strategii wykorzystywanych w procesie percepcji muzyki.
2. Przypuszcza się, że wykształcenie muzyczne bezpośrednio wpływa na przetwarzanie słuchowe.

3. W oparciu o własne badania pilotażowe, uważa się, że muzycy i niemuzycy prezentują inny wzorec lateralizacji usznej. Kompetencje wynikające z odmiennego wzorca przetwarzania słuchowego wpływać mogą także na większe kompetencje w zakresie procesów uczenia się i pamięci oraz kierowania uwagą słuchową.
4. W oparciu o literaturę światową i opisane eksperymenty badawcze przypuszcza się, że model przetwarzania słuchowego może mieć wpływ na kompetencję językową, szczególnie semantyczną.
5. W oparciu o literaturę światową i opisane eksperymenty badawcze przypuszcza się, że model przetwarzania słuchowego może wpływać na kompetencję językową, szczególnie składniową.
6. Przypuszcza się, że wykształcenie muzyczne może mieć wpływ na stopień kreatywności językowej.
7. Ze względu na stosowanie różnorodnych strategii przetwarzania bodźców słuchowych, między innymi pamięć długotrwałą pojedynczego standardu (Szymańska, 2002), zakłada się, że muzycy wykazują wyższy poziom przyswojenia kompetencji semantycznej.
8. Z powodu umiejętności dostosowywania się do wzorca, szybkie przetwarzanie i odpowiedź na prezentowany bodziec, muzycy mogą wykazywać wyższy poziom przyswojenia kompetencji składniowej.
9. W oparciu o analizę literatury, uważa się, że płeć może mieć znaczenie w zakresie przetwarzania słuchowego i lateralizacji usznej w zakresie odbioru mowy.
10. Przypuszcza się, że płeć może mieć znaczenie w zakresie kompetencji językowej – semantycznej i składniowej.

3.3. Metody, techniki i narzędzia badawcze

Pojęcie *metoda* pochodzi od greckiego słowa μέθοδος, oznaczającego pójście wzdłuż jakiejś drogi. Metoda zatem to sposób postępowania, „droga” do osiągnięcia celu (Krüger, 2007, s. 104).

Antoni B. Stępień (1981) podaje dwa znaczenia tego terminu:

1. Metoda jako sposób systematycznie stosowalny, czyli dobór i układ czynności przyporządkowany określonej celowi, nadający się do wielokrotnego stosowania;
2. Zespół reguł wyznaczający sposób postępowania (Stępień, 1982).

Franciszek Grucza (1983) zaś definiuje termin *metoda naukowa*, twierdząc, że jest to właściwość, która „przemienia” pracę poznawczą w pracę naukową.

Według Aleksandra Kamińskiego metoda badań to zespół teoretycznie uzasadnionych zabiegów koncepcyjnych i instrumentalnych obejmujących najogólniej całość postępowania badawczego, którego celem jest rozwiązanie określonego problemu naukowego. Technika badań z kolei to działania, czynności praktyczne, regulowane starannie wypracowanymi dyrektywami, które umożliwiają uzyskanie sprawdzalnych informacji, opinii, faktów. Narzędzie badawcze zaś to przedmiot, za pomocą którego realizuje się wybraną technikę (Kamiński, 1974; za: Pilch, Bauman, 2010).

Według Tadeusza Pilcha i Teresy Bauman (2010) metoda zakłada zatem działania o różnym charakterze, zarówno koncepcyjnym, jak i rzeczowym, uwarunkowanych celem głównym i ogólną koncepcją badań. Techniki zaś są czynnościami zdeterminowanymi przez metodę i przez nią uwarunkowanymi. Technika to zatem czynność pojedyncza lub pojedynczo jednorodna, mająca znaczenie czasownikowe, np. obserwowanie. Narzędzie służy do gromadzenia danych i ma znaczenie rzeczownikowe, często utożsamiane z realnym przedmiotem, np. kwestionariusz wywiadu.

Ze względu na psycho- i neurolingwistyczny (percepcja i przetwarzanie mowy, centralne przetwarzanie słuchowe) oraz audiologiczny (wykorzystanie drogi słuchowej) charakter prowadzonych badań przyjęto odnośnie do metod, technik i narzędzi model stosowany w psychologii.

Metody w psychologii dzieli się na:

1. Idiograficzne – opis zjawisk, bez wyjaśniania praw nimi rządzących;
2. Nomologiczne (wyjaśniające) – obserwacja zjawisk, formułowanie praw, tworzenie teorii (por. Skarbek W.W., 2013).

Zimbardo (2012) wyszczególnia pięć rodzajów metod badawczych w psychologii. Zalicza do nich:

1. Eksperyment – badacz ma pod kontrolą wszystkie warunki, także zmienną niezależną i nimi manipuluje;
2. Badanie korelacyjne – weryfikuje się związki między zmiennymi, nie ma możliwości jednak manipulowania zmienną niezależną. W tym rodzaju badania nie ma możliwości określenia związku przyczyna–skutek;
3. Sondaż – badanie opisowe, zbieranie odpowiedzi odnośnie do danego problemu;
4. Obserwacja w warunkach naturalnych – badanie opisowe. Ocena zachowania w warunkach naturalnego bytowania;

5. Studia przypadków – badanie obejmujące przypadek jednostki lub kilku jednostek.

Rodzaje zbieranych danych:

1. Jakościowe;
2. Ilościowe;
3. Skale: nominalna (różnego rodzaju klasyfikacje, np. wg płci), porządkowa (np. wg rangi, wykształcenie), interwałowa (np. temperatura), ilorazowa (np. pomiar czasu, długości, masy) (por. Brzeziński, 2019).

Metody zastosowane w podjętych badaniach:

1. Eksperyment naukowy o charakterze porównawczym;

Według W. Zaczyńskiego (1995) eksperyment jest metodą naukowego badania określonego wycinka rzeczywistości. Polega na wywołaniu lub tylko zmianie przebiegu procesów przez wprowadzenie nowego czynnika i obserwowaniu transformacji powstałych pod jego wpływem.

Niektórzy uważają eksperyment za szczególny przypadek obserwacji. Różni się jednak od niej bardziej złożoną strukturą, bardziej szczegółowo opracowanym pomysłem badawczym i stosowaniem narzędzi w większej ilości i różnorodności.

3. Metoda analizy dokumentów;

W badaniach własnych metoda analizy dokumentów dotyczy analizy dokumentacji medycznej. Dane zebrane zostały w wyniku badania audiometrycznego oraz testów zamieszczonych na platformie APD-Medical. Ze względu na zbieranie danych szczególnie wrażliwych kierowano się zasadami badawczej rzetelności. Dane przechowywane są zgodnie z obowiązującym prawem.

Reguła badawczej rzetelności ma charakter uniwersalny – powinna być przestrzegana przez wszystkich naukowców, również tych, prowadzących badania naukowe przy wykorzystaniu danych z dokumentacji medycznej. W tym ostatnim przypadku jest ona szczególnie ważna na etapie gromadzenia i porządkowania danych (Staszewska i in., 2012).

3. Sondaż;

Sondaż, zwany sondażem diagnostycznym, sondażem ankietowym lub sondażem na grupie reprezentatywnej to jedna z najbardziej popularnych metod. Jest sposobem

gromadzenia wiedzy o atrybutach strukturalnych i funkcjonalnych oraz intensywności, dynamice i kierunku rozwoju zjawisk społecznych oraz poglądach danych zbiorowości, w oparciu o dobraną grupę reprezentującą populację generalną, w której badane zjawisko występuje.

4. Analiza statystyczna;

Analiza statystyczna oparta na analizie ilościowej to proces umożliwiający obiektywne, precyzyjne poznanie badanej rzeczywistości. Poprzez uzyskanie surowych danych oraz przekształcenie ich następuje zdobycie wiedzy istotnej z punktu widzenia celów badawczych, uchwycenie zależności pomiędzy badanymi zjawiskami i w konsekwencji sformułowanie wniosków (por. Skarbek, 2013).

Eksperyment naukowy przeprowadzony na użytek niniejszej pracy uwzględnia wyłącznie techniki nieinwazyjne. Pozyskane dane osobowe, takie jak wiek, płeć, wykształcenie, a także wyniki badania otorynolaryngologicznego oraz inne zmienne anonimizowano, przetwarzano i przechowuje się zgodnie z obowiązującym prawem. Nie przewiduje się udostępniania danych innym podmiotom. Dane, wyłącznie te wymagane do rzetelnego udokumentowania prowadzonych badań, pozyskano indywidualnie za pomocą technik i narzędzi typu:

1. Ankietowanie – ankietę osobową stworzono na użytek badania, służyła do zebrania danych demograficznych oraz innych zmiennych istotnych z punktu widzenia prowadzonego eksperymentu;
2. Badanie słuchu – audiometria tonalna – przeprowadzono w gabinecie medycznym w celu wykluczenia osób z niedosłuchem lub innymi problemami otorynolaryngologicznymi, które mogłyby mieć wpływ na wynik badania.
3. Testowanie – zastosowano narzędzia służące do:
 - oceny istotnych klinicznie wyższych funkcji słuchowych (Platforma APD-Medical):
 - a. TRS (SRT lub RT – *Simple Reaction Time*) – test reakcji słuchowej – ocena prosty czas reakcji na bodźce słuchowe;
 - b. ASPN-S (*Adaptive Speech in Noise*) – adaptacyjny test rozumienia słów w szumie – wynik testu to stosunek sygnału do szumu, dla którego badany rozumie połowę prezentowanych słów;
 - c. ASPN-Z – adaptacyjny test rozumienia zdań w szumie – wynik testu to stosunek sygnału do szumu, dla którego badany rozumie połowę prezentowanych zdań;

- d. CVC (*Consonant-Vowel-Consonant*) – test rozdzielności sylabowy – stosowany do oceny podzielności uwagi słuchowej oraz dominacji półkuliowej dla rozumienia mowy. Za jego pomocą bada się także proces integracji informacji obuuszej oraz ocenia się transfer informacji pomiędzy obu półkulami mózgowymi. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sylab oddzielnie dla każdego ucha;
 - e. CVC UP – test rozdzielności sylabowy dla uwagi ukierunkowanej na ucho prawe – do oceny selektywności uwagi słuchowej. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sylab z ucha prawego;
 - f. CVC UL – test rozdzielności sylabowy dla uwagi ukierunkowanej na ucho lewe;
 - g. FPT (*Frequency Pattern Test*) – test sekwencji częstotliwości – ocenia umiejętność różnicowania wysokości dźwięków i krótkotrwałą pamięć słuchową. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sekwencji dźwięków o różnej wysokości;
 - h. DLF (*Difference Limen for Frequency*) – test różnicowania wysokości dźwięków – wynik testu to najmniejsza wykrywana zmiana wysokości dźwięku.
- oceny pamięci, werbalnych funkcji operacyjnych oraz kompetencji językowych:
 - a. Krzywa uczenia Łurii – narzędzie umożliwiające ocenę efektywności uczenia się oraz pamięci słuchowej bezpośredniej i odroczonej. Badanie polega na przedstawieniu osobie badanej dziesięciu słów (wersję polskojęzyczną oprac. M. Orłowiejska-Gillert) w pięciu kolejno następujących próbach. Zadaniem badanego jest po każdej próbie odtworzenia zapamiętanych słów w dowolnej kolejności. Po 20–30 minutach, w trakcie których badany rozwiązuje inne zadania (tzw. dystraktor), prosi się o powtórzenie słów, których uczył się wcześniej. Standardową procedurę – na użytek przedstawionej pracy – poszerzono o ankietę, w której pytano o stosowanie strategii w procesie zapamiętywania oraz jej rodzaj. Por. Aneks.
 - b. Test fluencji słownej (VFT, *Verbal Fluency Test*) – stanowi jedno z najczęściej stosowanych narzędzi neuropsychologicznych i neurolingwistycznych służących do diagnozy kompetencji językowej, a szczególnie funkcji wykonawczych. Umiejętność płynnego wypowiadania słów w odpowiednim czasie

umożliwia ocenę funkcji płatów czołowych i skroniowych, zdolności myślenia abstrakcyjnego, odporności na działanie czynników rozpraszających oraz pamięci semantycznej. Badany generuje werbalnie słowa, najczęściej w ciągu 60 sekund, zaczynające się od konkretnej głoski lub należące do zadanej kategorii. Wynikiem jest liczba wypowiedzianych słów, powtórzeń i wtrąceń.

c. Narzędzie testowe do badania kompetencji składniowej (oprac. M. Michalik) – trójelementowe narzędzie diagnostyczne stosujące w zadaniach podstawowy model zdania: subiekt + czynność + obiekt, zgodnie z założeniem, że „(...) rzeczownik, czasownik i zdanie proste to podstawowe kategorie gramatyczne we wszystkich językach i główny przedmiot rozważań wszelkich teorii gramatycznych” (Taylor, 2007). Zadaniem badanego jest ocena sposobu wykorzystania gramatycznych kategorii osoby, czasu i strony podczas operacji słownych. Stosuje się tzw. syntaktyczno-gramatyczne elementy wskaźnikowe. Badanego prosi się o odmianę pseudoczasowników zgodnie z paradygmatem koniugacji w języku polskim w stronie czynnej i biernej. Wynikiem jest liczba popełnionych błędów. Por. *Aneks*.

d. Narzędzie do badania prozodii emocjonalnej (oprac. własne) – narzędzie wieloelementowe służące do oceny zdolności rozpoznawania intencji nadawcy z użyciem tekstów bezsensownych lub niekorelujących treścią z intencją. Zadaniem badanego jest zidentyfikowanie emocji (radość, złość, smutek, strach) zawartej w pseudofrazie wypowiedzianej przez aktora w trzech trybach oznajmującym, rozkazującym, przypuszczającym. Po zapoznaniu osoby z procedurą za pomocą tzw. ścieżki testowej, badany zostaje poddany trzem próbom. W pierwszej próbie w bloku trzech ścieżek dźwiękowych, każda składająca się z pięciu zdań, identyfikuje strach. W drugiej rozpoznaje złość. W trzeciej identyfikuje emocję zawartą w każdym usłyszonym zdaniu. Wynikiem jest liczba popełnionych błędów. Por. *Aneks*.

e. Test Stroopa (*Stroop Color-Word Interference Test*) – stosowany do oceny uwagi, szczególnie jej funkcji selektywnej, oraz werbalnej pamięci operacyjnej, umiejętności hamowania nawykowej reakcji a także przerzutności z jednego na drugie kryterium reagowania. Składa się z dwóch etapów. Pierwszy polega na jak najszybszym przeczytaniu nazw kolorów zaznaczonych na białej kartce czarnym drukiem (RCNb – *reading color name in black*), drugi – na jak najszybszym nazwaniu koloru druku poszczególnych słów, z tym

że kolor druku nie odpowiada desygnatowi koloru (NCWd – *naming color of word-different*). Wynikiem jest czas uzyskany w pierwszej i drugiej próbie oraz liczba popełnianych błędów. Por. *Aneks*.

4. Analizowanie danych – do przeprowadzenia analizy statystycznej użyto różnych narzędzi statystycznych: zależności zbadano za pomocą współczynnika V Cramera, analizy różnic przeprowadzono z wykorzystaniem nieparametrycznego testu U Manna-Whitneya, do zbadania związków pomiędzy zmiennymi w skali ilościowej zastosowano analizy korelacji rho-Spearmana. Za istotne statystyczne uznaje się $p < 0,05$.
5. Kalibrowanie – w celu optymalizacji warunków eksperymentu zastosowano oprogramowanie do kalibracji brzmienia słuchawek (słuchawki zamknięte Beyerdynamic DT-770 Pro), za pomocą którego uzyskano płaską charakterystykę częstotliwości, oraz interfejs słuchowy zapewniający takie same warunki odsłuchowe dla każdego badanego.

Celem badań diagnostycznych, prognostycznych czy weryfikacyjnych jest odkrycie i przedstawienie zależności oraz związków między badanymi zjawiskami lub wycinkami rzeczywistości. Należy zatem wprowadzić termin *zmienna*. Wyróżnia się zmienne zależne, niezależne oraz pośredniczące. Zmienne zależne stanowią skutek w danym badaniu i w procesie ulegają zmianom. Zmienne niezależne, to takie, które oddziałują na zmienne zależne. Zmienne pośredniczące towarzyszące zmiennym zależnym i niezależnym nie stanowią zazwyczaj przedmiotu szerszych badań. Według Jerzego Apanowicza (2002) jednak wpływają na obie zmienne, które z kolei poprzez swoje oddziaływanie wzmacniają lub osłabiają zmienne pośredniczące.

Badając związki zachodzące między zmiennymi, należy określić zarówno wpływ zmiennej niezależnej na zmienną zależną, jak i wpływ zmiennej pośredniczącej. Zmienne niezależne najsilniej działające traktuje się jako główne, działające słabiej jako uboczne. Zmienne niezależne uboczne mogą być kontrolowane i niekontrolowane (Apanowicz, 2002, s. 53).

J. Apanowicz zaznacza, że zmienne mogą być wyrażone ilościowo lub jakościowo. Zmienne ilościowe określane są przez liczbę, jakościowe za pomocą opisu.

Mierniki jakościowe opierają się na danych empirycznych i uzyskuje się je przeważnie, za pomocą obserwacji, wywiadu lub analizy przedmiotu badania (wytworu działania). Najistotniejszym w wyznaczaniu mierników jest, jaki między nimi zachodzi związek, jakie są zależności, gdyż właśnie to sprawia

(powoduje) wyodrębnienie rodzaju zmiennych i ich wskaźników (Apanowicz, 2002, s. 54).

Uwzględnione w badaniu zmienne zależne to: wyższe funkcje słuchowe (separacja i integracja obuuszna, różnicowanie wysokości dźwięku, rozdzielczość czasowa układu słuchowego oraz rozumienie mowy o zmniejszonej redundancji), uwaga (natężenie, trwałość, przerzutność, selektywność – test Stroopa), pamięć werbalna bezpośrednia i odroczone, uczenie się (krzywa uczenia Łurii), pamięć operacyjna oraz funkcje wykonawcze (test Stroopa), kompetencje semantyczna (test fluencji słownej) oraz składniowa (narzędzie testowe do badania kompetencji składniowej). Zmienne niezależne zaś to: płeć, wiek, wykształcenie.

3.4. Teren badań i charakterystyka grup badanych

W procesie przygotowania badań naukowych oprócz doboru metod, technik i narzędzi należy ustalić teren badań. Według T. Pilcha i T. Bauman (2010, s. 195):

Wybór terenu badań to przede wszystkim typologia wszystkich zagadnień, cech i wskaźników, jakie muszą być zbadane, odnalezienie ich na odpowiednim terenie, u odpowiednich grup społecznych lub w układach i zjawiskach społecznych i następnie wytypowanie rejonu, grup zjawisk i instytucji jako obiektów naszego zainteresowania.

Następnym krokiem jest wyselekcjonowanie osób poddanych badaniom, jeżeli koncepcja dociekań naukowych to zakłada. Owa grupa osób to próba badanych. M. Łobocki (2007) uważa, że dobór polega na dokonaniu dla celów badawczych selekcji z dokładnie określonej, leżącej w polu zainteresowań badacza zbiorowości, np. liczby osób. Dobór próby zależy od rodzaju problemów i hipotez, jakie należy zweryfikować. Stanowi wybór pewnego kompleksu zagadnień i układów społecznych, będących przedmiotem zainteresowań badacza.

Osoby biorące udział w badaniu można dobierać według trzech kryteriów:

- dobór celowy – badacz sam włącza określone osoby do próby;
- ochotnicy;
- dobór losowy – jedyny umożliwiający uzyskanie próby reprezentacyjnej (Brzeziński, 2019).

3.4.1. Teren i charakterystyka grup w badaniach właściwych

Grupy badanych dobrano w sposób losowy. Eksperyment dotyczy osób posługujących się językiem polskim jako macierzystym, które pisemnie wyraziły świadomą zgodę na udział w badaniu zgodnie z wytycznymi Komisji Bioetycznej UP. Są to osoby zdrowe, pełnoletnie, posiadające nieograniczoną zdolność do czynności prawnych, mające możliwość odmowy uczestniczenia w badaniu przed jego rozpoczęciem lub w trakcie.

W eksperymencie wzięły udział 82 osoby. Utworzono dwie grupy badanych: muzyków (grupa badawcza) i niemuzyków (grupa kontrolna), zróżnicowane pod względem płci i wieku. W badaniu wyższych funkcji słuchowych w grupie muzyków znalazło się 19 mężczyzn i 20 kobiet; w grupie niemuzyków 20 kobiet i 20 mężczyzn. Badaniem kompetencji językowej objęto 20 muzyków i 21 muzyczek oraz w grupie niemuzyków 20 kobiet i 21 mężczyzn. Badano osoby dorosłe, ale jeszcze niestarzejące się, w wieku między 25. a 60. rokiem życia, posiadające wykształcenie wyższe, słuch otologicznie normalny. W grupie muzyków znalazły się osoby posiadające pełne wykształcenie muzyczne w kierunku gry na instrumencie, aktywne zawodowo. Obie grupy przebadano z zastosowaniem tej samej metody badawczej i aparatury. Badanie przeprowadzono w pomieszczeniu zamkniętym, ze stosownym wyciszeniem, bez udziału osób trzecich.

3.5. Przebieg i organizacja badań właściwych

Eksperyment składał się z trzech etapów:

1. Badanie wstępne, kwalifikacyjne – audiometria tonalna przeprowadzona w gabinecie medycznym w celu wykluczenia niedosłuchu lub innych schorzeń otorynolaryngologicznych, które mogłyby mieć znaczący wpływ na wyniki eksperymentu badawczego. Kwalifikacja do dalszych etapów nastąpiła po konsultacji wyniku badania z lekarzem specjalistą otorynolaryngologii.
2. Ocena centralnego przetwarzania słuchowego za pomocą testów zamieszczonych na platformie APD-Medical. Dostęp do platformy uzyskano w wyniku zakupu stosownej licencji i po odpowiednim przeszkoleniu. Użyto komputera przenośnego typu laptop, zaopatrzonego w interfejs słuchowy oraz oprogramowanie do kalibracji brzmienia słuchawek zamkniętych Beyerdynamic DT-770 Pro.
3. Ocena pamięci, werbalnych funkcji operacyjnych oraz kompetencji językowej za pomocą testów i narzędzi testowych, z użyciem tej samej aparatury – laptop

- i słuchawki – oraz formularzy papierowych do wypełnienia przez badanych.
4. Dane uzyskane w wyniku eksperymentu badawczego starannie uporządkowano i poddano analizie ilościowej i jakościowej za pomocą wybranych narzędzi statystycznych. Sformułowano następnie wnioski ogólne i szczegółowe.

4. Analiza wyników badań

4.1. Metodologia analiz statystycznych – narzędzia

Opracowanie wyników opierało się na analizie statystycznej cech mierzalnych (ilościowych) i niemierzalnych (jakościowych). Dla wszystkich parametrów mierzalnych (ilościowych) wyznaczono podstawowe statystyki opisowe: średnią, medianę, odchylenie standardowe; dla parametrów jakościowych: częstość, procent, analizę związków pomiędzy zmiennymi jakościowymi – przeprowadzono ją za pomocą tabel krzyżowych z wykorzystaniem testu Chi. Siłę związków zmierzono za pomocą współczynnika V Cramera. Analizy różnic przeprowadzono z wykorzystaniem testu U Manna-Whitneya. Związki pomiędzy zmiennymi w skali ilościowej zbadano za pomocą analizy korelacji rho-Spearmana. Przyjęto poziom istotności $p=5\%$ wskazujący na występowanie istotnych statystycznie związków bądź różnic. Analizę statystyczną przeprowadzono przy wykorzystaniu oprogramowania SPSS 26.

4.2. Analiza różnic pomiędzy parametrami funkcji słuchowych w zależności od przynależności do grup badanych – muzycy vs niemuzycy

Tab. 4.1. Parametry funkcji słuchowych vs grupa badanych

Grupa		N	M	Me	SD	U	p
TRS[ms]	muzycy	39	363.31	344.00	63.67	522.50	0.012
	niemuzycy	40	338.63	320.00	70.51		
ASPN-S[db SNR]	muzycy	39	-5.54	-5.50	1.16	609.50	0.091
	niemuzycy	40	-5.03	-5.00	1.33		
ASPN-Z[db SNR]	muzycy	39	-3.49	-3.50	0.91	767.50	0.901
	niemuzycy	40	-3.23	-3.50	1.19		
CVC UP[%]	muzycy	39	86.41	90.00	9.03	353.00	0.000
	niemuzycy	40	72.38	77.50	20.69		
CVC UL[%]	muzycy	39	74.49	75.00	11.29	336.50	0.000
	niemuzycy	40	53.75	55.00	22.38		
FPT[%]	muzycy	39	99.23	100.00	3.35	119.00	0.000
	niemuzycy	40	67.25	70.00	25.42		
DLF[Hz]	muzycy	39	10.54	9.00	4.54	188.50	0.000
	niemuzycy	40	23.75	20.00	11.60		

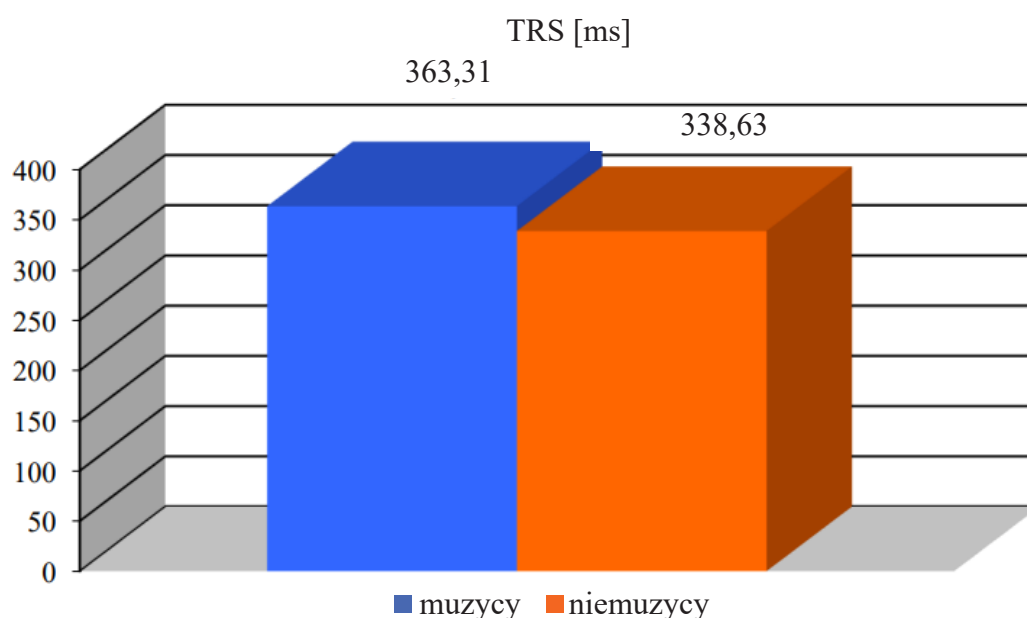
N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonej analizy zaobserwowano występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami a niemuzykami w skalach parametrów funkcji słuchowych.

Zauważa się, że w skali:

- TRS[ms]: $U = 522,5$; $p = 0,012$; muzycy ($M = 363,31$ [ms]; $SD = 63,67$ [ms]) uzyskali istotnie wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 338,63$ [ms]; $SD = 70,51$ [ms]). Por. Ryc. 4.1.

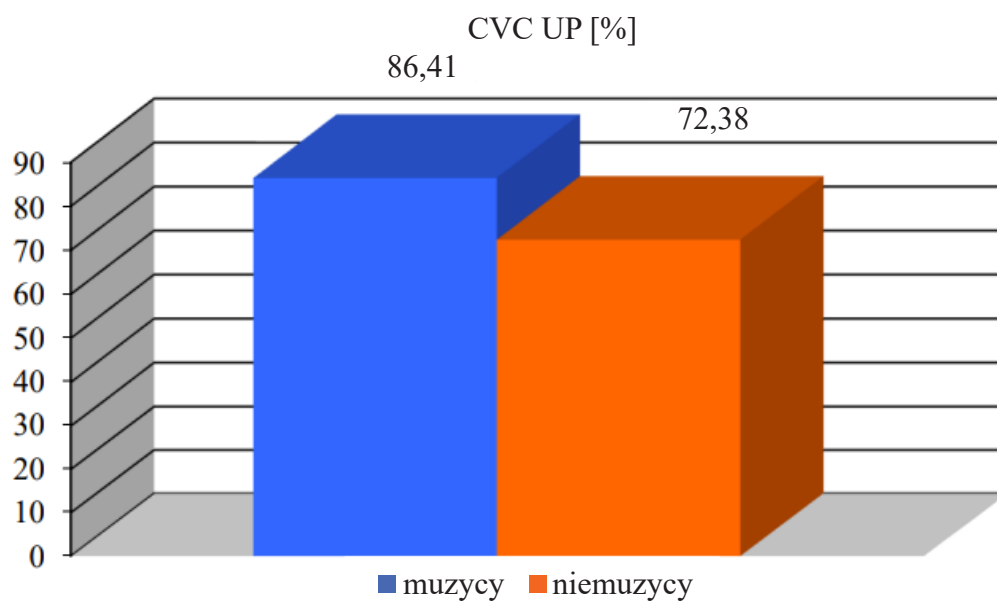
Test TRS[ms] (Test Reakcji Słuchowej – *Simple Reaction Time Test*) bada prosty czas reakcji na bodziec dźwiękowy – im dłuższy czas, tym wolniejsza reakcja na stymulator akustyczny.



Ryc. 4.1. Prosty czas reakcji (TRS) muzycy vs niemuzycy

- CVC UP[%]: $U = 353$; $p < 0,001$; muzycy ($M = 86,41$ [%]; $SD = 9,03$ [%]) uzyskali istotnie wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 72,38$ [%]; $SD = 20,69$ [%]). Por. Ryc. 4.2.

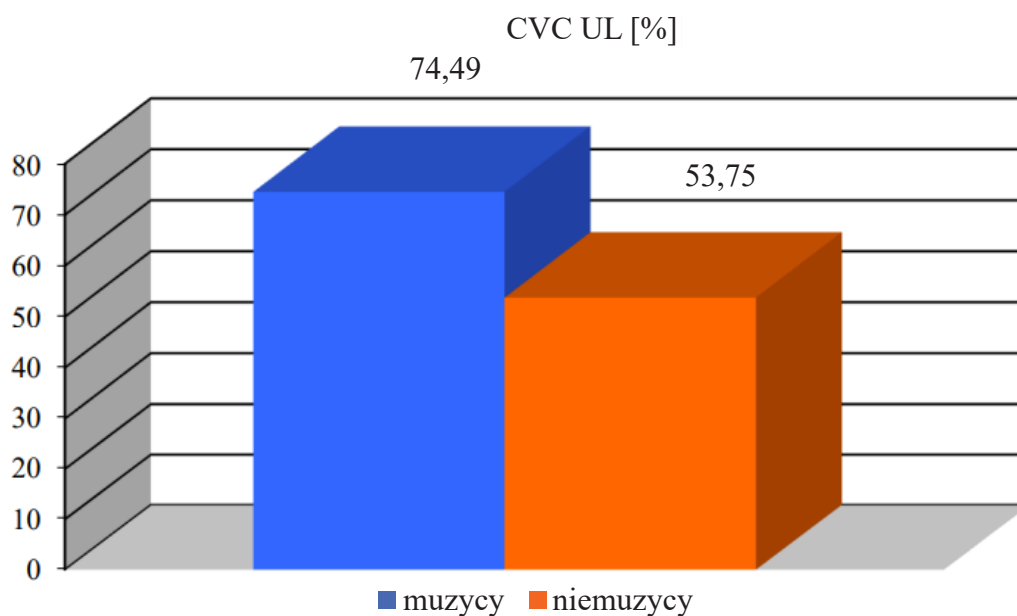
CVC UP [%] (*Consonant-Vowel-Consonant*) to test rozdzielnoszy sylabowy. Ocenia selektywność uwagi słuchowej ukierunkowanej na ucho prawe. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sylab z ucha prawego.



Ryc. 4.2. Selektowność uwagi kierowanej na ucho prawe (CVC UP) muzycy vs niemuzycy

- CVC UL [%]: $U = 336,5$; $p < 0,001$. Muzycy ($M = 74,49\%$; $SD = 11,29\%$) uzyskali istotnie wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 53,75\%$; $SD = 22,38\%$). Por. Ryc. 4.3.

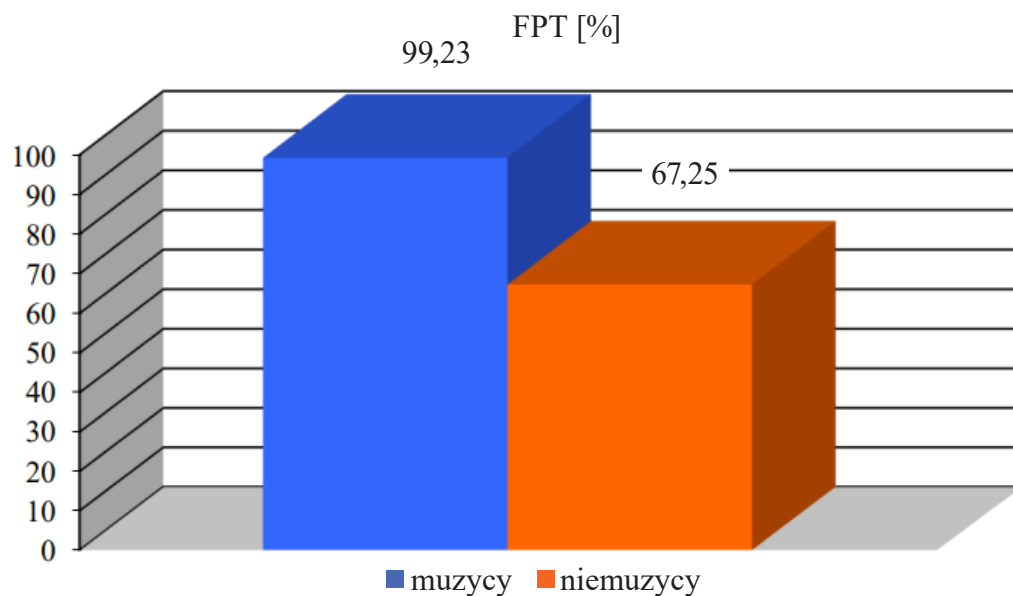
CVC UL[%] to test rozdzielności sylabowy. Ocenia selektowność uwagi słuchowej ukierunkowanej na ucho lewe. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sylab z ucha lewego.



Ryc. 4.3. Selektowność uwagi kierowanej na ucho lewe (CVC UL) muzycy vs niemuzycy

- FPT[%]: $U = 119$; $p < 0,001$; muzycy ($M = 99,23\%$; $SD = 3,35\%$) uzyskali istotnie wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 67,25\%$; $SD = 25,42\%$). Por. Ryc. 4.4.

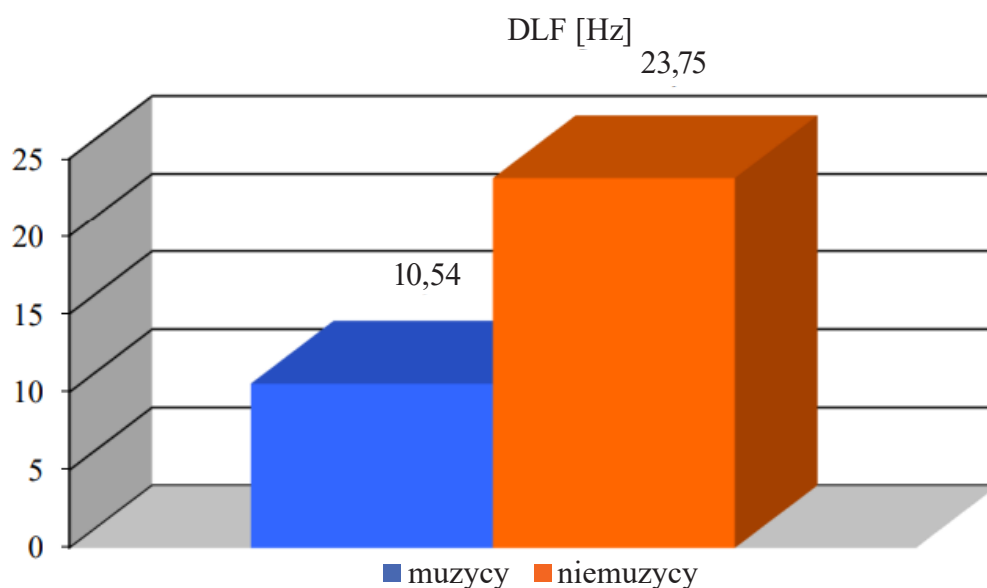
FPT [%] (*Frequency Pattern Test*) – test sekwencji częstotliwości, ocenia umiejętność różnicowania wysokości dźwięków i krótkotrwałą pamięć słuchową. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sekwencji dźwięków o różnej wysokości (por. Ryc. 4.4).



Ryc. 4.4. Test sekwencji częstotliwości (FPT) muzycy vs niemuzycy

- DLF[Hz]: $U = 188,5$; $p < 0,001$; muzycy ($M = 10,54\text{[Hz]}$; $SD = 4,54\text{[Hz]}$) uzyskali istotnie niższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 23,75\text{[Hz]}$; $SD = 11,6\text{[Hz]}$). Por. Ryc. 4.5.

DLF[Hz] (*Difference Limen for Frequency*) – test różnicowania wysokości dźwięków. Wynik testu to najmniejsza wykrywana zmiana wysokości dźwięku. Im niższy wynik, tym czulszy słuch.



Ryc. 4.5. Test różnicowania wysokości (DLF) muzyki vs niemuzyki

- CVC[%] (*Consonat-Vowel-Consonant*) – sylabowy test rozdzielności słyszenia. Ocenia podzielność uwagi słuchowej i dominację półkulową dla rozumienia mowy. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sylab oddzielnie dla każdego ucha. Przeprowadzona analiza nie wykazała występowania istotnych statystycznie związków pomiędzy przynależnością do grupy muzyków i niemuzyków a rodzajem dominującego ucha i tym samym dominacji półkulowej dla rozumienia mowy. $\chi^2 = 1,488$; $df = 2$; $p = 0,457$. Por. Tab. 4.2.

Tab. 4.2. Rodzaj dominującego ucha vs grupa badanych – CVC[%]

		Rodzaj ucha			Ogółem
		Ucho prawe	Oba	Ucho lewe	
Muzycy	N	31	5	3	39
	%	79.5%	12.8%	7.7%	100.0%
Niemuzycy	N	31	3	6	40
	%	77.5%	7.5%	15.0%	100.0%
Ogółem	N	62	8	9	79
	%	78.5%	10.1%	11.4%	100.0%

$\chi^2 = 1,488$; $df = 2$; $p = 0,457$

Analiza nie wykazała występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami a niemuzykami w testach ASPN-S[db SNR]: $U = 609,5$; $p = 0,091$ i ASPN-Z[db SNR]: $U = 767,5$; $p = 0,901$.

ASPN-S[db SNR], ASPN-Z[db SNR] – adaptacyjny test rozumienia słów (ASP-S), zdań (ASPN-Z) w szumie (*Adaptive Speech in Noise*). Wynik testu to stosunek sygnału do szumu, dla którego badany rozumie połowę prezentowanych słów.

4.3. Analiza różnic pomiędzy parametrami funkcji słuchowych a płcią

Tab. 4.3. Parametry funkcji słuchowych vs płeć

		N	M	Me	SD	U	p
TRS[ms]	kobiety	40	344.28	336.50	58.99	735.50	0.663
	mężczyźni	39	357.51	337.00	76.22		
ASPN-S[db SNR]	kobiety	40	-5.31	-5.00	1.31	736.50	0.666
	mężczyźni	39	-5.24	-5.00	1.24		
ASPN-Z[db SNR]	kobiety	40	-3.53	-3.50	0.86	692.00	0.379
	mężczyźni	39	-3.18	-3.50	1.22		
CVC UP[%]	kobiety	40	77.88	80.00	17.54	639.00	0.162
	mężczyźni	39	80.77	85.00	17.42		
CVC UL[%]	kobiety	40	64.88	70.00	19.98	755.00	0.805
	mężczyźni	39	63.08	70.00	21.29		
FPT[%]	kobiety	40	80.75	95.00	24.80	671.00	0.249
	mężczyźni	39	85.38	100.00	23.74		
DLF[Hz]	kobiety	40	17.48	15.00	11.33	769.50	0.918
	mężczyźni	39	16.97	15.00	10.85		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

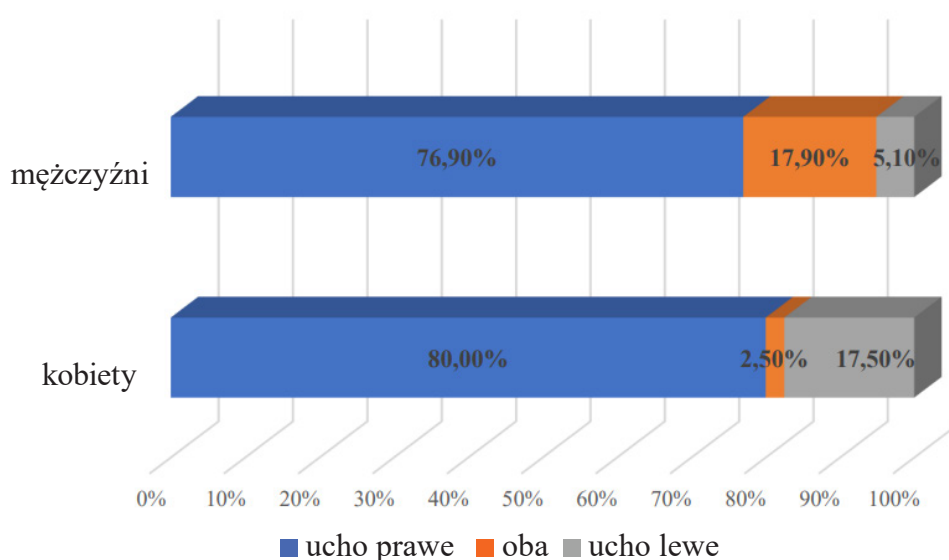
W wyniku przeprowadzonej analizy nie zauważa się występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy parametrami funkcji słuchowych a płcią. ($p > 0,05$). Por. Tab. 4.3.

Tab. 4.4. Rodzaj dominującego ucha vs płeć – CVC[%]

		Rodzaj ucha			Ogółem
		Ucho prawe	Oba	Ucho lewe	
Kobiety	N	32	1	7	40
	%	80.0%	2.5%	17.5%	100.0%
Mężczyźni	N	30	7	2	39
	%	76.9%	17.9%	5.1%	100.0%
Ogółem	N	62	8	9	79
	%	78.5%	10.1%	11.4%	100.0%

$\chi^2 = 7,33$; $df = 2$; $p = 0,026$; $V_c = 0,305$; $p = 0,026$

Przeprowadzona analiza związków pomiędzy płcią a rodzajem dominującego ucha i tym samym dominacją półkulową dla funkcji mowy wykazała, że kobiety 7 (17,5%) częściej od mężczyzn 2 (5,1%) rozpoznają poprawnie bodziec słowny w lewym uchu. Mężczyźni natomiast częściej 7 (17,9%) od kobiet 1 (2,5%) są obuuszni. Analiza testem $\chi^2 = 7,33$; $df = 2$; $p = 0,026$; wykazała, że związek ten jest istotny statystycznie, natomiast współczynnik V Cramera $V_c = 0,305$; $p = 0,026$ wykazał, że siła tego związku jest umiarkowana. Por. Ryc. 4.6.



Ryc. 4.6. Płeć vs rodzaj dominującego ucha (CVC)

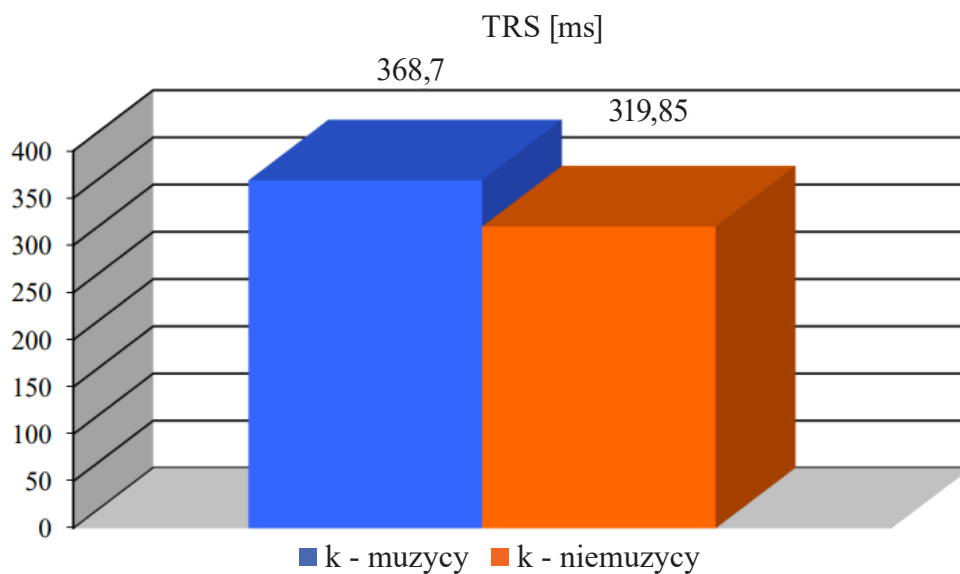
Tab. 4.5. Parametry funkcji słuchowych vs grupa badanych w zależności od płci

		N	M	Me	SD	U	p
Kobiety	TRS[ms]	muzycy	20	368.70	349.50	109.00	0.014
		niemuzycy	20	319.85	316.00		
	ASPN-S[db SNR]	muzycy	20	-5.60	-5.50	152.50	0.194
		niemuzycy	20	-5.03	-5.00		
	ASPN-Z[db SNR]	muzycy	20	-3.53	-3.50	176.00	0.505
		niemuzycy	20	-3.53	-3.50		
	CVC UP[%]	muzycy	20	85.00	85.00	95.50	0.004
		niemuzycy	20	70.75	75.00		
	CVC UL[%]	muzycy	20	74.25	75.00	86.00	0.002
		niemuzycy	20	55.50	55.00		
	FPT[%]	muzycy	20	98.50	100.00	18.00	0.000
		niemuzycy	20	63.00	62.50		
	DLF[Hz]	muzycy	20	11.15	9.50	67.00	0.000
		niemuzycy	20	23.80	25.00		
Mężczyźni	TRS[ms]	muzycy	19	357.63	339.00	156.50	0.346
		niemuzycy	20	357.40	324.00		
	ASPN-S[db SNR]	muzycy	19	-5.47	-5.00	155.50	0.325
		niemuzycy	20	-5.03	-5.00		
	ASPN-Z[db SNR]	muzycy	19	-3.45	-3.50	163.00	0.441
		niemuzycy	20	-2.93	-3.50		
	CVC UP[%]	muzycy	19	87.89	90.00	79.00	0.002
		niemuzycy	20	74.00	80.00		
	CVC UL[%]	muzycy	19	74.74	80.00	80.00	0.002
		niemuzycy	20	52.00	57.50		
	FPT[%]	muzycy	19	100.00	100.00	38.00	0.000
		niemuzycy	20	71.50	77.50		
	DLF[Hz]	muzycy	19	9.89	9.00	28.50	0.000
		niemuzycy	20	23.70	19.00		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

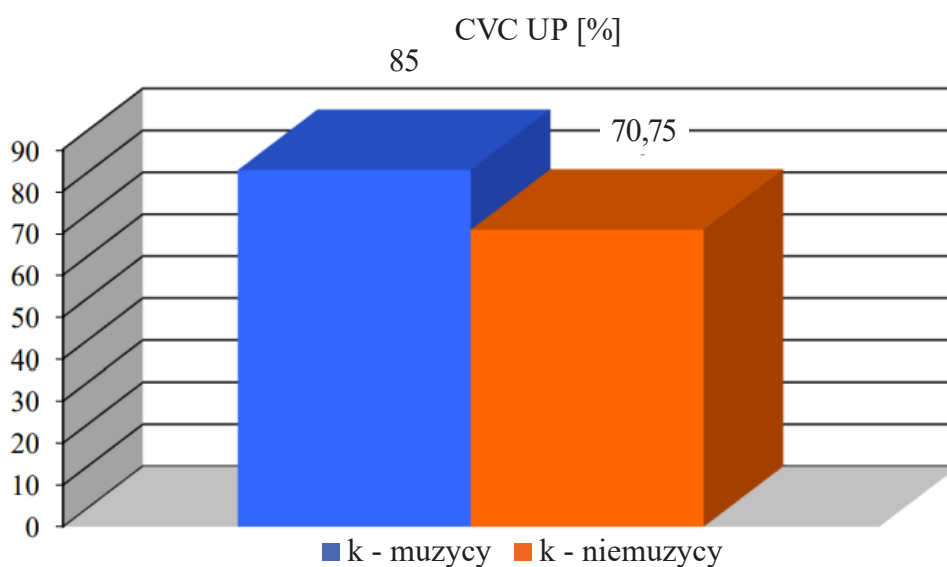
W grupie kobiet przeprowadzona analiza wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic wskazujących, że na skali parametrów słuchowych:

- TRS[ms]: U = 1009; p = 0,014; kobiety muzycy uzyskały istotnie wyższe wyniki (M = 368,7[ms]; SD = 69,92[ms]) od kobiet niebędących muzykami (M = 319,85[ms]; SD = 31,58[ms]). Por. Ryc. 4.7.



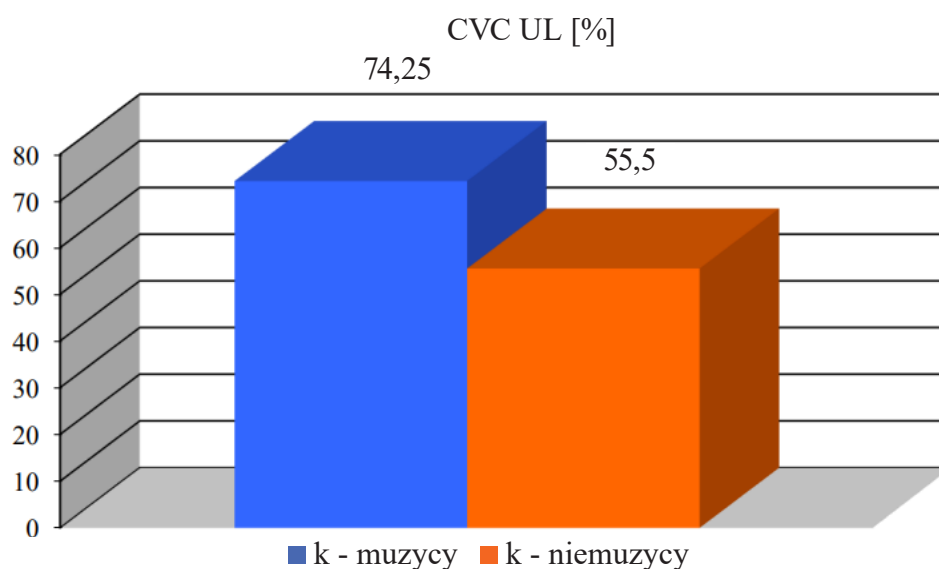
Ryc. 4.7. Prosty czas reakcji (TRS) kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

- CVC UP[%]: $U = 95,5$; $p = 0,004$; kobiety muzycy uzyskały istotnie wyższe wyniki ($M = 85$ [%]; $SD = 9,73$ [%]) od kobiet niemuzyków ($M = 70,75$ [%]; $SD = 20,73$ [%]). Por. Ryc. 4.8.



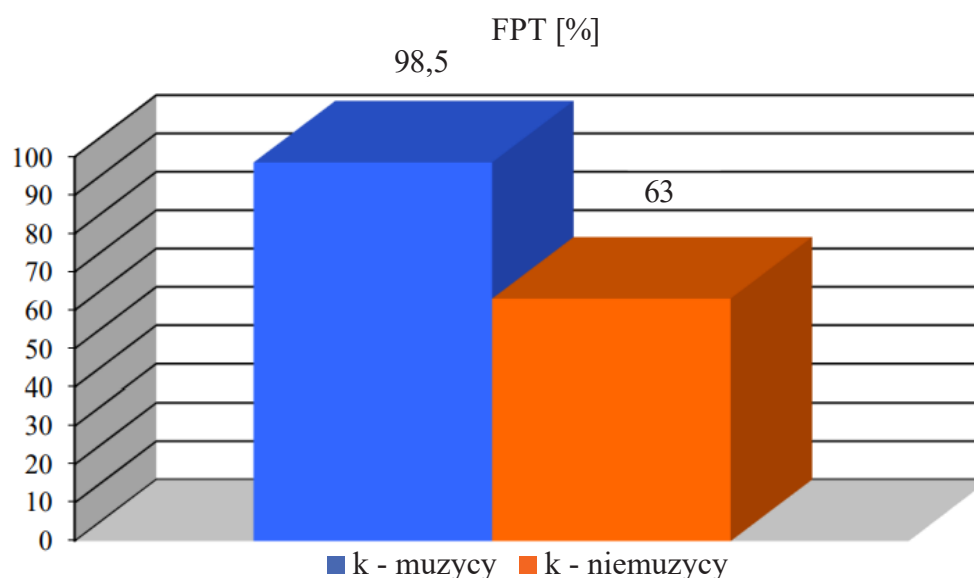
Ryc. 4.8. Selektywność uwagi kierowanej na ucho prawe (CVC UP) kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

CVC UL[%]: $U = 86$; $p = 0,002$; kobiety muzycy uzyskały istotnie wyższe wyniki ($M = 74,25$ [%]; $SD = 12,7$ [%]) od kobiet niebędących muzykami ($M = 55,5$ [%]; $SD = 21,76$ [%]). Por. Ryc. 4.9.



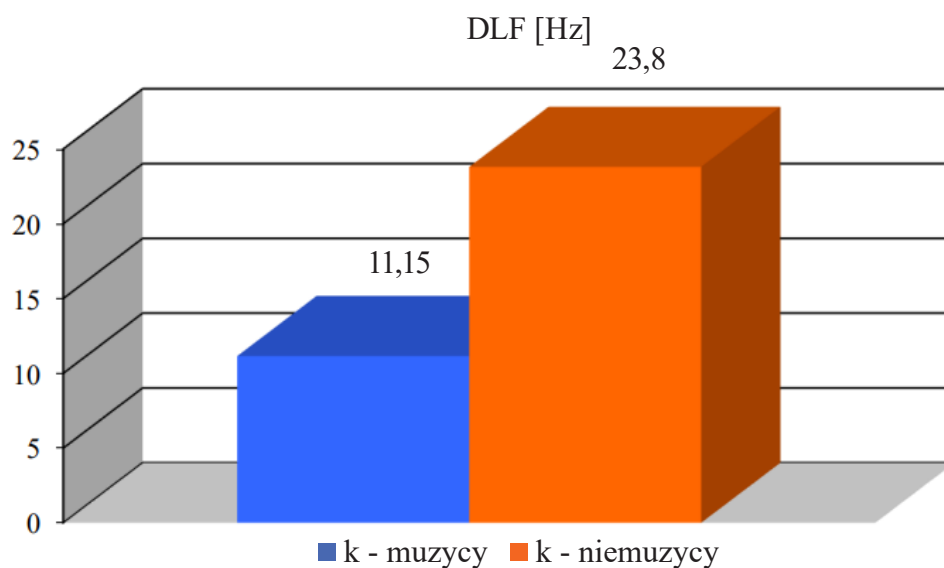
Ryc. 4.9. Selektywność uwagi kierowanej na ucho lewe (CVC UL) kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

FPT[%]: $U = 18$; $p < 0,001$; kobiety muzycy uzyskały istotnie wyższe wyniki ($M = 98,5$ [%]; $SD = 4,62$ [%]) od kobiet niemuzyków ($M = 63$ [%]; $SD = 24,03$ [%]). Por. Ryc. 4.10.



Ryc. 4.10 Test sekwencji częstotliwości (FPT) kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

DLF[Hz]: $U = 67$; $p < 0,001$; kobiety muzycy uzyskały istotnie niższe wyniki ($M = 11,15$ [Hz]; $SD = 4,55$ [Hz]) od kobiet niebędących muzykami ($M = 23,8$ [Hz]; $SD = 12,58$ [Hz]). Por. Ryc. 4.11.

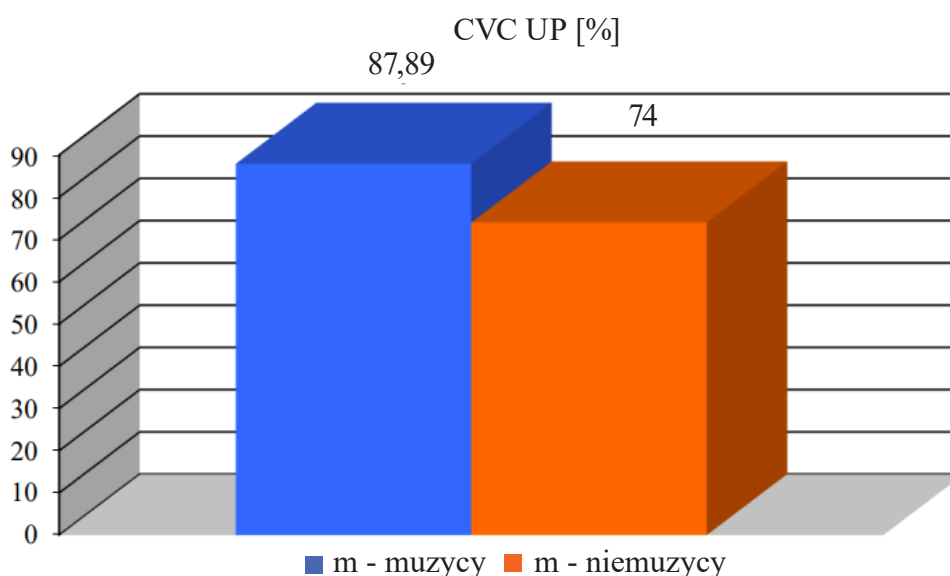


Ryc. 4.11. Test różnicowania wysokości (DLF) kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy kobietami muzykami a kobietami niemuzykami w skalach: ASPN-S[db SNR]: $U = 152,5$; $p = 0,194$; ASPN-Z[db SNR]: $U = 176$; $p = 0,505$.

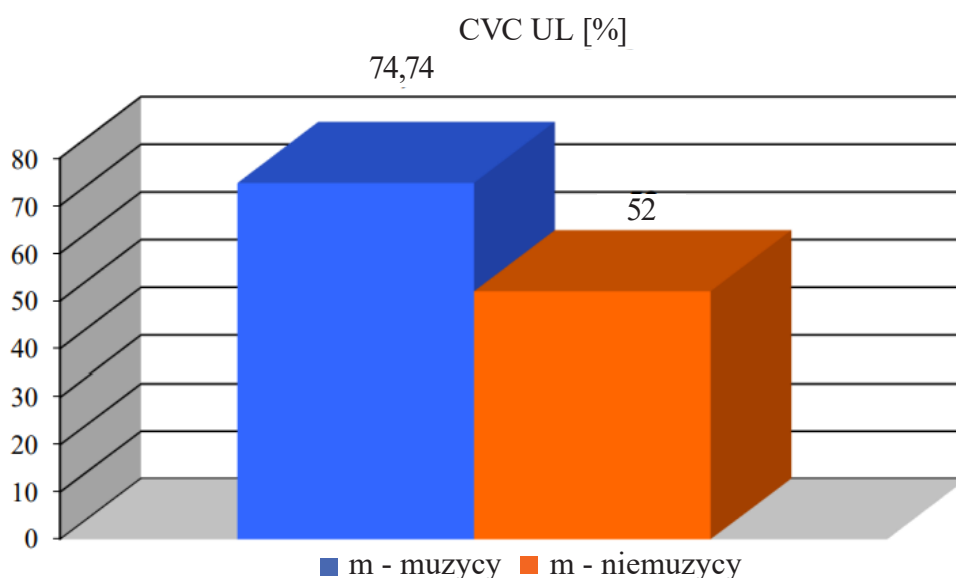
W grupie mężczyzn przeprowadzona analiza wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic wskazujących, że na skali parametrów słuchowych:

- CVC UP[%]: $U = 79$; $p = 0,002$; mężczyźni muzycy uzyskali istotnie wyższe wyniki ($M = 87,89$ [%]; $SD = 8,22$ [%]) od mężczyzn niebędących muzykami ($M = 74$ [%]; $SD = 21,06$ [%]). Por. Ryc. 4.12.



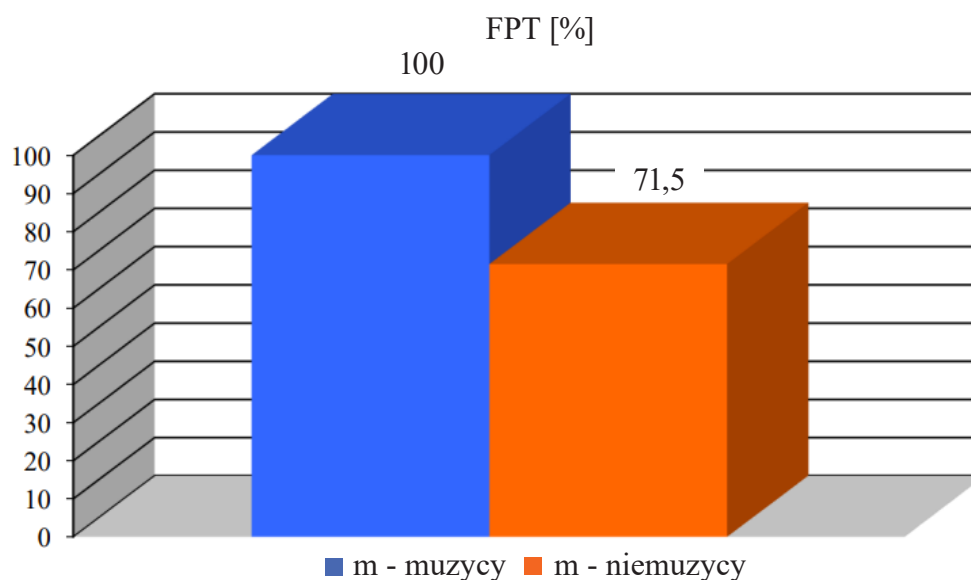
Ryc. 4.12. Selektywność uwagi kierowanej na ucho prawe (CVC UP) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

CVC UL[%]: $U = 80$; $p = 0,002$; mężczyźni muzycy uzyskali istotnie wyższe wyniki ($M = 74,74$ [%]; $SD = 9,93$ [%]) od mężczyzn niemuzyków ($M = 52$ [%]; $SD = 23,42$ [%]). Por. Ryc. 4.13.



Ryc. 4.13. Selektywność uwagi kierowanej na ucho lewe (CVC UL) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

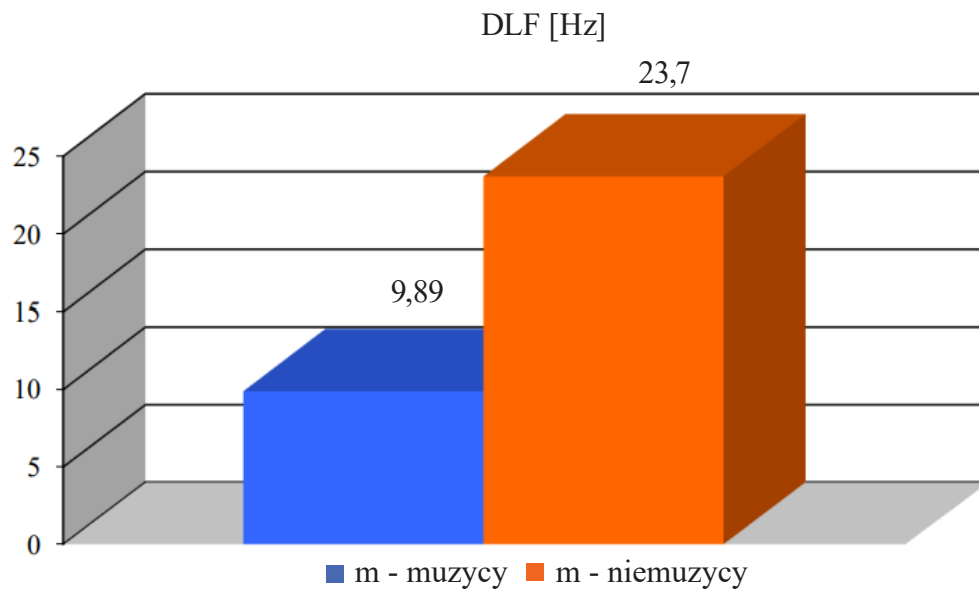
FPT[%]: $U = 38$; $p < 0,00$; mężczyźni muzycy uzyskali istotnie wyższe wyniki ($M = 100$ [%]; $SD = 0,0$ [%]) od mężczyzn niebędących muzykami ($M = 71,5$ [%]; $SD = 4,56$ [%]). Por. Ryc. 4.14.



Ryc. 4.14. Test sekwencji częstotliwości (FPT) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

DLF[Hz]: $U = 28,5$; $p < 0,001$; mężczyźni muzycy uzyskali istotnie niższe wyniki ($M = 9,89$ [Hz]; $SD = 4,56$ [Hz]) od mężczyzn niebędących muzykami ($M = 23,7$ [Hz];

SD = 10,86[Hz]). Por. Ryc. 4.15.



Ryc. 4.15. Test różnicowania wysokości (DLF) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

Nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy mężczyznami muzykami a mężczyznami niemuzykami w skalach: TRS[ms]: $U = 156,5$; $p = 0,346$; ASPN-S[db SNR]: $U = 155,5$; $p = 0,325$; ASPN-Z[db SNR]: $U = 162$, $p = 0,441$.

Tab. 4.6. Parametry funkcji słuchowym vs płeć w zależności od grupy badanych

Grupa (1-muzycy; 2-niemuzycy)		N	M	Me	SD	U	p	
Muzycy	TRS[ms]	kobiety	20	368.70	349.50	69.92	164.50	0.474
		mężczyźni	19	357.63	339.00	57.71		
	ASPN-S[db SNR]	kobiety	20	-5.60	-5.50	1.20	173.00	0.626
		mężczyźni	19	-5.47	-5.00	1.15		
	ASPN-Z[db SNR]	kobiety	20	-3.53	-3.50	0.79	189.50	0.988
		mężczyźni	19	-3.45	-3.50	1.05		
	CVC UP[%]	kobiety	20	85.00	85.00	9.73	152.00	0.274
		mężczyźni	19	87.89	90.00	8.22		
	CVC UL[%]	kobiety	20	74.25	75.00	12.70	187.00	0.931
		mężczyźni	19	74.74	80.00	9.93		
	FPT[%]	kobiety	20	98.50	100.00	4.62	161.50	0.083
		mężczyźni	19	100.00	100.00	0.00		
	DLF[Hz]	kobiety	20	11.15	9.50	4.55	160.50	0.403
		mężczyźni	19	9.89	9.00	4.56		
Niemuzycy	TRS[ms]	kobiety	20	319.85	316.00	31.58	165.00	0.344
		mężczyźni	20	357.40	324.00	92.00		
	ASPN-S[db SNR]	kobiety	20	-5.03	-5.00	1.39	196.00	0.913
		mężczyźni	20	-5.03	-5.00	1.31		
	ASPN-Z[db SNR]	kobiety	20	-3.53	-3.50	0.95	155.00	0.215
		mężczyźni	20	-2.93	-3.50	1.34		
	CVC UP[%]	kobiety	20	70.75	75.00	20.73	156.50	0.231
		mężczyźni	20	74.00	80.00	21.06		
	CVC UL[%]	kobiety	20	55.50	55.00	21.76	186.50	0.714
		mężczyźni	20	52.00	57.50	23.42		
	FPT[%]	kobiety	20	63.00	62.50	24.03	153.50	0.207
		mężczyźni	20	71.50	77.50	26.66		
	DLF[Hz]	kobiety	20	23.80	25.00	12.58	198.00	0.957
		mężczyźni	20	23.70	19.00	10.86		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

Przeprowadzone analizy nie wykazały występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy płcią w ramach grup muzyków i niemuzyków.

Tab. 4.7. Rodzaje dominującego ucha vs grupa badanych w zależności od płci – CVC[%]

		Rodzaj ucha				Ogółem	IW Chi ²	p
		Ucho prawe	Oba	Ucho lewe				
Kobiety	muzycy	N	18	0	2	20	3.22	0.200
		%	90.0%	0.0%	10.0%	100.0%		
	niemuzycy	N	14	1	5	20		
		%	70.0%	5.0%	25.0%	100.0%		
	ogółem	N	32	1	7	40		
		%	80.0%	2.5%	17.5%	100.0%		
Mężczyźni	muzycy	N	13	5	1	19	1.84	0.399
		%	68.4%	26.3%	5.3%	100.0%		
	niemuzycy	N	17	2	1	20		
		%	85.0%	10.0%	5.0%	100.0%		
	ogółem	N	30	7	2	39		
		%	76.9%	17.9%	5.1%	100.0%		

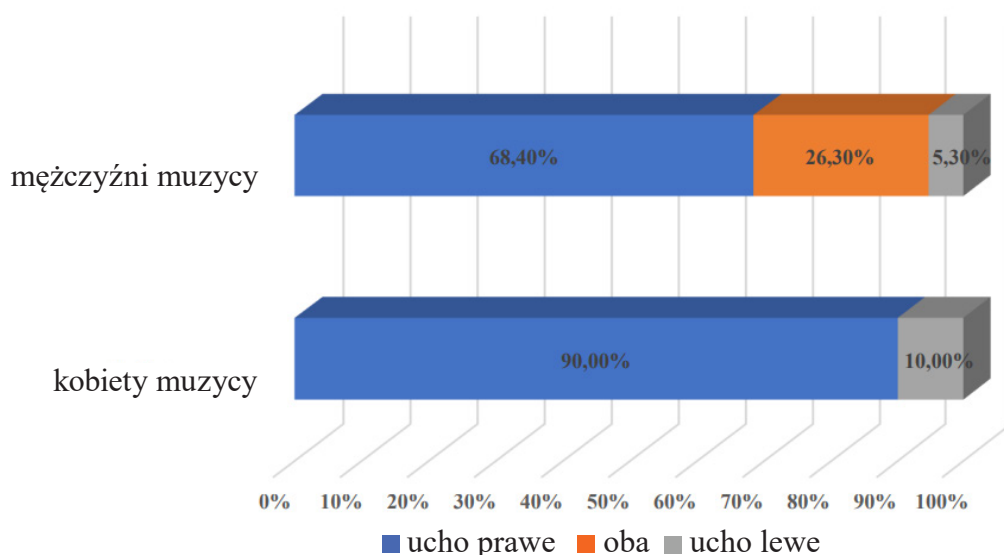
W wyniku przeprowadzonej analizy nie zauważa się występowania istotnych statystycznie związków pomiędzy rodzajem ucha dominującego a przynależnością do grupy muzyków i niemuzyków zarówno w grupie kobiet: IW Chi² = 3,22; p = 0,200, jak i w grupie mężczyzn: IW Chi² = 1,84; p = 0,399. Por. Tab. 4.7.

Tab. 4.8. Rodzaj dominującego ucha vs płeć w zależności od grupy badanych – CVC[%]

		Rodzaj ucha				Ogółem	IW Chi ²	p
		Ucho prawe	Oba	Ucho lewe				
Muzycy	kobiety	N	18	0	2	20	8.05 V _c = 0,393; p = 0,047	0.02
		%	90.0%	0.0%	10.0%	100.0%		
	mężczyźni	N	13	5	1	19		
		%	68.4%	26.3%	5.3%	100.0%		
	ogółem	N	31	5	3	39		
		%	79.5%	12.8%	7.7%	100.0%		
Niemuzycy	kobiety	N	14	1	5	20	3.54	0.17
		%	70.0%	5.0%	25.0%	100.0%		
	mężczyźni	N	17	2	1	20		
		%	85.0%	10.0%	5.0%	100.0%		
	ogółem	N	31	3	6	40		
		%	77.5%	7.5%	15.0%	100.0%		

Przeprowadzona analiza wykazała występowanie istotnych statystycznie związków pomiędzy płcią a rodzajem ucha dominującego w grupie muzyków: IW Chi² = 8,05; p = 0,02. W grupie kobiet muzyków najczęściej, w 18 (90%) przypadkach, dominującym uchem jest ucho prawe, u zaledwie 2 (10%) kobiet muzyków dominuje ucho lewe. Od-

nośnie do mężczyzn muzyków, w 13 (68,4%) przypadkach również dominuje ucho prawe, jednak zaobserwowano, że 5 (26,3%) badanych jest obuusznnych, a zaledwie u jednej osoby (5,3%) dominującym uchem jest ucho lewe. Związek pomiędzy płcią a rodzajem ucha dominującego w grupie muzyków: IW $\chi^2 = 8,05$; $p = 0,02$. Wartość współczynnika V Cramera = 0,393 $p = 0,047$ wykazała, że siła tej relacji jest umiarkowana. Por. Ryc. 4.16.



Ryc. 4.16. Płeć a rodzaj ucha dominującego – muzycy (CVC)

Analiza nie wykazała występowania istotnych statystycznie związków pomiędzy rodzajem ucha dominującego a płcią w grupie niemuzyków IW $\chi^2 = 3.54$; $p = 0,17$. Por. Tab. 4.8.

4.4. Analiza różnic pomiędzy pomiarami krzywej uczenia Łurii a przynależnością do grup badanych – muzycy vs niemuzycy

Tab. 4.9. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs grupa badanych

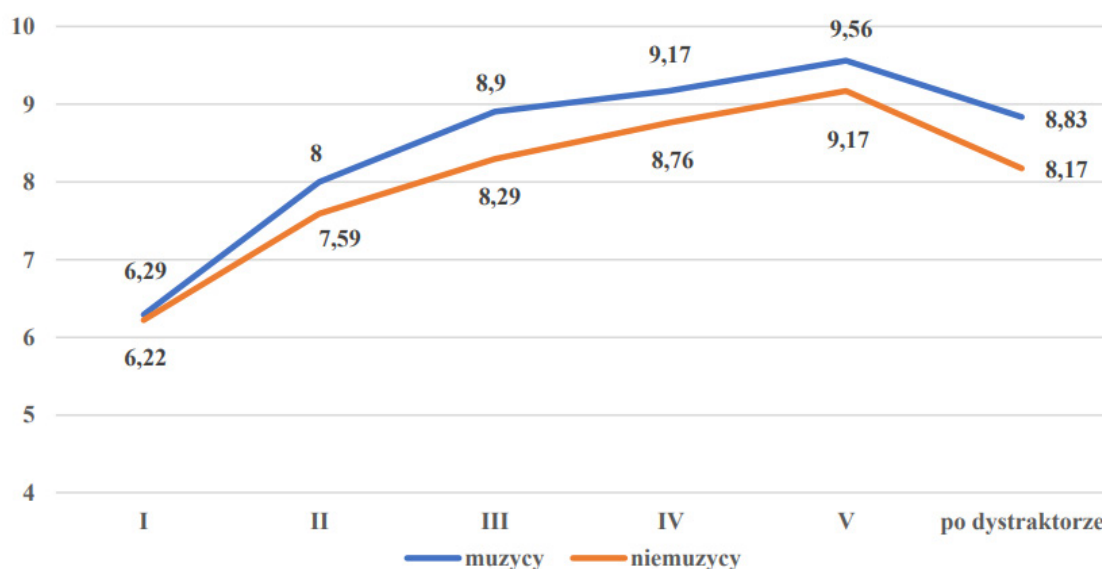
Grupa (1-muzycy; 2-niemuzycy)		N	M	Me	SD	U	p
Krzywa uczenia Łurii 1	muzycy	41	6.29	6	1.33	832	0.935
	niemuzycy	41	6.22	6	1.31		
Krzywa uczenia Łurii 2	muzycy	41	8	8	1.24	658.5	0.081
	niemuzycy	41	7.59	8	1.18		
Krzywa uczenia Łurii 3	muzycy	41	8.9	9	1.09	587	0.015
	niemuzycy	41	8.29	8	1.21		

Krzywa uczenia Łurii 4	muzycy	41	9.17	10	1.14	659.5	0.076
	niemuzycy	41	8.76	9	1.22		
Krzywa uczenia Łurii 5	muzycy	41	9.56	10	0.71	634	0.033
	niemuzycy	41	9.17	9	0.92		
Po dystraktorze	muzycy	41	8.83	9	1.5	619	0.033
	niemuzycy	41	8.17	9	1.61		
Pojemność magazynu pamięci	muzycy	41	9.71	10	0.56	640	0.028
	niemuzycy	41	9.37	10	0.77		
Trwałość śladu pamięciowego	muzycy	41	8.80	9.00	1.50	634.5	0.048
	niemuzycy	41	8.17	8.00	1.63		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonej analizy zauważa się występowaniem istotnych statystycznie różnic pomiędzy przynależnością do grupy muzyków i niemuzyków a trzecim pomiarem krzywej uczenia Łurii: $U = 587$; $p = 0,015$ oraz piątym pomiarem krzywej uczenia Łurii: $U = 634$; $p = 0,033$, a także w pomiarze po dystraktorze: $U = 619$; $p = 0,033$ i pojemności pamięci: $U = 640$; $p = 0,028$. Por. Ryc. 4.17.

- W przypadku trzeciego pomiaru krzywej uczenia Łurii osoby będące muzykami ($M = 8,9$; $SD = 1,09$) uzyskały wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 8,29$; $SD = 1,21$).
- W przypadku piątego pomiaru krzywej uczenia Łurii osoby będące muzykami ($M = 9,56$; $SD = 0,71$) uzyskały wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 9,17$; $SD = 0,92$).
- W przypadku pomiaru po dystraktorze osoby będące muzykami ($M = 8,83$; $SD = 1,5$) uzyskały wyższe wyniki od niemuzyków ($M = 8,17$; $SD = 1,61$): $U = 619$ $p = 0,033$.
- W przypadku pomiaru pojemności magazynu pamięci osoby będące muzykami ($M = 9,71$; $SD = 0,56$) uzyskały wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 9,37$; $SD = 0,77$): $U = 640$; $p = 0,028$.
- W przypadku pomiaru trwałości śladu pamięciowego osoby będące muzykami ($M = 8,8$; $SD = 1,50$) uzyskały wyższe wyniki od niemuzyków ($M = 8,17$; $SD = 1,63$): $U = 634,5$; $p = 0,048$.



Ryc. 4.17. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od przynależności do grupy muzyków i niemuzyków

Tab. 4.10. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs płeć

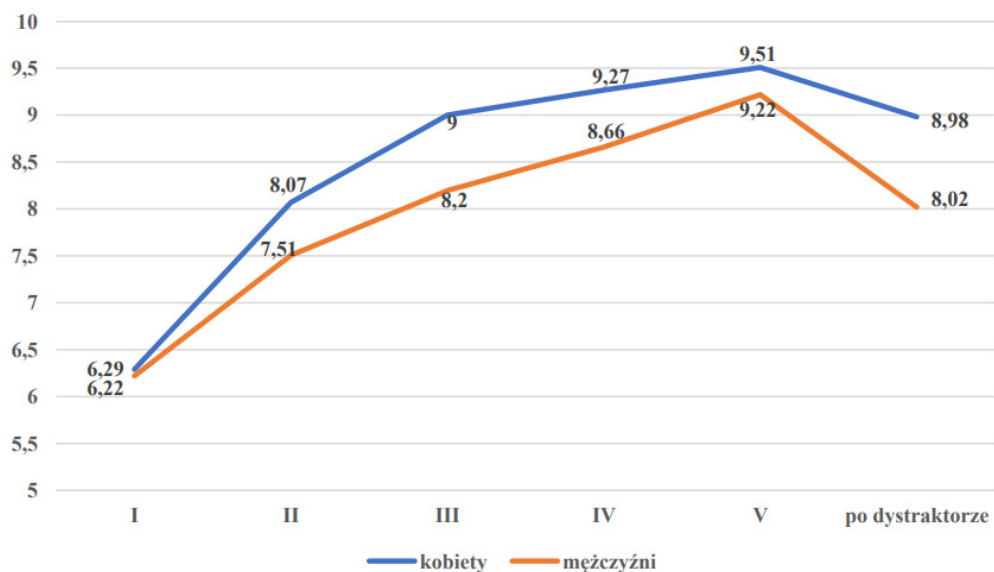
		N	M	Me	SD	U	p
Krzywa uczenia Łurii 1	kobiety	41	6.29	6	1.33	822.5	0.863
	mężczyźni	41	6.22	6	1.31		
Krzywa uczenia Łurii 2	kobiety	41	8.07	8	1.13	605	0.024
	mężczyźni	41	7.51	8	1.27		
Krzywa uczenia Łurii 3	kobiety	41	9	9	1.07	509	0.001
	mężczyźni	41	8.2	8	1.17		
Krzywa uczenia Łurii 4	kobiety	41	9.27	10	0.92	623	0.033
	mężczyźni	41	8.66	9	1.35		
Krzywa uczenia Łurii 5	kobiety	41	9.51	10	0.75	686	0.11
	mężczyźni	41	9.22	9	0.91		
Po dystraktorze	kobiety	41	8.98	10	1.39	536	0.003
	mężczyźni	41	8.02	8	1.64		
Pojemność magazynu pamięci	kobiety	41	9.66	10	0.62	691	0.101
	mężczyźni	41	9.41	10	0.74		
Trwałość śladu pamięciowego	kobiety	41	9.00	10.00	1.40	514.50	0.002
	mężczyźni	41	7.98	8.00	1.62		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonej analizy zauważa się, że:

- Wartości krzywej uczenia Łurii w drugim pomiarze w grupie kobiet (M = 8,07; SD = 1,13) okazały się istotnie wyższe niż w grupie mężczyzn (M = 7,51; SD = 1,12); U = 605; p = 0,024.

- Wartości krzywej uczenia Łurii w trzecim pomiarze w grupie kobiet ($M = 9,0$; $SD = 1,07$) okazały się istotnie wyższe niż w grupie mężczyzn ($M = 8,20$; $SD = 1,17$): $U = 509$; $p = 0,001$.
- Wartości krzywej uczenia Łurii w czwartym pomiarze w grupie kobiet ($M = 9,27$; $SD = 0,92$) okazały się istotnie wyższe niż w grupie mężczyzn ($M = 8,66$; $SD = 1,35$): $U = 623$; $p = 0,033$.
- W przypadku pomiaru po dystraktorze kobiety ($M = 8,98$; $SD = 1,39$) uzyskały istotnie wyższe wyniki od mężczyzn ($M = 8,02$; $SD = 1,64$): $U = 536$ $p = 0,003$.
- W przypadku pomiaru trwałości śladu pamięciowego kobiety ($M = 9,0$; $SD = 1,40$) uzyskały istotnie wyższe wyniki od mężczyzn ($M = 7,98$; $SD = 1,62$): $U = 514,5$; $p = 0,002$.
- Nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy wynikami pierwszego i piątego pomiaru krzywej uczenia Łurii a płcią. Por. Ryc. 4.18.



Ryc. 4.18. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od płci

Tab. 4.11. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs płeć w zależności od grupy badanych

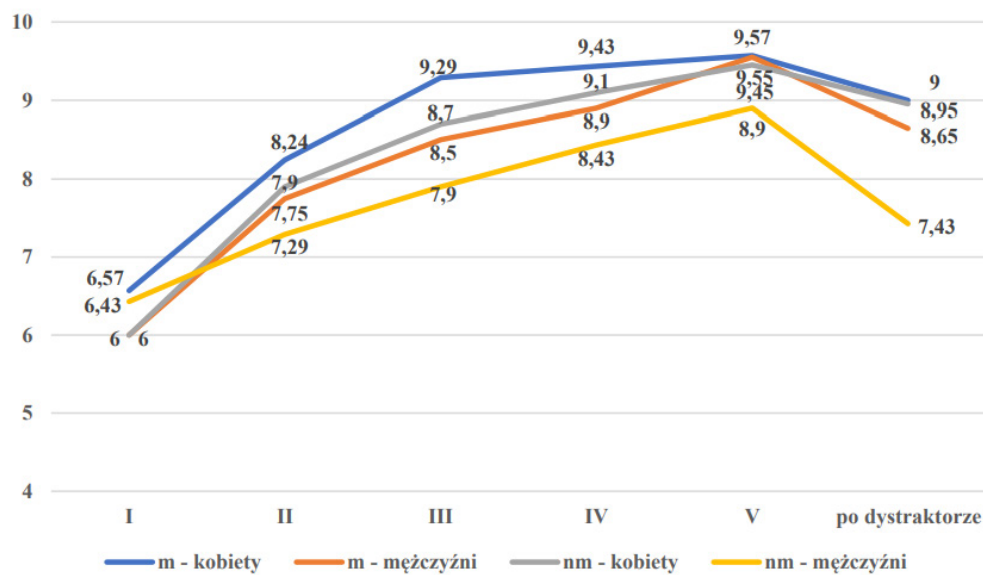
			N	M	Me	SD	U	p
Muzycy	Krzywa uczenia Łurii 1	kobiety	21	6.57	6	1.03	172	0.302
		mężczyźni	20	6	6	1.56		
	Krzywa uczenia Łurii 2	kobiety	21	8.24	9	1.09	161	0.185
		mężczyźni	20	7.75	8	1.37		
	Krzywa uczenia Łurii 3	kobiety	21	9.29	9	0.85	128	0.024
		mężczyźni	20	8.5	9	1.19		
	Krzywa uczenia Łurii 4	kobiety	21	9.43	10	0.87	159.5	0.151
		mężczyźni	20	8.9	9	1.33		
	Krzywa uczenia Łurii 5	kobiety	21	9.57	10	0.6	198.5	0.719
		mężczyźni	20	9.55	10	0.83		
	Po dystraktorze	kobiety	21	9	10	1.58	171.5	0.283
		mężczyźni	20	8.65	9	1.42		
Niemuzycy	Pojemność magazynu pamięci	kobiety	21	9.81	10	0.4	183	0.347
		mężczyźni	20	9.6	10	0.68		
	Trwałość śladu pamięciowego	kobiety	21	9.00	10.00	1.58	168.50	0.247
		mężczyźni	20	8.60	9.00	1.43		
	Krzywa uczenia Łurii 1	kobiety	20	6	6	1.56	163.5	0.209
		mężczyźni	21	6.43	7	1.03		
	Krzywa uczenia Łurii	kobiety	20	7.9	8	1.17	140.5	0.06
		mężczyźni	21	7.29	7	1.15		
	Krzywa uczenia Łurii 3	kobiety	20	8.7	9	1.22	133	0.036
		mężczyźni	21	7.9	8	1.09		
	Krzywa uczenia Łurii 4	kobiety	20	9.1	9	0.97	152	0.116
		mężczyźni	21	8.43	9	1.36		
	Krzywa uczenia Łurii 5	kobiety	20	9.45	10	0.89	129.5	0.024
		mężczyźni	21	8.9	9	0.89		
	Po dystraktorze	kobiety	20	8.95	9	1.19	94.5	0.002
		mężczyźni	21	7.43	8	1.63		
	Pojemność magazynu pamięci	kobiety	20	9.5	10	0.76	167.5	0.22
		mężczyźni	21	9.24	9	0.77		
	Trwałość śladu pamięciowego	kobiety	20	9.00	9,5	1.21	88.00	0.001
		mężczyźni	21	7.38	8.00	1.60		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

Przeprowadzona analiza wykazała, że w zależności od płci w grupie muzyków zaobserwowano występowanie istotnych statystycznie różnic tylko w trzecim pomiarze krzywej uczenia Łurii: $U = 128$; $p = 0,024$; wskazując, że kobiety muzycy ($M = 9,29$; $SD = 0,85$) osiągnęły istotnie wyższe wyniki od mężczyzn muzyków ($M = 8,5$; $SD = 1,19$). Por. Ryc. 4.19.

- W grupie niemuzyków natomiast istotnie statystycznie różnice pomiędzy krzywą uczenia Łurii a płcią zaobserwowano w trzecim: $U = 133$; $p = 0,036$ i piątym pomiarze: $U = 129,5$; $p = 0,024$ oraz po dystraktorze: $U = 94,5$ $p = 0,002$ i w pomiarze trwałości śladu pamięciowego: $U = 88,0$; $p = 0,001$.
- W trzecim pomiarze krzywej uczenia Łurii kobiety niemuzycy ($M = 8,7$; $SD = 1,22$) uzyskały wyższe wyniki od mężczyzn niemuzyków ($M = 7,9$; $SD = 1,09$).
- W piątym pomiarze krzywej uczenia Łurii kobiety niemuzycy ($M = 9,45$; $SD = 0,89$) uzyskały wyższe wyniki od mężczyzn niemuzyków ($M = 8,9$; $SD = 0,89$).
- W przypadku pomiaru po dystraktorze kobiety niemuzycy ($M = 8,95$; $SD = 1,19$) uzyskały wyższe wyniki od mężczyzn niemuzyków ($M = 7,43$; $SD = 1,63$): $U = 94,5$ $p = 0,002$.
- W przypadku pomiaru trwałości śladu pamięciowego kobiety niemuzycy ($M = 9,0$; $SD = 1,21$) uzyskały wyższe wyniki od mężczyzn niemuzyków ($M = 7,38$; $SD = 1,60$): $U = 88,0$; $p = 0,001$.

Ryc. 4.19. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od płci i przynależności do grupy



Tab. 4.12. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs grupa badanych w zależności od płci

			N	M	Me	SD	U	p
Kobiety	Krzywa uczenia Łurii 1	muzycy	21	6.57	6	1.03	159.5	0.173
		niemuzycy	20	6	6	1.56		
	Krzywa uczenia Łurii 2	muzycy	21	8.24	9	1.09	170.5	0.281
		niemuzycy	20	7.9	8	1.17		
	Krzywa uczenia Łurii 3	muzycy	21	9.29	9	0.85	153	0.116
		niemuzycy	20	8.7	9	1.22		
	Krzywa uczenia Łurii 4	muzycy	21	9.43	10	0.87	168.5	0.234
		niemuzycy	20	9.1	9	0.97		
	Krzywa uczenia Łurii 5	muzycy	21	9.57	10	0.6	207.5	0.939
		niemuzycy	20	9.45	10	0.89		
	Po dystraktorze	muzycy	21	9	10	1.58	188	0.534
		niemuzycy	20	8.95	9	1.19		
	Pojemność magazynu pamięci	muzycy	21	9.81	10	0.4	170.5	0.184
		niemuzycy	20	9.5	10	0.76		
Mężczyźni	Trwałość śladu pamięciowego	muzycy	21	9.00	10.00	1.58	196.00	0.690
		niemuzycy	20	9.00	9.50	1.21		
	Krzywa uczenia Łurii 1	muzycy	20	6	6	1.56	173.5	0.317
		niemuzycy	21	6.43	6	1.03		
	Krzywa uczenia Łurii 2	muzycy	20	7.75	9	1.37	158.5	0.163
		niemuzycy	21	7.29	8	1.15		
	Krzywa uczenia Łurii 3	muzycy	20	8.5	9	1.19	147	0.088
		niemuzycy	21	7.9	9	1.09		
	Krzywa uczenia Łurii 4	muzycy	20	8.9	10	1.33	162.5	0.198
		niemuzycy	21	8.43	9	1.36		
	Krzywa uczenia Łurii 5	muzycy	20	9.55	10	0.83	114.5	0.007
		niemuzycy	21	8.9	10	0.89		
	Po dystraktorze	muzycy	20	8.65	9	1.42	119	0.016
		niemuzycy	21	7.43	8	1.63		
	Pojemność magazynu pamięci	muzycy	20	9.6	10	0.68	153	0.096
		niemuzycy	21	9.24	9	0.77		
	Trwałość śladu pamięciowego	muzycy	20	8.60	9.00	1.43	120.50	0.017
		niemuzycy	21	7.38	8.00	1.60		

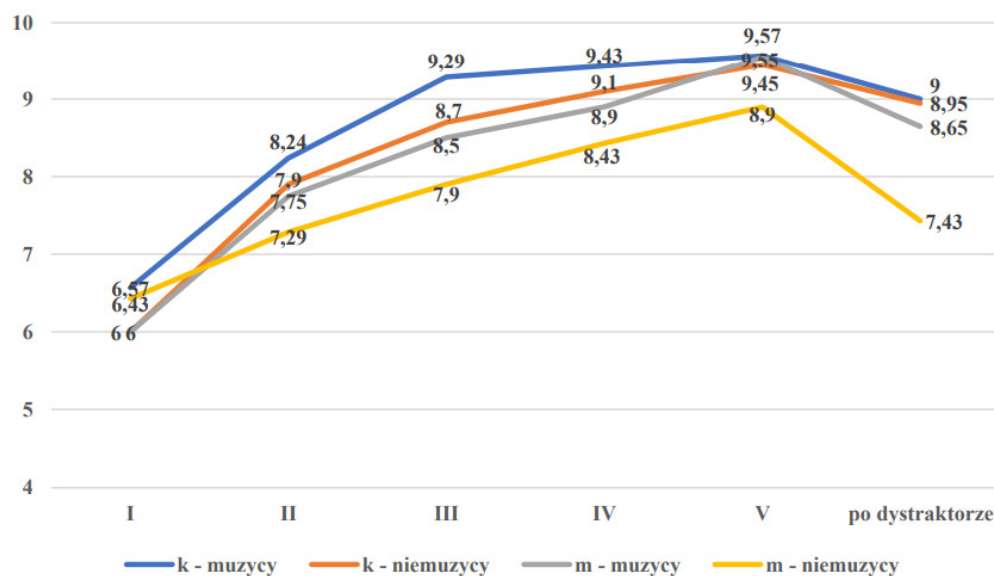
N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonej analizy różnic pomiędzy wynikami pomiarów krzywej uczenia Łurii a płcią w zależności od przynależności do grup badanych zaobserwowano występowanie istotnych statystycznie różnic w grupie mężczyzn pomiędzy:

- Piątym pomiarem krzywej uczenia Łurii a przynależnością do grupy muzyków i niemuzyków: $U = 114,5$; $p = 0,007$. Wskazując jednocześnie, że mężczyźni

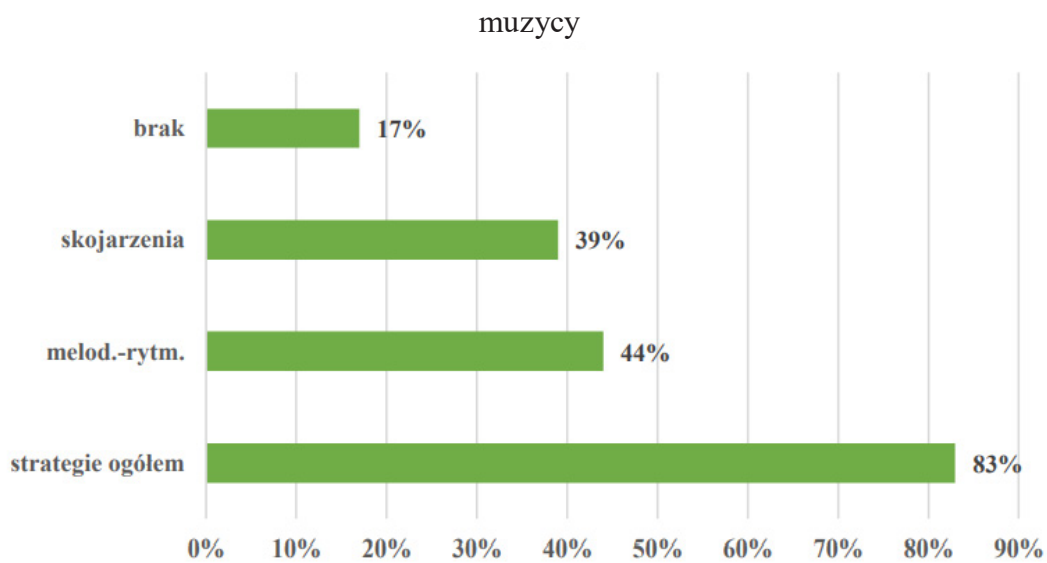
muzycy uzyskali ($M = 9,55$; $SD = 0,83$) istotnie wyższe wyniki od mężczyzn niemuzyków ($M = 8,9$; $SD = 0,89$).

- W przypadku pomiaru po dystraktorze mężczyźni będący muzykami ($M = 8,65$; $SD = 1,42$) uzyskali istotnie wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($M = 7,43$; $SD = 1,63$): $U = 119$ $p = 0,016$.
- W przypadku pomiaru trwałości śladu pamięciowego mężczyźni muzycy ($M = 8,6$; $SD = 1,43$) uzyskali istotnie wyższe wyniki od mężczyzn niemuzyków ($M = 7,38$; $SD = 1,6$): $U = 120,5$; $p = 0,017$. Por. Ryc. 4.20.

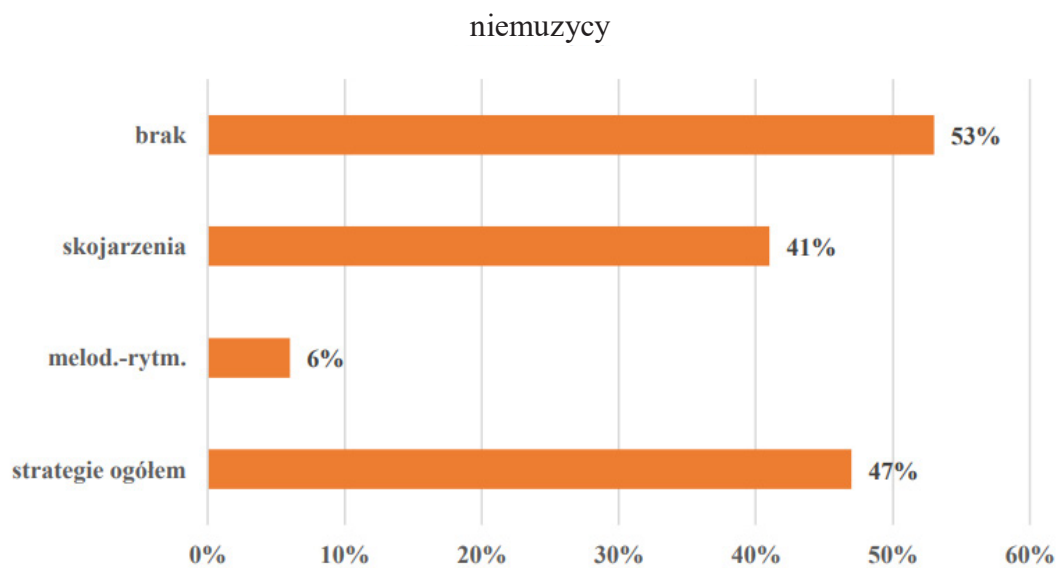


Ryc. 4.20. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od płci i przynależności do grupy

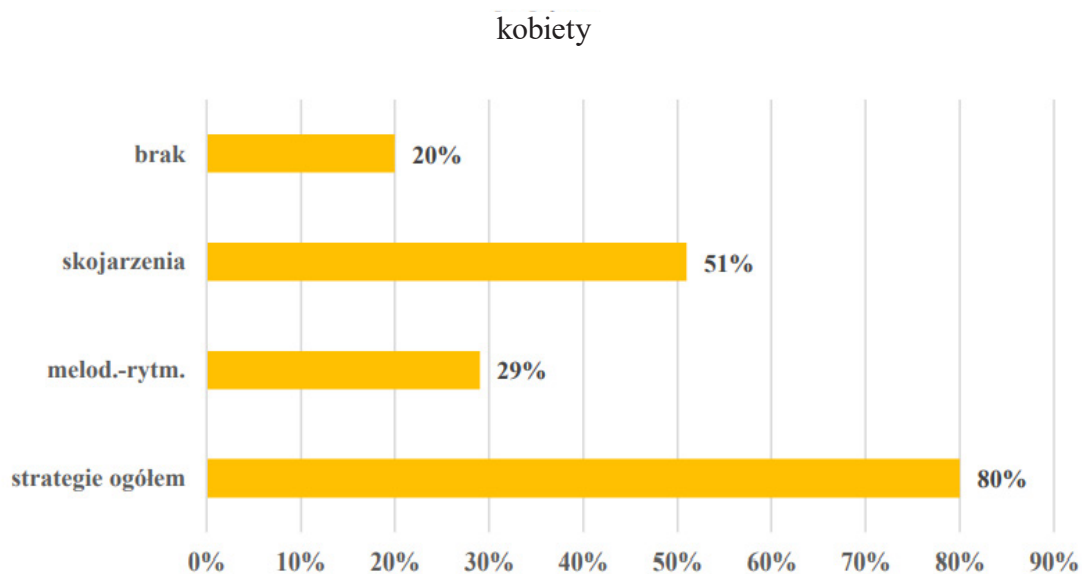
Po zakończeniu testu krzywej uczenia Łurii badani pytani byli o stosowanie strategii zapamiętywania lub jej brak oraz o rodzaj stosowanej przez nich strategii. Poniżej zamieszczono wykresy przedstawiające procentowy rozkład odpowiedzi w zależności od grupy badanych oraz płci. Badani zgłaszali stosowanie strategii melodyczno-rytmicznej kategoryzacji, wykorzystując cechy suprasegmentalne języka (melod.-rytm.), albo strategii skojarzeń lub układania wyrazów w związki przyczynowo-skutkowe (skojarzenia).



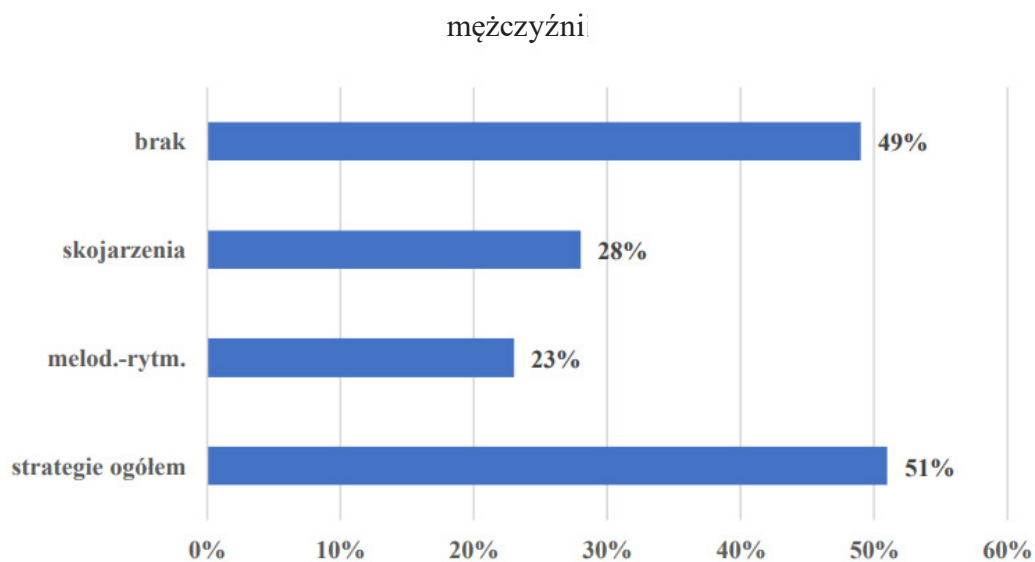
Ryc. 4.21. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Muzycy – 88% badanych dało odpowiedź



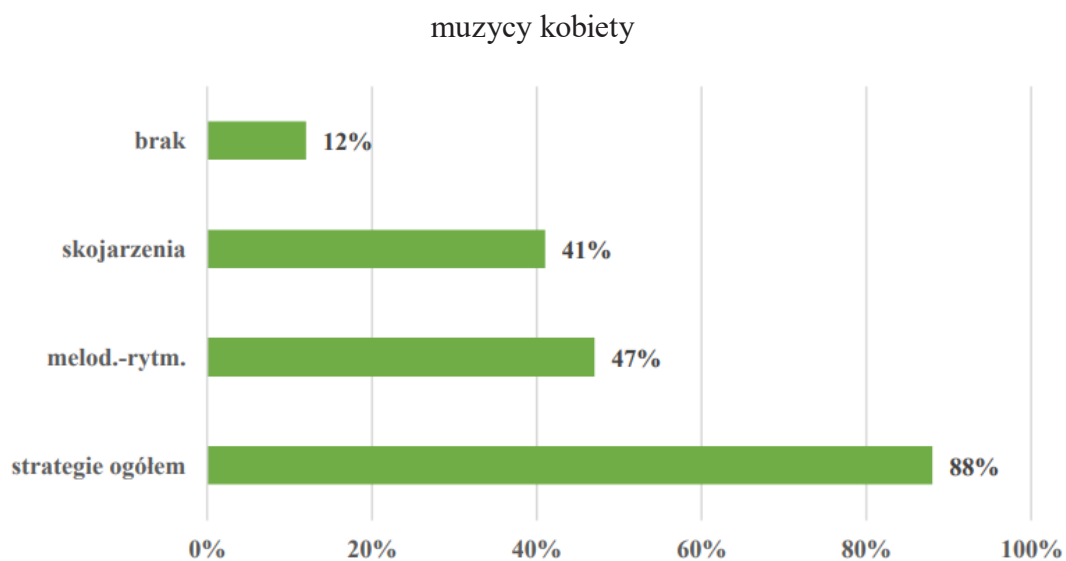
Ryc. 4.22. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Niemuzycy – 83% badanych dało odpowiedź



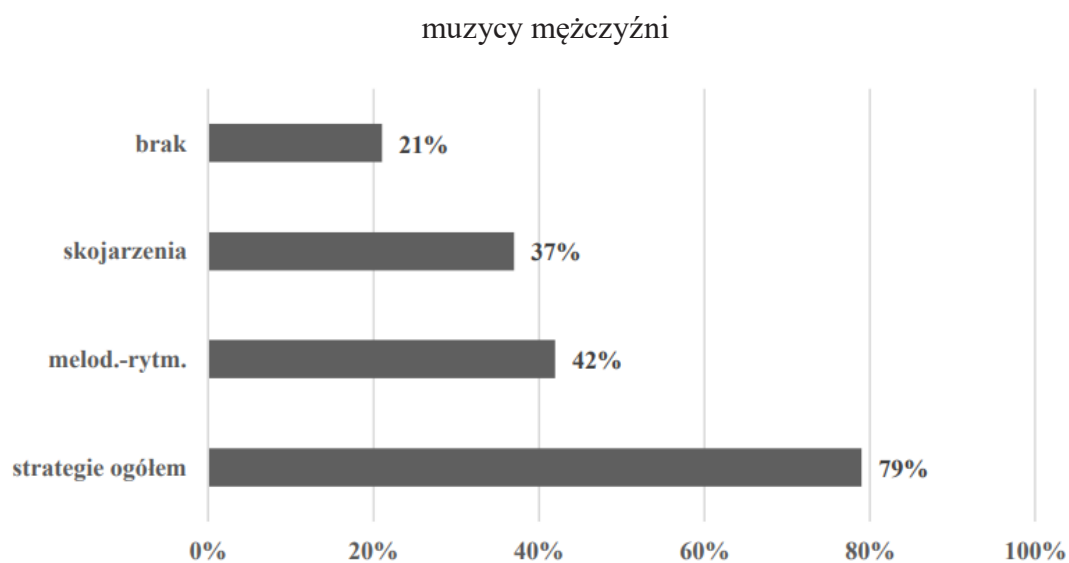
Ryc. 4.23. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Kobiety – 85% badanych dało odpowiedź



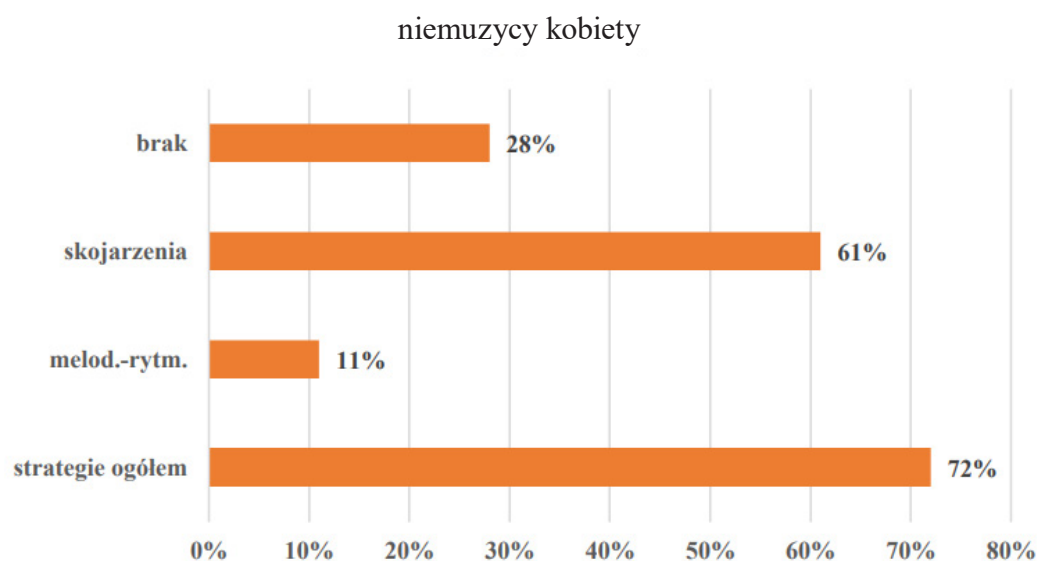
Ryc. 4.24. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Mężczyźni – 85% badanych dało odpowiedź



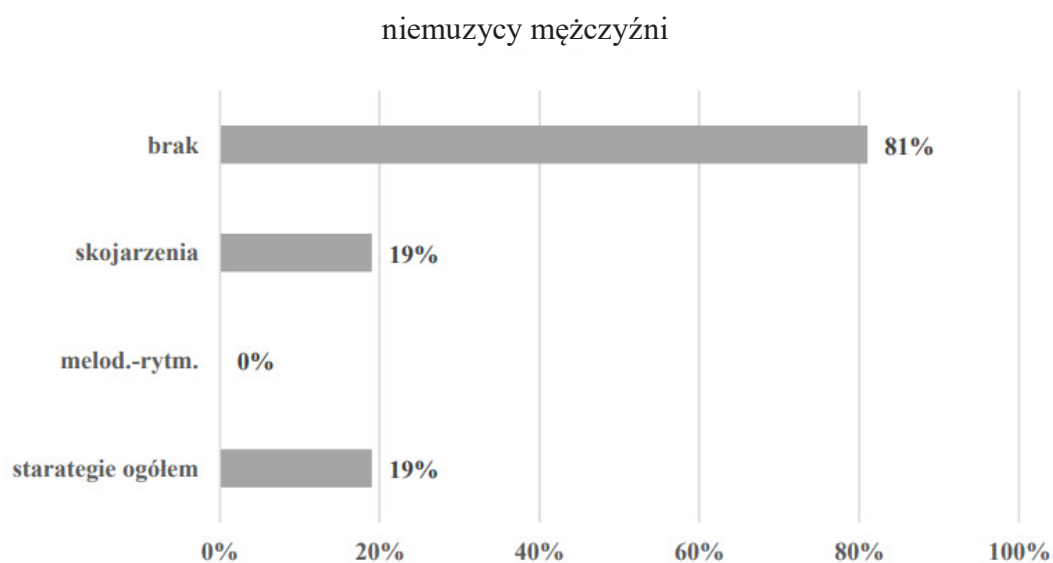
Ryc. 4.25. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Muzycy kobiety – 81% badanych dało odpowiedź



Ryc. 4.26. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Muzycy mężczyźni – 95% badanych dało odpowiedź



Ryc. 4.27. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Niemuzycy kobiety – 90% badanych dało odpowiedź



Ryc. 4.28. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Niemuzycy mężczyźni – 76% badanych dało odpowiedź

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdza się:

- Muzycy (83%) o wiele częściej stosują strategię w operacjach językowych wymagających zapamiętywania i utrzymywania w pamięci ciągu słów niż niemuzycy (47%). Por. Ryc. 4.21. i Ryc. 4.22.
- Muzycy stosują mieszane strategie, częściej jednak korzystają z suprasegmental-

nych właściwości języka w celu zapamiętywania wypowiedzi (skojarzenia 39%, strategie melodyczno-rytmiczne 44%). Por. Ryc. 4.21.

- Niemuzcy najczęściej wybierają strategie polegające na tworzeniu skojarzeń i związków przyczynowo-skutkowych (skojarzenia 47%, strategie melodyczno-rytmiczne 6%). Por. Ryc. 4.22.
- Kobiety częściej stosują strategie od mężczyzn (80% – 51%). Por. Ryc. 4.23 i Ryc. 4.24.
- W grupie muzyków kobiety nieznacznie częściej stosują strategie od mężczyzn (88% – 79%). Por. Ryc. 4.25 i Ryc. 4.26.
- W grupie niemuzyków kobiety zdecydowanie częściej stosują strategie od mężczyzn (72% – 19%). Por. Ryc. 4.27 i Ryc. 4.28.

4.5. Analiza różnic pomiędzy fluencją słowną a przynależnością do grupy badanych – muzycy vs niemuzycy

Tab. 4.13. Fluencja słowna vs grupa badanych

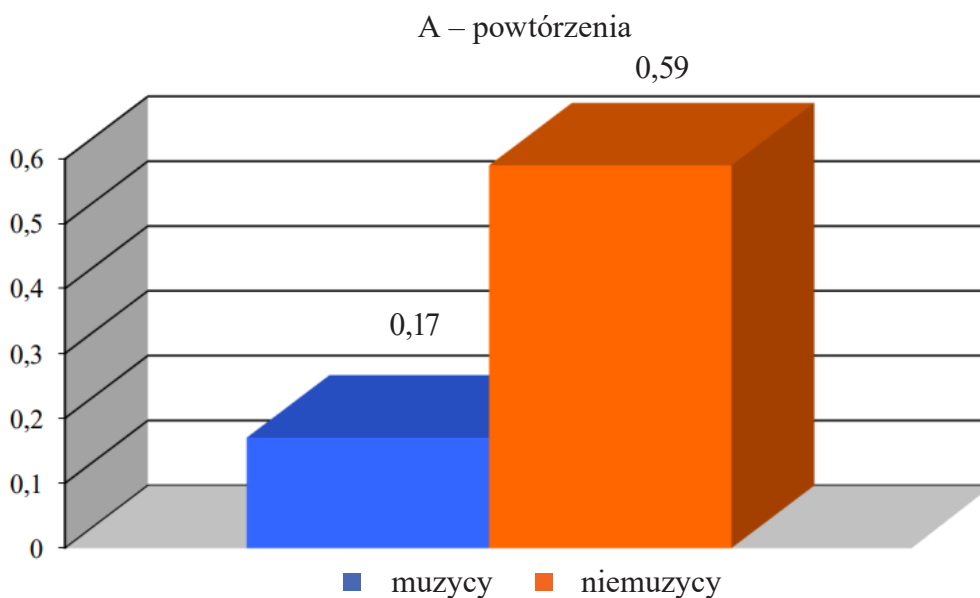
		N	M	Me	SD	U	p
P	muzycy	41	20.29	20.00	5.43	768.00	0.5
	niemuzycy	41	19.73	20.00	6.32		
P – powtórzenia	muzycy	41	0.27	0.00	0.50	780.50	0.476
	niemuzycy	41	0.34	0.00	0.53		
P – intruzje	muzycy	41	0.85	1.00	0.91	745.50	0.339
	niemuzycy	41	0.66	0.00	0.79		
A	muzycy	41	13.12	13.00	4.12	651.00	0.077
	niemuzycy	41	11.88	12.00	4.76		
A – powtórzenia	muzycy	41	0.17	13.00	0.38	580.50	0.003
	niemuzycy	41	0.59	12.00	0.74		
A – intruzje	muzycy	41	0.66	0.00	0.94	660.00	0.07
	niemuzycy	41	1.07	1.00	1.15		
S	muzycy	41	15.59	16.00	4.31	745.00	0.375
	niemuzycy	41	15.00	14.00	6.45		
S – powtórzenia	muzycy	41	0.20	0.00	0.46	824.00	0.819
	niemuzycy	41	0.20	0.00	0.40		
S – intruzje	muzycy	41	0.63	0.00	0.89	822.00	0.848
	niemuzycy	41	0.61	0.00	0.80		
Rośliny	muzycy	41	26.24	26.00	6.57	749.50	0.398
	niemuzycy	41	24.78	25.00	8.00		
Rośliny – powtórzenia	muzycy	41	0.22	0.00	0.47	727.50	0.169
	niemuzycy	41	0.51	0.00	0.98		

Rośliny – intruzje	muzycy	41	0.68	0.00	0.93	796.00	0.647
	niemuzycy	41	0.95	0.00	1.36		
Zwierzęta	muzycy	41	26.61	27.00	6.71	704.50	0.207
	niemuzycy	41	28.80	28.00	7.18		
Zwierzęta – powtórzenia	muzycy	41	0.12	0.00	0.40	738.00	0.134
	niemuzycy	41	0.29	0.00	0.64		
Zwierzęta – intruzje	muzycy	41	0.83	0.50	0.98	732.50	0.359
	niemuzycy	41	0.73	0.00	1.20		
Przedmioty ostre	muzycy	41	12.22	11.00	3.90	823.50	0.874
	niemuzycy	41	11.90	11.00	3.32		
Przedmioty ostre – powtórzenia	muzycy	41	0.07	0.00	0.26	670.50	0.016
	niemuzycy	41	0.44	1.00	0.90		
Przedmioty ostre – intruzje	muzycy	41	1.00	1.00	1.05	740.50	0.331
	niemuzycy	41	1.46	1.00	1.60		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

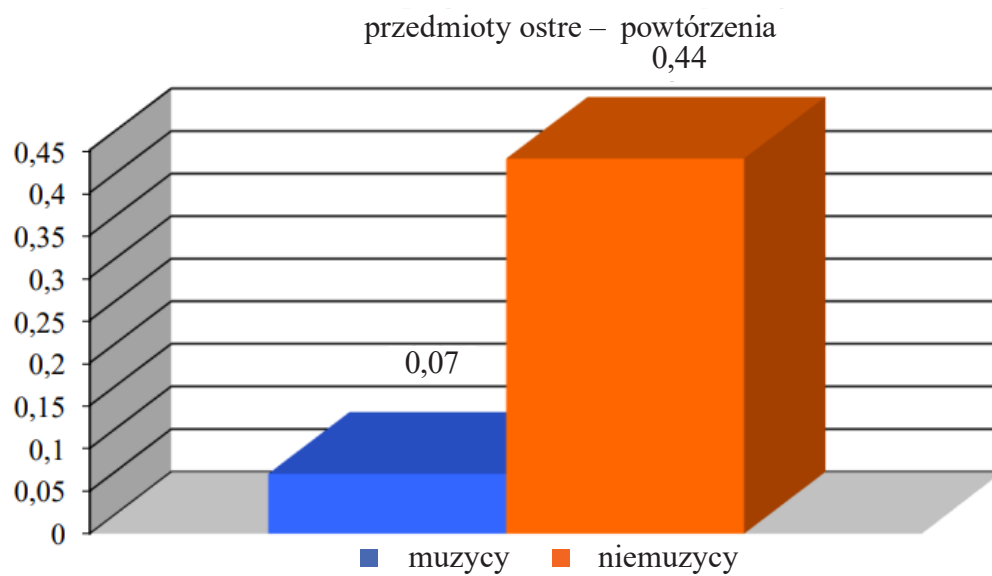
Przeprowadzona analiza wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami i niemuzykami a skalami fluencji słownej:

- A – powtórzenia: $U = 580,5$; $p = 0,003$. Wskazując, że muzycy ($M = 0,17$; $SD = 0,38$) uzyskiwali niższe wyniki od niemuzyków ($M = 0,59$; $SD = 0,74$). Por. Ryc. 4.29.



Ryc. 4.29. Fluencja słowna, A – powtórzenia, muzycy vs niemuzycy

Przedmioty ostre – powtórzenia: $U = 670,5$; $p = 0,016$. Wskazując, że muzycy ($M = 0,07$; $SD = 0,26$) uzyskiwali niższe wyniki od niemuzyków ($M = 0,44$; $SD = 0,9$). Por. Ryc. 4.30.



Ryc. 4.30. Fluencja słowna, przedmioty ostre – powtórzenia, muzycy vs niemuzycy

4.6. Analiza różnic pomiędzy fluencją słowną a płcią

Tab. 4.14. Fluencja słowna vs płeć

płeć (1-kobiety; 2-mężczyźni)		N	M	Me	SD	U	P
P	kobiety	41	20.80	21.00	4.58	676.00	0.126
	mężczyźni	41	19.22	18.00	6.88		
P – powtórzenia	kobiety	41	0.29	0.00	0.56	792.00	0.565
	mężczyźni	41	0.32	0.00	0.47		
P – intruzje	kobiety	41	0.61	0.00	0.77	691.50	0.134
	mężczyźni	41	0.90	1.00	0.92		
A	kobiety	41	12.27	12.00	3.65	811.00	0.783
	mężczyźni	41	12.73	12.00	5.20		
A – powtórzenia	kobiety	41	0.44	0.00	0.71	788.00	0.550
	mężczyźni	41	0.32	0.00	0.52		
A – intruzje	kobiety	41	1.02	1.00	1.06	673.00	0.093
	mężczyźni	41	0.71	0.00	1.05		
S	kobiety	41	15.88	16.00	5.09	677.50	0.130
	mężczyźni	41	14.71	14.00	5.81		
S – powtórzenia	kobiety	41	0.22	0.00	0.42	783.50	0.430
	mężczyźni	41	0.17	0.00	0.44		
S – intruzje	kobiety	41	0.63	0.00	0.80	808.50	0.740
	mężczyźni	41	0.61	0.00	0.89		
Rośliny	kobiety	41	26.71	28.00	7.34	675.50	0.125
	mężczyźni	41	24.32	25.00	7.17		
Rośliny – powtórzenia	kobiety	41	0.46	0.00	0.98	804.50	0.661
	mężczyźni	41	0.27	0.00	0.50		
Rośliny – intruzje	kobiety	41	0.78	0.00	1.08	833.00	0.938
	mężczyźni	41	0.85	0.00	1.26		
Zwierzęta	kobiety	41	27.78	28.00	7.10	820.50	0.853
	mężczyźni	41	27.63	26.00	6.97		
Zwierzęta – powtórzenia	kobiety	41	0.17	0.00	0.54	779.00	0.369
	mężczyźni	41	0.24	0.00	0.54		
Zwierzęta – intruzje	kobiety	41	0.63	0.00	0.86	749.50	0.460
	mężczyźni	40	0.93	0.00	1.29		
Przedmioty ostre	kobiety	41	11.54	11.00	2.71	736.00	0.330
	mężczyźni	41	12.59	12.00	4.29		
Przedmioty ostre – powtórzenia	kobiety	41	0.41	0.00	0.89	709.50	0.063
	mężczyźni	41	0.10	0.00	0.30		
Przedmioty ostre – intruzje	kobiety	41	1.29	1.00	1.42	805.00	0.730
	mężczyźni	41	1.17	1.00	1.32		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonych analiz nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy skalami fluencji słownej a płcią ($p > 0,05$).

Tab. 4.15. Fluencja słowna vs grupa badanych w zależności od płci – kobiety

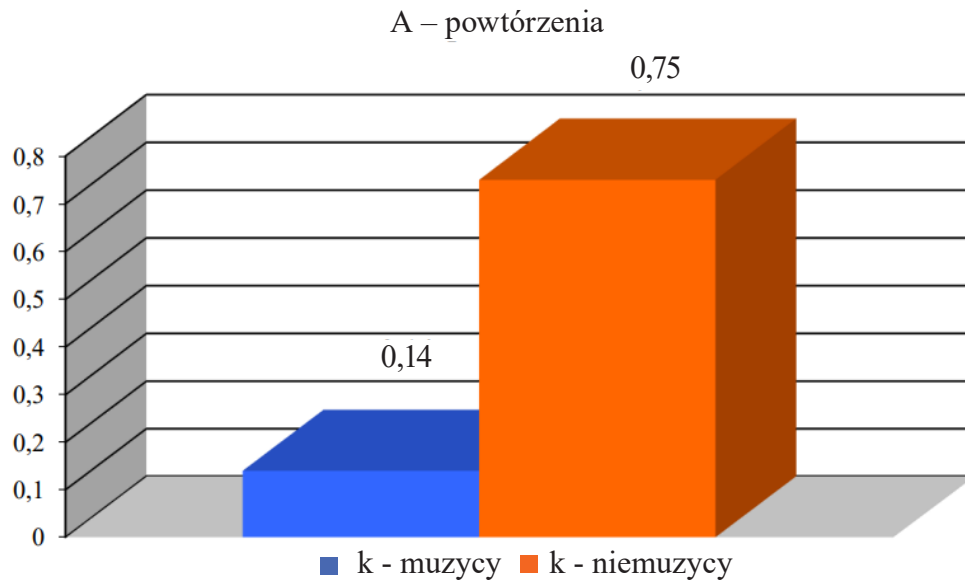
		N	M	Me	SD	U	p
Kobiety	P	muzycy	21	21.05	21.00	4.66	200.50 0.804
		niemuzycy	20	20.55	22.00	4.61	
	P – powtórzenia	muzycy	21	0.29	0.00	0.56	207.50 0.931
		niemuzycy	20	0.30	0.00	0.57	
	P – intruzje	muzycy	21	0.71	1.00	0.85	182.00 0.416
		niemuzycy	20	0.50	0.00	0.69	
	A	muzycy	21	11.86	12.00	3.85	198.50 0.763
		niemuzycy	20	12.70	12.50	3.47	
	A – powtórzenia	muzycy	21	0.14	0.00	0.36	120.00 0.005
		niemuzycy	20	0.75	1.00	0.85	
	A – intruzje	muzycy	21	0.90	1.00	1.04	181.00 0.426
		niemuzycy	20	1.15	1.00	1.09	
	S	muzycy	21	16.00	16.00	4.74	205.00 0.896
		niemuzycy	20	15.75	15.50	5.54	
	S – powtórzenia	muzycy	21	0.19	0.00	0.40	197.50 0.649
		niemuzycy	20	0.25	0.00	0.44	
	S – intruzje	muzycy	21	0.71	0.00	0.90	195.50 0.675
		niemuzycy	20	0.55	0.00	0.69	
	Rośliny	muzycy	21	27.38	27.00	7.07	187.50 0.556
		niemuzycy	20	26.00	28.00	7.73	
	Rośliny – powtórzenia	muzycy	21	0.10	0.00	0.30	131.50 0.008
		niemuzycy	20	0.85	0.00	1.27	
	Rośliny – intruzje	muzycy	21	0.52	0.00	0.75	170.00 0.247
		niemuzycy	20	1.05	0.50	1.32	
	Zwierzęta	muzycy	21	25.86	26.00	6.75	147.50 0.102
		niemuzycy	20	29.80	28.50	7.06	
	Zwierzęta – powtórzenia	muzycy	21	0.10	0.00	0.30	197.50 0.566
		niemuzycy	20	0.25	0.00	0.72	
	Zwierzęta – intruzje	Muzycy	21	0.76	1.00	0.77	158.50 0.129
		niemuzycy	20	0.50	0.00	0.95	
	Przedmioty ostre	muzycy	21	11.10	10.00	2.95	164.00 0.226
		niemuzycy	20	12.00	12.00	2.43	
	Przedmioty ostre – powtórzenia	muzycy	21	0.10	0.00	0.30	142.00 0.018
		niemuzycy	20	0.75	0.00	1.16	
	Przedmioty ostre – intruzje	muzycy	21	0.95	1.00	1.02	166.00 0.232
		niemuzycy	20	1.65	1.00	1.69	

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

Przeprowadzona analiza w grupie kobiet wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami a niemuzykami w skalach:

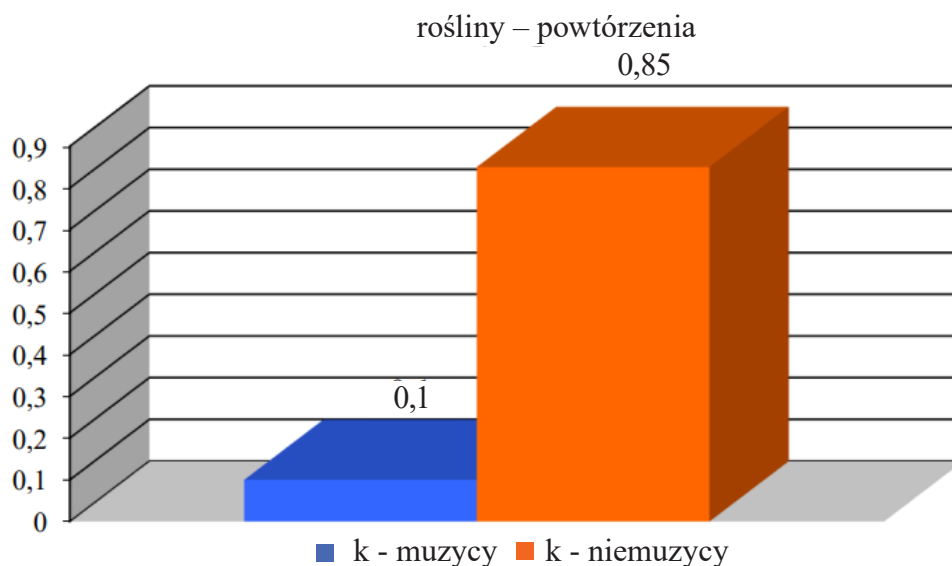
- A – powtórzenia: U =120; p = 0,005. Wskazując, że kobiety muzycy (M = 0,14;

SD = 0,36) uzyskały istotnie niższe wyniki niż kobiety niemuzycy (M = 0,75; SD = 0,85). Por. Ryc. 4.31.



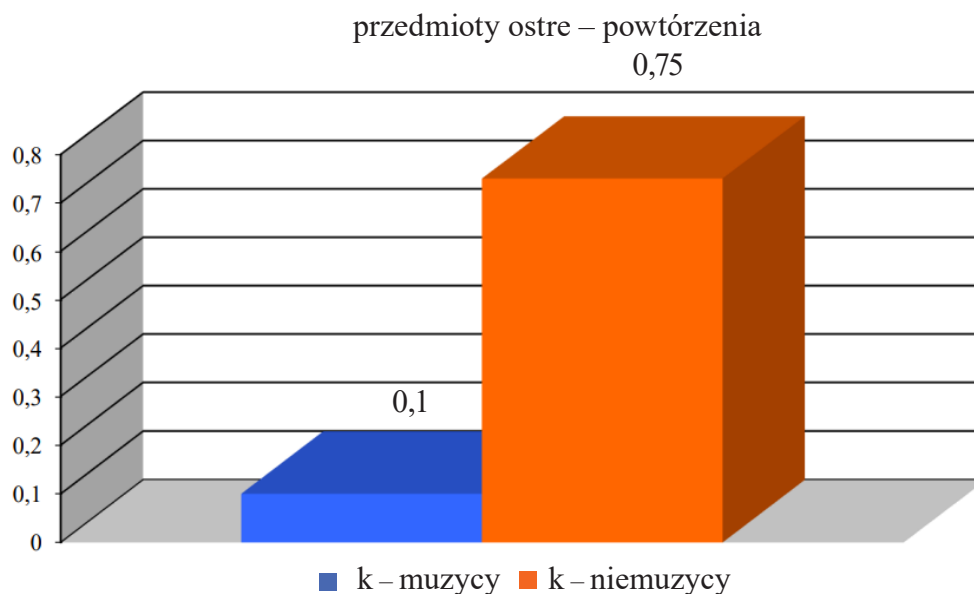
Ryc. 4.31. Fluencja słowna, A – powtórzenia, kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Rośliny – powtórzenia: U = 131,5; p = 0,008. Wskazując, że kobiety muzycy (M = 0,1; SD = 0,3) uzyskały istotnie niższe wyniki niż kobiety niemuzycy (M = 0,85; SD = 0,1,27). Por. Ryc. 4.32.



Ryc. 4.32. Fluencja słowna, rośliny – powtórzenia, kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Przedmioty ostre – powtórzenia: U = 142; p = 0,018. Wskazując, że kobiety muzycy (M = 0,1; SD = 0,3) uzyskały istotnie niższe wyniki niż kobiety niemuzycy (M = 0,75; SD = 1,16). Por. Ryc. 4.33.



Ryc. 4.33. Fluencja słowna, przedmioty ostre – powtórzenia, kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy pozostałymi skalami a muzykami i niemuzykami w grupie kobiet. Por. Tab. 4.15.

Tab. 4.16. Fluencja słowna vs grupa badanych w zależności od płci – mężczyźni

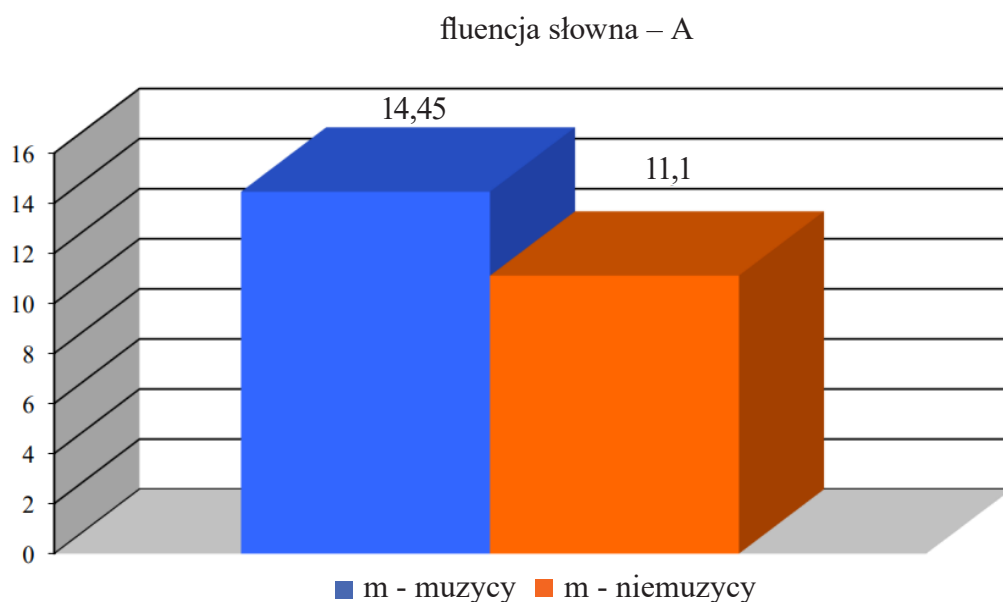
		N	M	Me	SD	U	p	
Mężczyźni	P	muzycy	20	19.50	19.00	6.16	189.00	0.583
		niemuzycy	21	18.95	18.00	7.65		
	P – powtórzenia	muzycy	20	0.25	0.00	0.44	182.50	0.374
		niemuzycy	21	0.38	0.00	0.50		
	P – intruzje	muzycy	20	1.00	1.00	0.97	188.00	0.540
		niemuzycy	21	0.81	1.00	0.87		
	A	muzycy	20	14.45	14.50	4.07	115.00	0.013
		niemuzycy	21	11.10	11.00	5.71		
	A – powtórzenia	muzycy	20	0.20	0.00	0.41	170.00	0.188
		niemuzycy	21	0.43	0.00	0.60		
	A – intruzje	muzycy	20	0.40	0.00	0.75	149.50	0.071
		niemuzycy	21	1.00	1.00	1.22		
	S	muzycy	20	15.15	15.00	3.88	163.00	0.219
		niemuzycy	21	14.29	12.00	7.27		
	S – powtórzenia	muzycy	20	0.20	0.00	0.52	207.00	0.899
		niemuzycy	21	0.14	0.00	0.36		
	S – intruzje	muzycy	20	0.55	0.00	0.89	185.00	0.461
		niemuzycy	21	0.67	1.00	0.91		
	Rośliny	muzycy	20	25.05	26.00	5.93	179.50	0.425
		niemuzycy	21	23.62	24.00	8.27		
	Rośliny – powtórzenia	muzycy	20	0.35	0.00	0.59	185.00	0.383
		niemuzycy	21	0.19	0.00	0.40		

Rośliny – intruzje	muzycy	20	0.85	0.50	1.09	193.00	0.623
	niemuzycy	21	0.86	0.00	1.42		
Zwierzęta	muzycy	20	27.40	28.00	6.75	202.50	0.845
	niemuzycy	21	27.86	26.00	7.34		
Zwierzęta – powtórzenia	muzycy	20	0.15	0.00	0.49	173.00	0.162
	niemuzycy	21	0.33	0.00	0.58		
Zwierzęta – intruzje	muzycy	19	0.89	0.00	1.20	192.50	0.836
	niemuzycy	21	0.95	1.00	1.40		
Przedmioty ostre	muzycy	20	13.40	13.00	4.48	164.50	0.233
	niemuzycy	21	11.81	11.00	4.06		
Przedmioty ostre – powtórzenia	muzycy	20	0.05	0.00	0.22	190.50	0.323
	niemuzycy	21	0.14	0.00	0.36		
Przedmioty ostre – intruzje	muzycy	20	1.05	1.00	1.10	204.50	0.880
	niemuzycy	21	1.29	1.00	1.52		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

Przeprowadzona analiza w grupie mężczyzn wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami a niemuzykami w skalach:

- A: $U = 115$; $p = 0,013$. Wskazując, że mężczyźni muzycy ($M = 14,45$; $SD = 4,07$) uzyskali wyższe wyniki niż mężczyźni niemuzycy ($M = 11,1$; $SD = 5,71$). Por. Ryc. 4.34.



Ryc. 4.34. Fluencja słowna, A, mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

Nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy pozostałymi skalami a muzykami i niemuzykami w grupie mężczyzn. Por. Tab. 4.16.

Tab. 4.17. Fluencja słowna vs płeć w zależności od grupy badanych – muzycy

grupa (1-muzycy; 2-niemuzycy)			N	Średnia	Me	SD	U	p
Muzycy	P	kobiety	21	21.05	21.00	4.66	176.50	0.381
		mężczyźni	20	19.50	19.00	6.16		
	P – powtórzenia	kobiety	21	0.29	0.00	0.56	210.00	1.000
		mężczyźni	20	0.25	0.00	0.44		
	P – intruzje	kobiety	21	0.71	1.00	0.85	175.00	0.327
		mężczyźni	20	1.00	1.00	0.97		
	A	kobiety	21	11.86	12.00	3.85	153.00	0.135
		mężczyźni	20	14.45	14.50	4.07		
	A – powtórzenia	kobiety	21	0.14	0.00	0.36	198.00	0.631
		mężczyźni	20	0.20	0.00	0.41		
	A – intruzje	kobiety	21	0.90	1.00	1.04	151.00	0.078
		mężczyźni	20	0.40	0.00	0.75		
	S	kobiety	21	16.00	16.00	4.74	181.00	0.448
		mężczyźni	20	15.15	15.00	3.88		
	S – powtórzenia	kobiety	21	0.19	0.00	0.40	203.50	0.795
		mężczyźni	20	0.20	0.00	0.52		
	S – intruzje	kobiety	21	0.71	0.00	0.90	185.00	0.461
		mężczyźni	20	0.55	0.00	0.89		
	Rośliny	kobiety	21	27.38	27.00	7.07	166.50	0.255
		mężczyźni	20	25.05	26.00	5.93		
	Rośliny – powtórzenia	kobiety	21	0.10	0.00	0.30	166.00	0.095
		mężczyźni	20	0.35	0.00	0.59		
	Rośliny – intruzje	kobiety	21	0.52	0.00	0.75	178.50	0.360
		mężczyźni	20	0.85	0.50	1.09		
	Zwierzęta	kobiety	21	25.86	26.00	6.75	185.50	0.521
		mężczyźni	20	27.40	28.00	6.75		
	Zwierzęta – powtórzenia	kobiety	21	0.10	0.00	0.30	208.00	0.919
		mężczyźni	20	0.15	0.00	0.49		
	Zwierzęta – intruzje	kobiety	21	0.76	1.00	0.77	195.50	0.907
		mężczyźni	19	0.89	0.00	1.20		
	Przedmioty ostre	kobiety	21	11.10	10.00	2.95	142.50	0.076
		mężczyźni	20	13.40	13.00	4.48		
	Przedmioty ostre – powtórzenia	kobiety	21	0.10	0.00	0.30	200.50	0.583
		mężczyźni	20	0.05	0.00	0.22		
	Przedmioty ostre – intruzje	kobiety	21	0.95	1.00	1.02	200.50	0.793
		mężczyźni	20	1.05	1.00	1.10		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

Przeprowadzona analiza w grupie muzyków nie wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy analizowanymi skalami a płcią ($p > 0,05$). Por. Tab. 4.17.

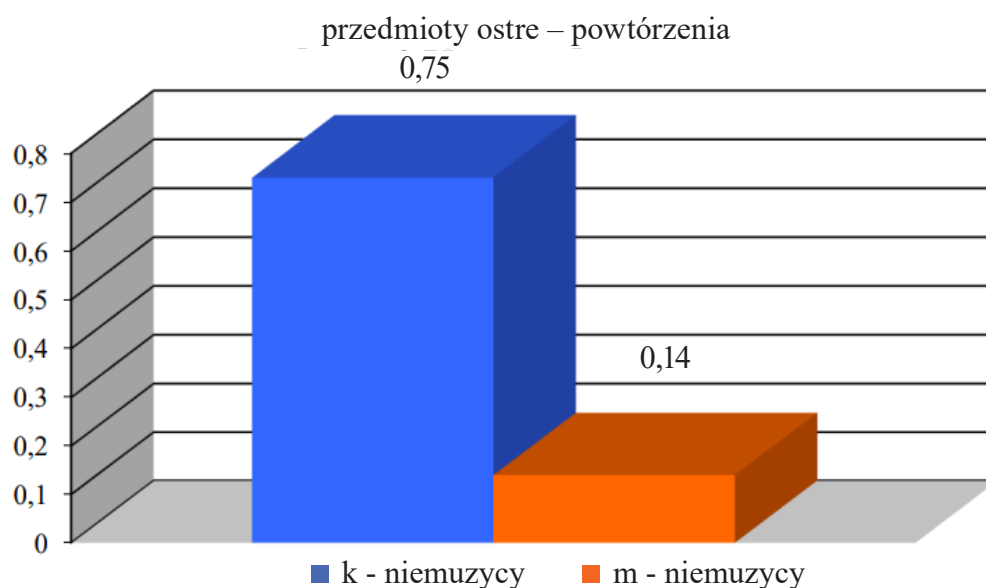
Tab. 4.18. Fluencja słowna vs płeć w zależności od grupy badanych – niemuzycy

grupa (1-muzycy; 2-niemuzycy)		N	Średnia	Me	SD	U	p	
Niemuzycy	P	kobiety	20	20.55	22.00	4.61	160.00	0.190
		mężczyźni	21	18.95	18.00	7.65		
	P - powtórzenia	kobiety	20	0.30	0.00	0.57	186.50	0.449
		mężczyźni	21	0.38	0.00	0.50		
	P – intruzje	kobiety	20	0.50	0.00	0.69	169.00	0.239
		mężczyźni	21	0.81	1.00	0.87		
	A	kobiety	20	12.70	12.50	3.47	140.50	0.068
		mężczyźni	21	11.10	11.00	5.71		
	A – powtórzenia	kobiety	20	0.75	1.00	0.85	167.50	0.214
		mężczyźni	21	0.43	0.00	0.60		
	A – intruzje	kobiety	20	1.15	1.00	1.09	184.50	0.484
		mężczyźni	21	1.00	1.00	1.22		
	S	kobiety	20	15.75	15.50	5.54	157.50	0.170
		mężczyźni	21	14.29	12.00	7.27		
	S – powtórzenia	kobiety	20	0.25	0.00	0.44	187.50	0.393
		mężczyźni	21	0.14	0.00	0.36		
	S – intruzje	kobiety	20	0.55	0.00	0.69	200.00	0.770
		mężczyźni	21	0.67	1.00	0.91		
	Rośliny	kobiety	20	26.00	28.00	7.73	170.50	0.302
		mężczyźni	21	23.62	24.00	8.27		
	Rośliny – powtórzenia	kobiety	20	0.85	0.00	1.27	147.50	0.047
		mężczyźni	21	0.19	0.00	0.40		
	Rośliny – intruzje	kobiety	20	1.05	0.50	1.32	185.50	0.479
		mężczyźni	21	0.86	0.00	1.42		
	Zwierzęta	kobiety	20	29.80	28.50	7.06	170.50	0.302
		mężczyźni	21	27.86	26.00	7.34		
	Zwierzęta – powtórzenia	kobiety	20	0.25	0.00	0.72	183.50	0.338
		mężczyźni	21	0.33	0.00	0.58		
	Zwierzęta – intruzje	kobiety	20	0.50	0.00	0.95	161.50	0.147
		mężczyźni	21	0.95	1.00	1.40		
	Przedmioty ostre	kobiety	20	12.00	12.00	2.43	190.50	0.609
		mężczyźni	21	11.81	11.00	4.06		
	Przedmioty ostre – powtórzenia	kobiety	20	0.75	0.00	1.16	150.00	0.044
		mężczyźni	21	0.14	0.00	0.36		
	Przedmioty ostre – intruzje	kobiety	20	1.65	1.00	1.69	182.50	0.456
		mężczyźni	21	1.29	1.00	1.52		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

Przeprowadzona analiza w grupie niemuzyków wykazała występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy płcią a skalą:

- Przedmioty ostre – powtórzenia: $U = 150$; $p = 0,044$. Wskazując, że kobiety niemuzycy ($M = 0,75$; $SD = 1,16$) uzyskały istotnie wyższe wyniki niż mężczyźni niemuzycy ($M = 0,14$; $SD = 0,36$). Por. Ryc. 4.35.



Ryc. 4.35. Fluencja słowna, przedmioty ostre – powtórzenia, kobiety niemuzycy vs mężczyźni niemuzycy

Nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy pozostałymi skalami a płcią w grupie niemuzyków. Por. Tab. 4.18.

4.7. Analiza różnic pomiędzy parametrami składni, prozodii emocjonalnej i testu Stroopa w zależności od przynależności do grup badanych – muzycy vs niemuzycy

Tab. 4.19. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs grupa badanych

		N	M	Me	SD	U	p
Składnia – liczba błędów	muzycy	41	9.54	8.00	11.35	614.50	0.034
	niemuzycy	41	15.39	13.00	14.73		
Prozodia emocjonalna – liczba błędów	muzycy	41	3.68	3.00	2.09	683.00	0.140
	niemuzycy	41	4.41	5.00	2.19		
Test Stroopa – czas próba I	muzycy	41	00:19.14	00:19.07	00:03.13	607.50	0.031
	niemuzycy	41	00:20.54	00:20.06	00:02.44		
Test Stroopa – czas próba II	muzycy	41	00:47.98	00:45.87	00:12.27	589.00	0.020
	niemuzycy	41	00:53.03	00:52.23	00:10.83		
Test Stroopa – liczba błędów	muzycy	41	0.59	0.00	0.95	579.50	0.009
	niemuzycy	41	1.46	1.00	1.99		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonych analiz zauważa się występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami i niemuzykami a skalami:

- Składnia – liczba błędów: $U = 614,5$; $p = 0,034$; muzycy uzyskali ($M = 9,54$; $SD = 11,35$) istotnie niższe wyniki niż niemuzycy ($M = 15,39$; $SD = 14,73$).
- Test Stroopa – czas I: $U = 607,5$; $p = 0,031$; muzycy uzyskali ($M = 00:19.14$; $SD = 00:03.13$) istotnie krótsze czasy niż niemuzycy ($M = 00:20.54$; $SD = 00:02.44$).
- Test Stroopa – czas II: $U = 589$; $p = 0,020$; muzycy uzyskali ($M = 00:47.98$; $SD = 00:12.27$) istotnie krótsze czasy niż niemuzycy ($M = 00:53.03$; $SD = 00:10.83$).
- Test Stroopa – liczba błędów: $U = 579,5$; $p = 0,009$; muzycy uzyskali ($M = 0,59$; $SD = 0,95$) istotnie niższe wyniki niż niemuzycy ($M = 1,46$; $SD = 1,99$).

Por. Tab. 4.19.

Tab. 4.20. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs płeć

		N	M	Me	SD	U	p
Składnia – liczba błędów	kobiety	41	10.41	8.00	11.80	717.50	0.250
	mężczyźni	41	14.51	10.00	14.69		
Prozodia emocjonalna – liczba błędów	kobiety	41	3.73	4.00	2.16	708.00	0.214
	mężczyźni	41	4.37	4.00	2.14		
Test Stroopa – czas próba I	kobiety	41	00:20.02	00:20.06	00:02.89	796.50	0.683
	mężczyźni	41	00:19.66	00:19.49	00:02.89		
Test Stroopa – czas próba II	kobiety	41	00:48.74	00:48.61	00:11.04	724.00	0.280
	mężczyźni	41	00:52.27	00:49.04	00:12.36		
Test Stroopa – liczba błędów	kobiety	41	0.66	0.00	1.02	633.50	0.037
	mężczyźni	41	1.39	1.00	1.99		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonych analiz zauważa się występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy płcią a skalą:

- Test Stroopa – liczba błędów: $U = 633,5$; $p = 0,037$; kobiety uzyskały ($M = 0,66$; $SD = 1,02$) istotnie niższe wyniki niż mężczyźni ($M = 1,39$; $SD = 1,99$). Por. Tab. 4.20.

Tab. 4.21. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs grupa badanych w zależności od płci

płeć (1-kobiety; 2-mężczyźni)		N	M	Me	SD	U	p		
Kobiety	Składnia – liczba błędów	muzycy	21	6.95	6.00	8.44	131.50	0.038	
		niemuzycy	20	14.05	12.50	13.82			
	Prozodia emocjonalna – liczba błędów	muzycy	21	3.86	4.00	2.41	201.00	0.813	
		niemuzycy	20	3.60	3.00	1.90			
	Test Stroopa – czas próba I	muzycy	21	00:19.81	00:20.57	00:03.33	197.00	0.735	
		niemuzycy	20	00:20.24	00:20.03	00:02.42			
	Test Stroopa – czas próba II	muzycy	21	00:45.08	00:45.11	00:10.12	129.00	0.035	
		niemuzycy	20	00:52.58	00:51.66	00:10.87			
	Test Stroopa – liczba błędów	muzycy	21	0.38	0.00	0.74	153.50	0.091	
		niemuzycy	20	0.95	0.50	1.19			
	Mężczyźni	Składnia – liczba błędów	muzycy	20	12.25	10.00	13.46	174.00	0.344
			niemuzycy	21	16.67	13.00	15.79		
Prozodia emocjonalna – liczba błędów		muzycy	20	3.50	3.00	1.73	110.50	0.009	
		niemuzycy	21	5.19	5.00	2.20			
Test Stroopa – czas próba I		muzycy	20	00:18.43	00:18.47	00:02.83	114.00	0.012	
		niemuzycy	21	00:20.82	00:21.62	00:02.48			
Test Stroopa – czas próba II		muzycy	20	00:51.02	00:47.41	00:13.79	169.00	0.285	
		niemuzycy	21	00:53.45	00:55.25	00:11.04			
Test Stroopa – liczba błędów	muzycy	20	0.80	0.00	1.11	137.50	0.046		
	niemuzycy	21	1.95	2.00	2.46				

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

W wyniku przeprowadzonych analiz w grupie kobiet zauważa się występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami i niemuzykami a skalami:

- Składnia – liczba błędów: $U = 131,5$; $p = 0,038$; kobiety muzycy uzyskały ($M = 6,95$; $SD = 8,44$) istotnie niższe wyniki niż kobiety niemuzycy ($M = 14,05$; $SD = 13,82$).
- Test Stroopa – czas próba II: $U = 129$; $p = 0,035$; kobiety muzycy uzyskały ($M = 00:45.08$; $SD = 00:10.12$) istotnie krótsze czasy niż kobiety niemuzycy ($M = 00:52.58$; $SD = 00:10.87$).

Por. Tab. 4.21.

W grupie mężczyzn natomiast zauważa się występowania istotnych statystycznie

różnic pomiędzy muzykami i niemuzykami a skalami:

Prozodia emocjonalna – liczba błędów: $U = 110,5$; $p = 0,009$; muzycy uzyskali ($M = 3,5$; $SD = 1,73$) istotnie niższe wyniki niż niemuzycy ($M = 5,19$; $SD = 2,2$).

Test Stroopa – czas próba I: $U = 114$; $p = 0,012$; muzycy uzyskali ($M = 00:18.43$; $SD = 00:02.83$) istotnie krótsze czasy niż niemuzycy ($M = 00:20.82$; $SD = 00:02.48$).

Test Stroopa – liczba błędów $U = 137,5$; $p = 0,049$; muzycy uzyskali ($M = 0,8$; $SD = 1,11$) istotnie niższe wyniki niż niemuzycy ($M = 1.95$; $SD = 2,46$).

Por. Tab. 4.21.

Tab. 4.22. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs płeć w zależności od grupy badanych

grupa (1-muzycy; 2-niemuzycy)			N	M	Me	SD	U	p
Muzycy	Składnia	kobiety	21	6.95	6.00	8.44	156.50	0.154
		mężczyźni	20	12.25	10.00	13.46		
	Prozodia	kobiety	21	3.86	4.00	2.41	196.50	0.721
		mężczyźni	20	3.50	3.00	1.73		
	Test Stroopa – czas próba I	kobiety	21	00:19.81	00:20.57	00:03.33	157.000	0.167
		mężczyźni	20	00:18.43	00:18.47	00:02.83		
	Test Stroopa – czas próba II	kobiety	21	00:45.08	00:45.11	00:10.12	163.000	0.220
		mężczyźni	20	00:51.02	00:47.41	00:13.79		
	Test Stroopa – liczba błędów	kobiety	21	0.38	0.00	0.74	166.50	0.185
		mężczyźni	20	0.80	0.00	1.11		
Niemuzycy	Składnia	kobiety	20	14.05	12.50	13.82	197.00	0.734
		mężczyźni	21	16.67	13.00	15.79		
	Prozodia	kobiety	20	3.60	3.00	1.90	130.00	0.035
		mężczyźni	21	5.19	5.00	2.20		
	Test Stroopa – czas próba I	kobiety	20	00:20.24	00:20.03	00:02.42	176.000	0.375
		mężczyźni	21	00:20.82	00:21.62	00:02.48		
	Test Stroopa – czas próba II	kobiety	20	00:52.58	00:51.66	00:10.87	190.000	0.602
		mężczyźni	21	00:53.45	00:55.25	00:11.04		
	Test Stroopa – liczba błędów	kobiety	20	0.95	0.50	1.19	151.50	0.110
		mężczyźni	21	1.95	2.00	2.46		

N – liczba badanych; M – wartość średnia; Me – mediana; SD – odchylenie standardowe; U – wynik testu U Manna-Whitneya; p – poziom istotności

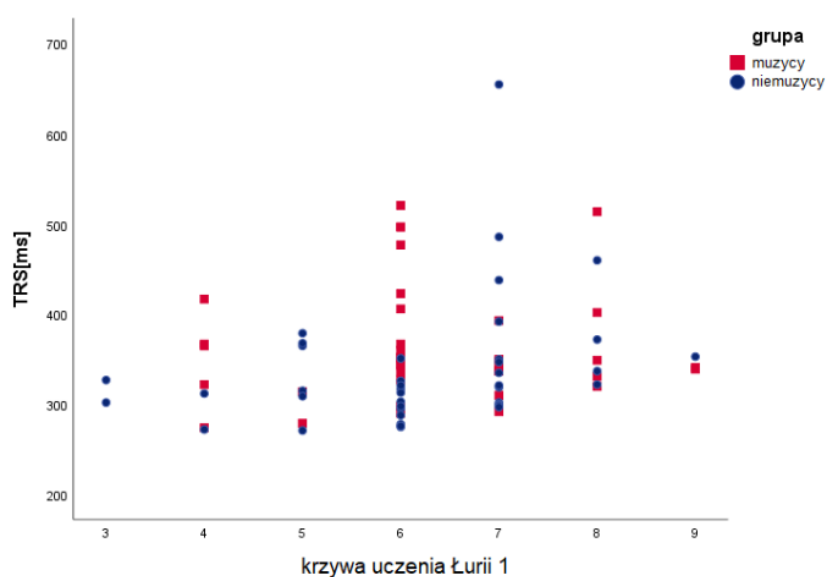
Przeprowadzona analiza nie wykazała występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy analizowanymi skalami a płcią w grupie muzyków ($p > 0,05$). Por. Tab. 4.22.

W grupie niemuzyków zaobserwowano występowanie istotnych statystycznie różnic pomiędzy płcią a wartościami narzędzia prozodia emocjonalna – liczba błędów: $U = 130$; $p = 0,035$. Kobiety uzyskały ($M = 3,6$; $SD = 1,9$) istotnie niższe wyniki od mężczyzn ($M = 5,19$; $SD = 2,2$). Por. Tab. 4.22.

4.8. Korelacje – analiza związków pomiędzy skalami parametrów funkcji słuchowych a wynikami krzywej uczenia Łurii

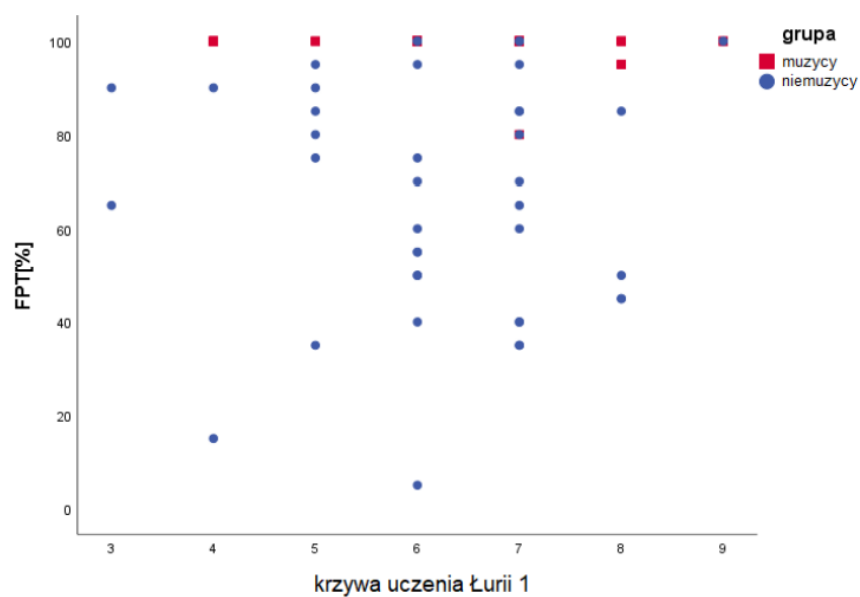
W wyniku przeprowadzonej analizy korelacji rho-Spearmana zaobserwowano występowanie istotnych statystycznie związków pomiędzy:

- TRS[ms] a pierwszym pomiarem krzywej uczenia Łurii: $\rho = 0,385$; $p < 0,05$. Związek ten jest dodatni o umiarkowanej sile i występuje tylko w grupie muzyków. Wskazuje na to, że wraz ze wzrostem poziomu parametru TRS [ms] wzrastają poziomy pierwszego pomiaru krzywej uczenia Łurii.



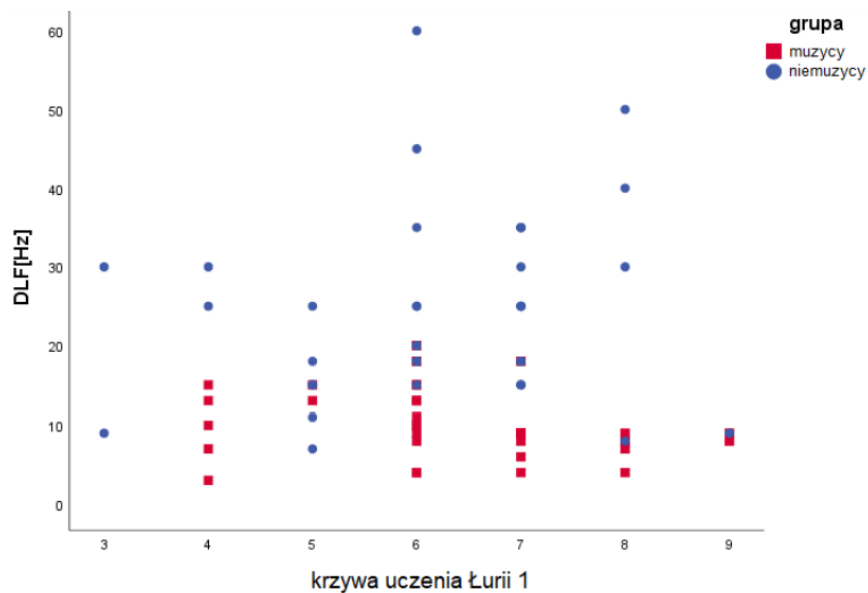
Ryc. 4.36. TRS[ms] vs krzywa uczenia Łurii pomiar pierwszy

- FPT[%] a pierwszym pomiarem krzywej uczenia Łurii: $\rho = -0,335$; $p < 0,05$ oraz trzecim pomiarem krzywej uczenia Łurii: $\rho = -0,339$; $p < 0,05$. Związki te występują tylko w grupie niemuzyków, ich siła jest umiarkowana, a kierunek ujemny. Wskazują, że wraz ze wzrostem poziomu parametru FPT[%] maleją poziomy pierwszego i trzeciego pomiaru krzywej uczenia Łurii.



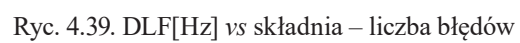
Ryc. 4.37. FPT[%] vs krzywa uczenia Łurii pomiar pierwszy

DLF[Hz] a pierwszym pomiarem krzywej uczenia Łurii: $\rho = -0,376$; $p < 0,05$. Związek ten jest ujemny o umiarkowanej sile i występuje tylko w grupie muzyków. Wskazuje na to, że wraz ze wzrostem poziomu parametru DLF[Hz] maleją poziomy pierwszego pomiaru krzywej uczenia Łurii.



Ryc. 4.38. DLF[Hz] vs krzywa uczenia Łurii pomiar pierwszy

DLF[Hz] a parametrem składnia – liczba błędów: $\rho = 0,360$; $p < 0,05$, w grupie muzyków. Charakteryzuje się on dodatnim kierunkiem o umiarkowanej sile. Wskazuje, że wraz ze wzrostem zmiennej DLF[Hz], wzrasta liczba odpowiedzi w kategorii składnia – liczba błędów.



5. Dyskusja

Ze względu na długotrwałe przebywanie i działanie w środowisku multisensorycznym oraz związaną z tym konieczność sprawnej selekcji informacji, skutecznego przeszukiwania pola percepcyjnego, przedłużenia uwagi skierowanej na bodziec, hamowania niepożądaney reakcji oraz sprawnej przerzutności uwagi wykształcenie muzyczne skłania do badania plastyczności korowej oraz do prowadzenia eksperymentów behawioralnych z udziałem muzyków. Wieloletnia ekspozycja na synchroniczne komponenty słuchowe, motoryczne, wzrokowe, dotykowe, a także emocjonalne prowadzi do przebudowy anatomicznej w odpowiedzialnych za te doświadczenia partiach mózgu (por. Munte i in., 2002; Zimmerman i Lahav, 2012; Herholz i Zatorre, 2012; Lou i in., 2012; Olszewska, 2021; Cheng i in., 2022), co szerzej omówiono w rozdziale pierwszym. Poprawia między innymi łączność między korą czuciową i ruchową. Świadczy o tym zmniejszona aktywacja w pierwszorzędowej korze czuciowo-ruchowej, dodatkowych obszarach ruchowych, przedruchowych i górnych obszarach ciemieniowych zaobserwowana między innymi przez Timo Kringsa i współpracowników (2000) w eksperymencie, w którym pianiści zobowiązani byli do wykonania palcami złożonej sekwencji ruchów w zadaniu niemuzycznym. Owa zmniejszona aktywacja oznacza mniej wysiłku włożonego w ruch palców w wyniku treningu pianistycznego. Behawioralny wpływ zmian korowych na zdolności czuciowe był opisywany w literaturze przedmiotu w odniesieniu do wzroku (np. Chang i in., 2014), dotyku (np. Sims i in., 2015) oraz procesów audytywnych (np. Strait i in., 2010).

W niniejszym badaniu skupiono się na procesach słuchowych a szczególnie centralnego przetwarzania słuchowego z wykorzystaniem behawioralnych testów opracowanych przez APD-Medical, aby zbadać wzorce słuchowe u muzyków i niemuzyków oraz wpływ tych wzorców na kompetencję językową. Centralne przetwarzanie słuchowe (CAP – *central auditory processing*) to szereg procesów w ośrodkowym układzie nerwowym odpowiedzialnych między innymi za lokalizację dźwięku, lateralizację, dyskryminację, świadomość wzorca słuchowego, przetwarzanie słuchowe i wysokościowe, pamięć i uwagę słuchową. W mowie odpowiada za analizę i przetwarzanie cech fonetycznych komunikatu. W ostatnim czasie stanowi zainteresowanie badaczy zwłaszcza w kontekście zaburzeń centralnego przetwarzania słuchowego (CAPD – *central auditory processing disorders*) i związanych z nimi trudności w przyswajaniu mowy i uczeniu się przez dzieci oraz funkcjonowaniu osób

dorosłych. Służą one do oceny pracy obszarów mózgu, takich jak pień, ciało modzełkowe, prawy i lewy płat skroniowy (por. Majak i in., 2004; Akin i in., 2009; Senderski i in., 2016; Karimi i in., 2018; Kahraman, 2021). Badanie centralnego przetwarzania słuchowego może dostarczyć także cennych informacji na temat przetwarzania słuchowego u osób zdrowych.

Do badania wyższych funkcji słuchowych w przedstawionym tu eksperymencie zastosowano: test do badania czasu prostej reakcji na bodziec słuchowy (TRS), adaptacyjny test rozumienia słów w szumie (ASPN-S), adaptacyjny test rozumienia zdań w szumie (ASPN-Z), test rozdzielności sylabowy dla uwagi kierowanej na ucho prawe (CVC UP), test rozdzielności sylabowy dla uwagi kierowanej na ucho lewe (CVC UL), test rozdzielności sylabowy (CVC), test sekwencji częstotliwości (FPT), test różnicowania wysokości dźwięków (DLF). Kompetencję językową – percepcja, rozumienie, przetwarzanie, produkcja – badano za pomocą: krzywej uczenia Łurii, testu fluencji słownej literowej i kategoryjnej, narzędzia testowego do badania kompetencji składniowej (oprac. M. Michalik), narzędzia do badania prozodii emocjonalnej (oprac. własne) oraz testu Stroopa.

5.1. Badanie wyższych funkcji słuchowych

Test do badania czasu prostej reakcji na bodziec jest skutecznym narzędziem do obserwacji mózgowej integracji podstawowych informacji pochodzących od zmysłów. Na czas reakcji składają się: czas rozpoznania i percepcji bodźca, czas decyzji o reakcji oraz czas reakcji właściwej, obejmujący koordynację nerwowo-mięśniową w płycie nerwowo-mięśniowej i czas skurczu mięśni (por. Senderski i in., 2016). W literaturze przedmiotu znajdujemy badania z udziałem muzyków dotyczące reaktywności na bodźce wizualne (np. Brochard i in., 2004; Hughes i Franz, 2007; Strait i in., 2010; Woelfle i Grahm, 2013; Chang i in., 2014; Rodrigues i in., 2014; Anatürk i Jentzsch, 2015), słuchowe (np. Strait i in., 2010; Woelfle i Grahm, 2013) i multisensoryczne – na przykład audio-dotykowe (np. Kuchenbuch i in., 2014; Landry i Champoux, 2017; Sharp, 2019). W większości badań uzyskano lepsze czasy reakcji muzyków w porównaniu do niemuzyków zarówno w badaniach jednomodalnych, jak i wielozmysłowych – muzycy lepiej integrują sygnały pochodzące z różnych zmysłów. Sharp (2019) zaznacza jednak, że literatura, która dotyczy lepszej dyskryminacji audytywnej i audytywno-dotykowej u muzyków wciąż jest nieliczna.

Uzyskane w prezentowanej dysertacji wyniki i analizy statystyczne łącznego czasu reakcji na bodziec akustyczny wykazały, że muzycy ($M = 363,31[\text{ms}]$; $SD = 63,67[\text{ms}]$) na poziomie behawioralnym mają statystycznie mniejszą przewagę w reagowaniu niż niemuzycy ($M = 338,63[\text{ms}]$; $SD = 70,51[\text{ms}]$), $p = 0,012$. Może mieć na to wpływ kilka czynników, które w analizie szczegółowej wykraczającej poza ramy tej pracy mogą mieć znaczenie. Jak wskazuje Tarnowski (2002), takimi istotnymi czynnikami w badaniu czasu reakcji prostej są: wiek – czas reakcji wzrasta wraz z wiekiem i wiąże się z wydłużeniem przewodnictwa, wzmożoną ostrożnością i szczegółową analizą; płeć – mężczyźni reagują szybciej; stopień pobudzenia badanego – im bardziej umiarkowany, tym czas krótszy; zmęczenie oraz doświadczenie. Hirano (2022) zaznacza, że interakcja słuchowo-dotykowa u muzyków i niemuzyków z przewagą dla pierwszej z grup jest bardziej znacząca, gdy do badania używa się złożonego brzmienia, a nie tonu czystego, jak to ma miejsce w prezentowanym badaniu (por. Kitagawa i in., 2005; Occelli i in., 2010). Zaobserwowana korelacja pomiędzy wydłużonym czasem reakcji a lepszymi wynikami w pierwszym pomiarze krzywej uczenia Łurii u muzyków ($\rho = 0,385$; $p < 0,05$) może ponadto sugerować, że muzycy poświęcają więcej czasu na bardziej szczegółową analizę bodźca, co skutkuje lepszymi efektami w procesie uczenia się i zapamiętywania.

Ponieważ żyjemy w środowisku mocno zanieczyszczonym akustycznie (por. Slabbekoorn, 2019; Thompson i in., 2022), w celu selekcji interesującego nas sygnału system słuchowy dostosowuje się do zmiennych warunków odsłuchowych. Właściwe zrozumienie informacji gwarantuje sprawną komunikację. Sieci mózgowe odpowiedzialne za selektywną uwagę wzmacniają odbiór i kodowanie pożądanego sygnału, tłumiąc jednocześnie pozostałe dźwięki, tym samym poprawiając wydajność percepcyjną (por. Strait i Klaus, 2011). Słyszenie w środowisku z wyrazistym tłem akustycznym zależne jest od możliwości systemu słuchowego do odróżnienia sygnału właściwego od konkurencyjnego sygnału wejściowego. Ludzie rzadko komunikują się w optymalnym środowisku słuchowym, jednak pomimo hałasu lub szumu w tle, są wyjątkowo sprawni w izolowaniu pożądanej informacji z krajobrazu dźwiękowego. Uważa się, że kluczowym mechanizmem leżącym u podstaw dokładnej percepcji w hałasie jest zdolność układu słuchowego do wydobywania regularności z trwającego sygnału akustycznego (Chandrasekaran i in., 2009; Winkler i in., 2009).

Badanie percepcji bodźca akustycznego w hałasie, także wpływu wykształcenia muzycznego na umiejętność segregacji i dyskryminacji dźwięków z otoczenia, stanowi

zainteresowanie wielu badaczy (Bidelman i Krishnan, 2010; Parbery-Clark i in., 2011; Anaya i in., 2016; Clayton i in., 2016; Du i Zatorre, 2017; Mankel i Bidelman, 2018; Coffey i in., 2017; Zhang, 2019; Bidelman i Yoo, 2020; Kaplan, 2021). W eksperymentach z zastosowaniem selekcji bodźca akustycznego przykrytego szumem w wielu przypadkach muzycy osiągalili lepsze wyniki od niemuzyków. Wykazywali jednocześnie lepsze umiejętności w zakresie pamięci roboczej i uwagi. W badaniach Mankela i Bidelmana (2018) przewaga u muzyków ograniczała się do bardziej złożonych zadań językowych, obejmujących rozpoznawanie na poziomie maskowania mowy na mowę, podczas gdy nie zaobserwowano różnic w maskowaniu bez użycia mowy – hałas na ton. Sugeruje to, że przewaga muzyków ogranicza się do przypadków, w których zakłócenia mają charakter językowy. W badaniach Mankela i Bidelmana jest ona jednak niewielka (kilka dB SNR). Według badaczy lepsze przetwarzanie mowy w szumie może być związane z wrodzonymi predyspozycjami słuchowymi niezależnymi od edukacji muzycznej lub doświadczenia muzycznego.

Podczas gdy w wyżej wymienionych badaniach udało się zaobserwować przewagę muzyków w rozpoznawaniu mowy w hałasie, inni badacze uzyskali odmienne wyniki (por. Boebinger i in., 2015; Madsen i in., 2017; Ruggles i in., 2014; Yeend i in., 2017; Mussoi, 2021). Na przykład Boebinger i współpracownicy (2015) wykazali, że muzycy sprawniej rozwiązywali zadania związane z dyskryminacją częstotliwości niż niemuzycy, co nie przekładało się jednak na lepszą percepcję mowy w hałasie. Ruggles i współpracownicy zaś (2014) zaobserwowali, że muzycy wprawdzie uzyskiwali lepsze wyniki w rozróżnianiu wysokości tonu, ale nie mieli przewagi w rozumieniu zdań. Odkrycia te skłoniły niektórych badaczy do wniosku, że podstawę korzyści słuchowych muzyków stanowi głównie wypracowana umiejętność dyskryminacji wysokości dźwięku (Fuller i in., 2014). Zdecydowanie lepsze, istotne statystycznie wyniki w zakresie dyskryminacji częstotliwości sygnału oraz różnicowania wysokości dźwięku w grupie muzyków uzyskano także w prezentowanych w tej dysertacji badaniach – FPT¹⁹: muzycy uzyskali istotnie wyższe wyniki od osób niebędących muzykami ($p < 0,001$); DLF²⁰: muzycy uzyskali istotnie niższe wyniki od osób niebędących muzykami ($p < 0,001$). Ciekawa wydaje się także zależność w grupie niemuzyków, gdzie wraz ze wzrostem parametru FPT – czyli trudnościami w rozpoznaniu sekwencji wysokościowych – maleją poziomy

¹⁹ FPT [%] (*frequency pattern test*) – test sekwencji częstotliwości. Wynik testu to odsetek prawidłowo powtórzonych sekwencji dźwięków o różnej wysokości.

²⁰ DLF[Hz] (*adaptive auditory discrimination test*) – test różnicowania wysokości dźwięków. Wynik testu to najmniejsza wykrywana zmiana wysokości dźwięku. Im niższy wynik, tym czulszy słuch.

pierwszego i trzeciego pomiaru krzywej uczenia Łurii. Może to sugerować, że wraz ze słabą umiejętnością różnicowania częstotliwości koreluje zdolność zapamiętywania słów, które składają się przecież z sekwencji fonemów o różnej częstotliwości. Z kolei w grupie muzyków wraz ze wzrostem parametru DLF, czyli osłabieniem wrażliwości słuchowej, maleją poziomy pierwszego pomiaru krzywej uczenia Łurii, czyli zdolność zachowania w pamięci słów w pierwszej próbie, co może skłaniać do wniosku, że werbalna pamięć słuchowa może zależeć od umiejętności rozpoznawania dyskretnego charakteru wysokości muzycznej. Zarówno pierwsza, jak i druga hipoteza wymagają jednak dodatkowych, szczegółowych badań i wnikliwych analiz.

Powracając do kwestii rozpoznawania mowy w szumie, można stwierdzić, że przegląd literatury dotyczącej badań wśród muzyków i niemuzyków odnośnie do rozumienia mowy w hałasie i ewentualnej przewagi osób wykształconych muzycznie, nie skłania do jednoznacznych wniosków. Również w niniejszym badaniu z użyciem adaptacyjnego testu rozumienia słów i zdań w szumie (ASPN-S i ASPN-Z) nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy muzykami a niemuzykami (ASPN-S: $p = 0,091$ i ASPN-Z: $p = 0,901$), choć w teście ASPN-S wynik jest bliski istotności statystycznej na korzyść muzyków, co może sugerować, że w przypadku zaostrezenia kryteriów eksperymentu lub/i zwiększenia wielkości próby, mógłby ulec zmianie.

Wzrost zainteresowania problematyką audiologiczną i dynamiczny rozwój tej dziedziny w ostatnich dziesięcioleciach sprawił, że coraz częściej stosowane są w diagnozie centralnego przetwarzania słuchowego testy rozdzielności słyszenia, tzw. testy dychotyczne. Słuchanie dychotyczne następuje wtedy, gdy bodźce słuchowe podawane są do obu uszu jednocześnie. Separacja uszna zaś polega na kierowaniu uwagi na jedno ucho przy jednoczesnym ignorowaniu sygnału z ucha przeciwnego. Testy dychotyczne są szeroko stosowane w badaniach eksperymentalnych i praktyce klinicznej w celu określenia dojrzałości drogi słuchowej, lateralizacji półkulowej dla mowy, zmian czynnościowych, separacji usznej, selektywnej uwagi słuchowej oraz transferu między-półkulowego złożonych informacji audytywnych (por. Moncrieff i Wildon, 2009).

Na gruncie nauki polskiej problemem lateralizacji słuchowej w diagnozie i terapii zajmują się między innymi Zdzisław Marek Kurkowski (2018), Andrzej Senderski (2016), Olga Przybyła (2017), Katarzyna Brzezinka (2016). W literaturze przedmiotu znajdujemy również pozycje, w których przedstawiono badania lateralizacji słuchowej mowy u muzyków i niemuzyków (por. Spajdel i in., 2007; Bever i in., 2009; Sebastiani i Castellani, 2016; Jędrzejczyk i in., 2021; Krzyżak, 2021; Prakash i in., 2022).

Lateralizacja związana jest bezpośrednio z problematyką uwagi słuchowej i pamięci roboczej. Patel (2014) zaznacza, że trening muzyczny może mieć wpływ na integrację międzypółkulową, wzmocnienie sieci odpowiedzialnych za przetwarzanie muzyki i mowy oraz polepszyć uwagę słuchową i słuchową pamięć werbalną, czego dowiódł między innymi Besson ze swoimi współpracownikami (Besson i in., 2011). Choć mowa przetwarzana jest w większej mierze przez lewą półkulę we współpracy z zasobami neuronowymi półkuli prawej, zainteresowaniem badaczy jest, na ile wykształcenie muzyczne poprawia integrację międzypółkulową i zwiększa udział półkuli prawej w procesach językowych. L. Sebastiani i E. Castellani (2016), w wyniku swoich badań z zastosowaniem słów i pseudosłów uznały, że tzw. przewaga ucha prawego (REA – *right-ear advantage*) odzwierciedlająca dominację lewej półkuli w przetwarzaniu mowy u muzyków jest mniej widoczna. Wykazały, że muzycy percypują słowa w dużej mierze obuuszenie, uznając, że w przypadku osób kształconych muzycznie obie półkule mogą mieć podobne kompetencje werbalne, a trening muzyczny obustronnie wzmacnia obwody neuronalne odpowiedzialne za przetwarzanie bodźców o cechach językowych (fonetycznych) niezależnie od semantyki. Spajdel i współpracownicy (2007) w obu grupach muzyków i niemuzyków zaobserwowali przewagę lewego ucha dla bodźców niewerbalnych i prawego dla bodźców werbalnych, przy czym u mężczyzn muzyków zaobserwowano mniejszą dysproporcję w odpowiedziach z ucha lewego i prawego, podczas gdy u kobiet przewaga prawouszna była bardziej wyraźna. W badaniu tym nie wykazano jednak znaczących różnic pomiędzy grupami w teście dychotycznym. Podobnie w badaniach Jędrzejczyka i współpracowników (2021) nie zaobserwowano różnic w teście rozdzielności słyszenia, choć muzycy generalnie podawali więcej poprawnych odpowiedzi zarówno dla ucha lewego, jak i prawego. W badaniu uwagi selektywnej, w przypadku konkretnego tzw. warunku uwagowego – uwaga kierowana na ucho prawe lub lewe – muzycy okazali się lepsi od niemuzyków. Podobnie w badaniach selektywnej uwagi poczynionych na użytek tej dysertacji w testach rozdzielności sylabowych dla uwagi kierowanej na ucho prawe i lewe (CVC-P, CVC-L) muzycy byli istotnie bardziej uważni niż niemuzycy zarówno w przypadku sylab podawanych do ucha prawego, jak i lewego CVC UP: $p < 0,001$, CVC UL: $p < 0,001$. Zaprezentowane w tej pracy badania z zastosowaniem testu rozdzielności sylabowego CVC (CVC – *consonant-vowel-consonant*), podobnie jak w badaniach Spajdela i Jędrzejczyka, nie wykazały znaczących różnic w związku z przynależnością do grupy badawczej i kontrolnej ($p = 0,457$). Wykazano jednak w grupie muzyków istotne związki pomiędzy płcią a rodzajem ucha dominującego ($p = 0,02$). U kobiet stwierdzono przewagę ucha pra-

wego dla mowy – 18 (90%) osób, przy czym u 2 (10%) przeważa ucho lewe. W grupie mężczyzn zaś 13 (68,4%) jest prawousznych, aż 5 (26,3%) jest obuusznych, a u 1 osoby dominuje ucho lewe (5,3%). Analiza nie wykazała występowania istotnych statystycznie związków pomiędzy rodzajem ucha dominującego a płcią w grupie niemuzyków ($p = 0,17$). W analizie wyników testów w warunkach uwagi selektywnej w odniesieniu do płci zarówno kobiety muzycy, jak i mężczyźni muzycy uzyskiwali istotnie statystycznie lepsze wyniki od kobiet i mężczyzn niemuzyków (kobiety – CVC UP: $p = 0,004$, CVC UL: $p = 0,002$; mężczyźni – CVC UP: $p = 0,002$, CVC UL: $p = 0,002$). Wyniki sugerują zatem specyficzny, zależny od płci wpływ edukacji i praktyki muzycznej na lateralizację fonologicznego przetwarzania słuchowego. Korespondują one z rezultatami badań uzyskanych przez Spajdela, ale także wskazują na duży udział prawej półkuli w przetwarzaniu słuchowym mowy, czego dowiodły L. Sebastiani i E. Castellani.

5.2. Badanie kompetencji językowej

Choć w prezentowanej pracy w centrum zainteresowania znajdują się szczególnie badanie fluencji semantycznej i kompetencji składniowej, uzupełniono je badaniami, które umożliwiają szersze spojrzenie na kompetencję językową i procesy, od których jest zależna.

Krzywa uczenia Łurii i test Stroopa to narzędzia od dawna powszechnie stosowane w diagnostyce neuropsychologicznej, psychiatrycznej i neurologopedycznej (por. Barbarotto, 1998; Rankin, 2000; Teichner i in., 2001; Gillberg i in., 2007; Starowicz i in., 2009; Talarowska i in., 2009; Nowacka i in., 2013; Siuda i in., 2014; Kovalkova i in., 2016; Veleva i in., 2022). Służą do oceny procesów językowych oraz funkcji wykonawczych kontrolujących uwagę, odpowiedzialnych za elastyczność poznawczą i uczenie się, przetwarzanie informacji, pamięć a także planowanie i hamowanie niepożądanych reakcji (por. Anderson, 2002). Hamowanie, pamięć operacyjna, elastyczność poznawcza należą do tak zwanych funkcji podstawowych lub niższego rzędu. Rozumowanie, planowanie i działanie w kierunku rozwiązania problemu stanowią funkcje wyższego stopnia lub inaczej wyższego rzędu (por. Diamond, 2013). Łączą się one z wieloma innymi procesami poznawczymi, takimi jak pamięć proceduralna, emocjonalna czy długotrwała, które to wraz z procesem starzenia mogą wiązać się z pewnymi deficytami (por. Pąchal-ska, 2008).

W zaprezentowanych tutaj badaniach wyniki krzywej uczenia Łurii oraz testu Stroopa prowadzą do ciekawych obserwacji dotyczących hamowania, pamięci roboczej,

uwagi (natężenia, trwałości, przerzutności) i pamięci wzrokowej oraz werbalnej bezpośredniej i odroczonej, efektywności procesów uczenia się oraz szybkości przetwarzania u muzyków i niemuzyków, kobiet i mężczyzn. Klasyczną procedurę krzywej uczenia Łurii uzupełniono o pytanie dotyczące stosowania strategii podczas wykonywania zadania – uzyskano dzięki temu interesujące wyniki umożliwiające szersze spojrzenia na omawiane w tej pracy problemy badawcze.

Istotnie lepsze wyniki w grupie muzyków w trzecim i piątym pomiarze krzywej uczenia Łurii, po dystraktorze ($p = 0,015$, $p = 0,033$, $p = 0,028$) oraz w pomiarze pojemności magazynu pamięci oraz trwałości śladu pamięciowego ($p = 0,028$, $p = 0,048$) świadczą o umiejętności bardziej efektywnego uczenia się i sprawniej przebiegających procesach pamięciowych zarówno w odniesieniu do pamięci operacyjnej, jak i odroczonej. Muzycy uczą się szybciej, więcej zapamiętują z prezentowanego materiału werbalnego i dłużej utrzymują w pamięci (por. Fennell, 2021). Nie bez znaczenia jest tutaj zdecydowanie częstsze u muzyków stosowanie strategii zapamiętywania (83% do 47%). Wśród stosowanych strategii badani wskazywali dwie kategorie: zwracanie uwagi na melodyczno-rytmiczną organizację sekwencji słownej oraz stosowanie skojarzeń i związków przyczynowo-skutkowych. Owa wrażliwość na suprasegmentalne cechy języka: organizacja rytmiczna, intonacja i melodia języka cechuje grupę muzyków, a stosowanie tej strategii jest bez wątpienia dowodem przenoszenia wypracowanych w praktyce muzycznej wzorców zapamiętywania na płaszczyznę percepcji i przetwarzania językowego. Niemuzycy, stosując strategię, posilkowali się w zapamiętaniu głównie skojarzeniami i związkami przyczynowo-skutkowych (47% skojarzenia do 6% strategia melodyczno-rytmiczna).

W teście Stroopa zarówno w pierwszej, jak i drugiej próbie oraz w liczbie popełnianych błędów muzycy również wypadali znacząco lepiej od niemuzyków ($p = 0,031$, $p = 0,020$, $p = 0,009$), co świadczy o sprawniejszym funkcjonowaniu werbalnej pamięci operacyjnej, bardziej efektywnych procesach uwagowych, szczególnie w sytuacji wymagającej hamowania nawykowej reakcji i sprawniejszej przerzutności z jednego na drugie kryterium reagowania. Wyniki te są zgodne z doniesieniami w literaturze przedmiotu o roli modulacji systemów sensorycznych w wyniku kształcenia muzycznego. Andréanne Sharp i współpracownicy (2019) zaznaczają, że dane te poparte są wynikami zadań behawioralnych, w których muzycy reagowali szybciej na bodźce wzrokowe i słuchowe a bardziej złożone zadania wymagały mniejszej uwagi niż u niemuzyków. Dana Strait i Nina Klaus (2011) zaznaczają z kolei, że muzyczny trening słuchowy wpływa

korzystnie na mechanizmy korowe leżące u podstaw selektywnej uwagi w procesach językowych. Oceńiły jej wpływ na zmienność odpowiedzi w korze słuchowej u muzyków i niemuzyków i doszły do wniosku, że wzmocnione sieci neuronalne odpowiedzialne za selektywną uwagę wykazują zmniejszoną zmienność odpowiedzi przedczołowej u muzyków. Oznacza to mniej wysiłku włożonego w przetwarzanie bodźców wymagających uwagi i tym samym bardziej skuteczne działanie. Efektywność neuronalna muzyków w zakresie selektywnego angażowania i utrzymywania uwagi słuchowej na bodźcach językowych wskazuje na potencjalną korzyść z muzyki dla treningu słuchowego. Biorąc pod uwagę znaczenie uwagi słuchowej dla rozwoju języka i kompetencji językowej, trening muzyczny może mieć istotne znaczenie w zapobieganiu, rehabilitacji i leczeniu osób z trudnościami w uczeniu się oraz szerokim spektrum zaburzeń językowych i słuchowych (Strait i Klaus, 2011). W literaturze pojawia się coraz więcej badań, które dowodzą lepszych zdolności poznawczych u muzyków w zakresie pamięci roboczej (Biedleman i in., 2013; Talamini i in., 2016; Roden i in., 2014; Zuk i in., 2014; Yoo i Bidelman, 2019; Yurgil i in., 2020; Fennell i in., 2021), kontroli poznawczej (Pallesen i in., 2010), a także funkcji wykonawczych i inteligencji (Bugos i in., 2007; Degé i in., 2011; Moreno i in., 2011). Roden z zespołem badaczy (2014) przebadali dzieci, które poddano cotygodniowemu kształceniu muzycznemu, i dowiedli, że trening taki poprawia wydajność przetwarzania słuchowego, zwłaszcza w zadaniach z wykorzystaniem pętli fonologicznej, za pomocą której mierzy się zdolność przechowywania i manipulowania informacjami werbalno-dźwiękowymi. Wyniki badań sugerują, że systematyczna ekspozycja na wzorce dźwiękowe oraz doświadczenie w ich przetwarzaniu poprawia nie tylko słuchowe, ale także ogólne umiejętności analityczne. Badania z udziałem dorosłych i dzieci przeprowadzili także Jennifer Zuk i współpracownicy (2014). Oprócz zastosowania u muzyków i niemuzyków baterii do analizy funkcji poznawczych, za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) zbadano także ich neuronalne korelaty. W wyniku badań wykazano, że dorośli muzycy osiągnęli lepsze od niemuzyków wyniki w zakresie elastyczności poznawczej, pamięci roboczej i fluencji słownej. U dzieci szkolonych muzycznie zaś zaobserwowano szybsze przetwarzanie, lepsze wyniki w pomiarach płynności werbalnej oraz zwiększoną aktywację w polach przedruchowych i dodatkowych polach ruchowych (SMA – *supplementary motor area*) oraz brzuszno-bocznej korze przedczołowej po stronie prawej (VLPFC – *ventrolateral prefrontal cortex*) podczas zadań wymagających stosowania reguł oraz przełączania się z jednej aktywności na drugą.

W prezentowanych badaniach krzywa uczenia Łurii oraz test Stroopa analizowane w zależności od płci również przyniosły interesujące wyniki. Wartości w drugiej, trzeciej, czwartej próbie, po dystraktorze ($p = 0,024$, $p = 0,00$, $p = 0,033$, $p = 0,003$) i w badaniu trwałości śladu pamięciowego ($p = 0,002$) były istotnie wyższe u kobiet niż u mężczyzn. Także w teście Stroopa kobiety popełniały istotnie mniej błędów niż mężczyźni ($p = 0,037$), co świadczy o lepszym kierowaniu uwagą, choć nie wykonywały zadania szybciej od mężczyzn ani w pierwszej, ani w drugiej próbie.

W grupie muzyków w zależności od płci zaobserwowano występowanie istotnych statystycznie różnic tylko w trzecim pomiarze krzywej uczenia Łurii ($p = 0,024$) – kobiety muzycy osiągnęły istotnie wyższe wyniki od mężczyzn muzyków. W grupie niemuzyków zaś wyniki kształtują się podobnie jak dla ogółu kobiet i mężczyzn – kobiety statystycznie lepiej wypadają od mężczyzn w trzecim i piątym pomiarze ($p = 0,001$, $p = 0,024$), po dystraktorze ($p = 0,002$) oraz w badaniu trwałości śladu pamięciowego ($p = 0,001$).

Badania te wskazują zdecydowanie na korzyść edukacji muzycznej, zwłaszcza kiedy dotyczy to mężczyzn – wyniki kobiet i mężczyzn muzyków są zbliżone, podczas gdy porównanie mężczyzn muzyków i niemuzyków wypada zdecydowanie na korzyść tych pierwszych. Muzycy mężczyźni osiągnęli istotnie statystycznie lepsze wyniki w piątym pomiarze ($p = 0,007$) oraz po dystraktorze ($p = 0,016$) i w badaniu trwałości śladu pamięciowego ($p = 0,017$). W teście Stroopa istotnie krótsze czasy uzyskiwali w pierwszym pomiarze ($p = 0,012$) oraz popełniali zdecydowanie mniej błędów w próbie wymagającej przerzutności uwagi ($p = 0,049$).

Przewaga kobiet w zaprezentowanych eksperymentach może wynikać nie tylko z wzmiankowanego w literaturze odmiennego modelu neuronalnego przetwarzania (por. Halari i in., 2006; Gauthier i in., 2009; Garn i in., 2009), ale także z faktu, że zdecydowanie częściej od mężczyzn stosują strategie w zapamiętywaniu materiału werbalnego (80% – 51%).

Uzyskane wyniki dotyczące różnic płciowych w operacjach językowych zbliżone są do danych prezentowanych w literaturze. O przewadze kobiet w zakresie płynności werbalnej, doboru słów oraz szybkości wypowiedzania się informowała już Doreen Kimura (1983). W nowszych doniesieniach zarówno Riccardo Barbarotto i współpracownicy (1998), jak i Jing Hua Zhao i współpracownicy (2005) podkreślają, że w zakresie pamięci krótkotrwałej oraz fluencji słownej kobiety osiągają przewagę nad mężczyznami. W doświadczeniach R. Barbarotto (1998) kobiety istotnie lepiej od mężczyzn wypadały

także w teście Stroppa zarówno w próbach pierwszej i drugiej, jak i odnośnie do liczby popełnianych błędów. Lepszą pamięć werbalną prezentowały także w badaniach Marji Arsten i współpracowników (2004), z kolei nie obserwowano różnic płciowych w szybkości i jakości przetwarzania informacji niewerbalnych. Również Monika Talarowska (2009) zaznacza, że kobiety mają istotną przewagę w funkcjonowaniu poznawczym także w wieku późniejszym, choć nie bez znaczenia są tutaj takie czynniki, jak wykształcenie i miejsce zamieszkania. W konsekwencji przeprowadzonych badań Rozmin Halari i współpracownicy (2006) uważają, że choć kobiety osiągają lepsze wyniki w testach wymagających operacji werbalnych, mężczyźni przodują w zadaniach wymagających elastyczności poznawczej i wyobraźni przestrzennej (za: Talarowska, 2009). Do podobnych wniosków doszli David Miller i Diane Halpern (2014) – w prezentowanym przez nich badaniu kobiety osiągały lepsze wyniki niż mężczyźni w zakresie pamięci twarzy, epizodycznej i werbalnej oraz fluencji słownej, podczas gdy mężczyźni radzili sobie lepiej w zadaniach wymagających zdolności wzrokowo-przestrzennych.

Badanie płynności werbalnej zwanej także fluencją słowną polega na spontanicznym wypowiadaniu słów zgodnie z określonym kryterium w odpowiednim czasie. Wskaźnikiem wykonania jest liczba słów podanych zgodnie z kryterium określonym w instrukcji zadania. Najczęściej stosuje się dwie techniki: badanie płynności słownej (FF – *phonemic fluency*), zwanej także formalną, ortograficzną, fonemiczną lub literową oraz płynności semantycznej (FS – *semantic fluency*), zwanej kategorialną. Fluencja słowna stanowi wskaźnik funkcji wykonawczych, a ściślej sprawności językowej i artykulacyjnej mowy, w kontekście psycholingwistycznym zaś umożliwia badanie struktury języka, zwłaszcza w warstwie semantycznej, dając wgląd w słownik umysłowy oraz umożliwiając ocenę strategii dochodzenia do treści i znaczenia danego słowa (por. Kurcz 2005). Emilia Łojek i Joanna Stańczak (2005), próbując stworzyć definicję fluencji, uznały, że jest to sprawność, z jaką tworzy się, planuje oraz wykonuje sekwencję nieautomatyzowanych czynności określonego rodzaju w ograniczonym czasie i odnosi się ona do różnych procesów psychicznych, jakimi są między innymi płynność słowna, niewerbalna, konstrukcyjna, ruchowa (za: Szepietowska i Gawda, 2011, s. 9). W przytoczonych wcześniej badaniach z udziałem muzyków i niemuzyków w wielu przypadkach wykazano, że muzycy osiągalili lepsze wyniki w badaniach funkcji wykonawczych, także w zakresie płynności słownej. W prezentowanych tutaj analizach nie zaobserwowano znaczących różnic w ilości podawanych słów we fluencji literowej czy semantycznej, jednak w kategoriach o rzadszej częstotliwości występowania, tym samym trudniejszej

do zaktualizowania (litera A, przedmioty ostre) u muzyków zaobserwowano mniej powtórzeń, co świadczy o lepszych procesach pamięciowych i sprawniejszym procesie aktualizacji słów. W wyniku przeprowadzonych analiz nie zaobserwowano występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy skalami fluencji słownej a płcią, jednak kobiety muzycy w porównaniu z kobietami niemuzykami mają zdecydowanie mniej powtórzeń w kilku kategoriach (litera A – $p = 0,003$, przedmioty ostre – $p = 0,016$, rośliny – $p = 0,008$). Z kolei w grupie mężczyzn w kategorii literowej A muzycy uzyskali istotnie statystycznie lepsze wyniki od niemuzyków ($p = 0,013$). Brak różnic między kobietami a mężczyznami w grupie muzyków skłania również do wniosku, że wykształcenie muzyczne poprawia u mężczyzn funkcjonowanie poznawcze także na płaszczyźnie semantycznej. W grupie niemuzyków kobiety osiągnęły zdecydowanie lepsze wyniki od mężczyzn w kategorii przedmioty ostre – $p = 0,044$, co w pewnym stopniu potwierdza przewagę kobiet w kontekście przetwarzania i płynności semantycznej, o czym wspomniano wcześniej.

Wyniki uzyskane w badaniu fluencji słownej nie wskazują na zdecydowaną przewagę muzyków w zakresie kompetencji semantycznej. Są dość niejednorodne. Ponieważ badano tylko liczbę odpowiedzi w poszczególnych kategoriach, być może analiza rodzajów i liczby klasterów²¹ oraz przełączeń²², asocjacji i frekwencji wyrazów w odpowiedziach, mogłaby dać bardziej interesujące wyniki w obu grupach i stanowić materiał do ciekawych porównań językoznawczych.

O znaczeniu badania kompetencji składniowej w procesie diagnostycznym pisało bardziej szczegółowo w drugim rozdziale tej pracy. Bez wątpienia działanie mechanizmu układania elementów językowych (por. Mecner, 2005, Michalik, 2011), który realizuje się między innymi w aktach mowy, oraz zaburzenie jego funkcjonowania świadczą o kompetencji językowej jednostki. Zarówno muzyka, jak i język opierają się na systemie składniowym, wykorzystując złożone sekwencje o hierarchicznej strukturze w oparciu o normy strukturalne. Pozwala to słuchaczom zrozumieć rolę tonów lub słów

²¹ Klaster – ugrupowania, skupienia wyrazów. Wyróżnia się: klaster fonemiczne FF (zgodne z typem zadania): progresywne – druga litera w sylabie, to kolejna z alfabetu, np. abażur, aceton – homonimy lub wyrazy o tej samej początkowej lub końcowej sylabie; klaster fonemiczne FS (niezgodne z typem zadania): klaster tworzy nazwę o tej samej sylabie początkowej, np. kura, kumak, kuropatwa; klaster semantyczny FF (zgodne z typem zadania): egzemplarze z tej samej podklasy, np. w kategorii zwierzęta – kura, gołąb, orzeł; klaster semantyczny FS (niezgodne z typem zadania): pojęcia grupowane według kryterium semantycznego, np. w zadaniu „słowa na literę K” – kura, klacz, kogut (za: Szepietowska i Gawda, 2011, s. 13)

²² Przełączenia – przejścia między grupami wyrazów (ibidem).

w rozwijającej się melodii lub zdaniu (por. Kunert i in., 2015).

Wyniki licznych badań wskazują na wykorzystywanie tożsamyh lub częściowo tożsamyh zasobów neuronalnych zaangażowanych w przetwarzanie składni języka i muzyki (por. Patel, 2003; Koelsh i in., 2005, 2007; Sammler i in., 2011; Kunert i in., 2015; Chiang i in., 2018).

Richard Kunert ze współpracownikami (2015) chcąc dostarczyć anatomicznych dowodów nakładania się aktywności mózgowej związanej z muzycznym i językowym przetwarzaniem składni, zbadali za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) osoby w trakcie śpiewania. Dowiedli, że przetwarzanie składni muzycznej (harmonii) i składni językowej oddziałują na siebie w ośrodku Broki, w lewym dolnym zakręcie czołowym, co sugeruje, że muzyka i język mają wspólne mechanizmy integracji składniowej. Do podobnych wniosków doszli Jeffrey N. Chiang i współpracownicy (2018), którzy badając odpowiedź metaboliczną mózgu u muzyków, gdy generowali nieustrukturalizowane i ustrukturalizowane sekwencje językowe i muzyczne, uzyskali odpowiedź w ośrodku Broki. Sugeruje to, że obszar ten może działać supramodalnie w obu domenach. Daniela Sammler ze współpracownikami (2011) zaś w badaniu EEG dokonali pomiaru wczesnych potencjałów wywołanych błędami składniowymi w muzyce i języku. Pozyskane wyniki wskazywały na częściowe nakładanie się źródeł fal w obustronnym górnym zakręcie skroniowym oraz w mniejszym stopniu w lewym dolnym zakręcie czołowym, czyli w ośrodku Broki. Badacze zakwalifikowali te obszary jako wspólne anatomiczne podłoże wczesnego wykrywania błędów składniowych w języku i muzyce.

Do ciekawych wniosków doszli także Robert Slevc ze współpracownikami (2009), w eksperymencie, w którym łączono zadania słowno-muzyczne – uczestnicy we własnym tempie czytali zdania, a każdemu fragmentowi zdania towarzyszyła sekwencja akordów. Gdy w zadaniu pojawiały się nieoczekiwane strukturalnie słowa powodujące trudności w przetwarzaniu składniowym, połączone z nieoczekiwanymi harmonicznymi akordami, badacze obserwowali u uczestników wzmocniony efekt „ślepej uliczki”²³. Nie

²³ Efekt „ślepej uliczki” obserwuje się w badaniach z użyciem zdania „ślepej uliczki” (*garden-path sentence*), czyli zdania dwuznacznego syntaktycznie. Analizując treść zdania, słuchacz dokonuje wstępnej interpretacji sensu, ostatecznie przekonując się, że popełnia błąd interpretacyjny. Zdań „ślepej uliczki” używa się często w badaniach psycholingwistycznych, gdyż umożliwiają weryfikację konkurencyjnych modeli procesu rozbioru zdania. W badaniach z zastosowaniem zdania „ślepej uliczki” mierzy się czas potrzebny na udzielenie odpowiedzi oraz stopień subiektywnej oceny osoby badanej co do słuszności swojego sądu. Dzięki temu można analizować ukryte procesy logiczno-gramatycznego rozbioru zdania (za:

obserwowano takiej interakcji, gdy naruszona została warstwa semantyczna lub brzmieniowa, co dowodzi, że muzyka i język czerpią z tych samych zasobów integrowania elementów struktury składniowej, niekoniecznie zaś odnośnie do przetwarzania struktury semantycznej.

Prezentowane w tej pracy badanie kompetencji składniowej dotyczyło odmiany przez liczbę, czas i osobę pseudoczasowników zgodnie z trzema paradygmatami odmiany czasownika w języku polskim. Badano zarówno sprawność procesów automatyzacji składniowej, jak i umiejętność dostosowania się do wzorca. Wynik stanowi liczba błędów, czyli odchylenie od odmiany normatywnej. W badaniu muzycy uzyskali istotnie niższe wyniki niż niemuzycy ($p = 0,034$), czyli popełniali zdecydowanie mniej błędów. Istotne różnice zaobserwowano także w grupie kobiet, gdzie kobiety muzycy osiągnęły przewagę nad kobietami niemuzykami ($p = 0,038$). Przeprowadzona analiza nie wykazała występowania istotnych statystycznie różnic pomiędzy analizowaną skalą a mężczyznami i kobietami. Pozyskane wyniki świadczą o tym, że wykształcenie muzyczne ma znaczący wpływ na kompetencję składniową, a w związku z tym usprawnia działanie mechanizmu układania elementów językowych.

W prezentowanym badaniu dokonano jedynie analizy ilościowej pozyskanych danych. Analiza jakościowa popełnianych błędów prawdopodobnie mogłaby zaowocować większą ilością interesujących spostrzeżeń i ciekawych wniosków. Wykracza to jednak poza ramy tej pracy.

Prozodia, czyli ogół właściwości brzmieniowych mowy, dotyczy takich elementów, jak akcent, czas trwania sylab lub głosek oraz intonacja charakterystyczna dla typu zdania. Prozodią emocjonalną lub afektywną zwykło się nazywać taki rodzaj komunikacji akustycznej, w której intencja emocjonalna przekazana jest za pomocą modulacji głosu.

Kompetencje prozodyczne bez wątpienia mają znaczenie w procesie percepcji i ekspresji mowy, a rozwój percepcji prozodii w ontogenezie łączy się z rozwojem muzycznym, co potwierdza się w badaniach nad rozwojem muzycznym i prozodycznym (za: Karpiński, Podlipniak, Wysocka, 2020). Dojrzewanie zaś wiąże się bezpośrednio z rozwojem i doskonaleniem funkcji w sieciach neuronowych wspomagających przetwarzanie informacji emocywnej i odpowiedzialnych za kompetencje społeczne (por. Wysocka, 2012, Morningstar, 2022).

W przekazywaniu emocji mowa i muzyka wykorzystują te same lub podobne elementy akustyczne, takie jak barwa dźwięku, wysokość, natężenie oraz przetwarzanie czasowe składowych muzycznych w muzyce czy akustycznych w mowie (Patel, 2003;

Nęcka, E., Orzechowski, J., Szymura, B. (2020). *Psychologia poznawcza*, wyd. PWN, s. 593).

Besson i in., 2007, 2011; Chartrand i in.; 2008; Park i in., 2014, 2015). Owe podobieństwa skłoniły badaczy do wysnucia hipotezy wspólnego emocjonalnego protojęzyka dla muzyki i mowy (Thompson i in., 2012; Żywicznyński, 2020).

Silne związki między muzyką a mową w procesie przetwarzania emocji zaobserwowano również na poziomie nerwowym. Znaleziono podobieństwa w sieciach mózgowych aktywnych podczas identyfikowania emocji zarówno w muzyce, jak i języku (Maess i in., 2001; Abrams i in., 2011; Zatorre i Schönwiesner, 2011; Patel, 2012; Fröhholz i in., 2014). Do niedawna sądzono, że przetwarzanie emocji w mowie oraz muzyce związane jest głównie z aktywacją prawej półkuli mózgu (Kotz, 2006; Grimshaw i in., 2009). Pogląd ten jednak został w ostatnim czasie zrewidowany i w obliczu nowszych badań mówi się o wielofazowym modelu przetwarzania prozodii emocjonalnej zakładającym udział zarówno prawej, jak i lewej półkuli (Witteman, 2012; Fröhholz, 2012; Grandjean, 2021; Kotz, 2003, 2006, 2007; Rochas i in., 2014). W wyniku tych badań możliwe jest wyodrębnienie trzech etapów przetwarzania prozodii emocjonalnej: percepcja suprasegmentalnej informacji akustycznej na poziomie prawostronnej pierwszo- i drugorzędowej kory słuchowej; reprezentacja sekwencji akustycznych w obrębie prawej tylnej górnej bruzdy skroniowej; analiza prozodii emocjonalnej w obszarze obustronnej dolnej kory czołowej. W przetwarzanie intonacji afektywnej zaangażowane są także obszary podkorowe pośredniczące w automatycznej indukcji reakcji emocjonalnych, takich jak na przykład aktywacja ciała migdałowatego w odpowiedzi na bodźce lękowe (por. Wildgruber i in., 2006).

Trening muzyczny wpływa na charakter i przetwarzanie sygnału mownego. Badacze zadają sobie jednak pytanie, na ile przetwarzanie emocji w muzyce wpływa na percepcję i identyfikację emocji w mowie? Przewagę muzyków w przetwarzaniu prozodii mowy zaobserwowali między innymi William Thompson i współpracownicy (2004) oraz César Lima i São Castro (2011), którzy donoszą, że muzycy szybciej i dokładniej rozpoznają emocje. O szczególnej wrażliwości muzyków na funkcję ekspresywną wypowiedzi świadczą także wyniki badań Daniela Schöna i współpracowników (2004), Jean-Pierre'a Chartranda i Pascala Belin (2006) czy Carlosa Marquesa i współpracowników (2007).

Christopher Trimmer i Lola Cuddy (2008) jednak w wyniku badania rozpoznawania czterech podstawowych emocji w wypowiedziach (złość, strach, radość i smutek), którym objęli osoby z doświadczeniem i bez doświadczenia muzycznego, doszli do wniosku, że to inteligencja emocjonalna, a nie trening muzyczny odpowiada za działa-

nie wielomodalnego procesora odpowiedzialnego za percepcję stanów emocjonalnych.

Do ciekawych wniosków doszli także Mona Park i współpracownicy (2015), którzy za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) zbadali, czy reakcje neuronalne na komunikowane w mowie radość, smutek i strach różnią się w grupie muzyków i niemuzyków. Zaobserwowana zwiększona aktywacja w środkowym zakręcie czołowym, przedniej przyśrodkowej korze przedczołowej, tylnej korze zakrętu obręczy i korze limbicznej dotyczyła tylko tych przypadków, w których wyrażano smutek.

W dokonanych na użytek tej pracy badaniach prozodii emocjonalnej wykorzystano procedurę identyfikowania podstawowych emocji – radość, złość, smutek, strach – w trzech trybach – oznajmującym, rozkazującym i pytającym – w odsłuchanych wypowiedziach-pseudozdaniach realizowanych przez aktora. W wyniku przeprowadzonych badań nie zaobserwowano istotnie znaczącej różnicy w rozpoznawaniu emocji przez muzyków i niemuzyków. Jednak w grupie mężczyzn muzycy uzyskali istotnie niższe wyniki niż niemuzycy ($p = 0,009$), czyli popełniali mniej błędów, a zatem trafniej identyfikowali intencję emocjonalną lektora. Przewaga w badaniu prozodii emocjonalnej u mężczyzn muzyków sugeruje zwiększoną wrażliwość na intencjonalność wypowiedzi oraz usprawnienie procesów przetwarzania emocjonalnego, co można wiązać z doświadczeniem i treningiem muzycznym.

W grupie muzyków nie zaobserwowano istotnych różnic między kobietami a mężczyznami, ale w grupie niemuzyków kobiety uzyskały zdecydowanie lepsze wyniki od mężczyzn ($p = 0,035$). Wynik ten zgodny jest z doniesieniami w literaturze o szybszym i dokładniejszym odczytywaniu przez kobiety znaczeń i treści emocjonalnych w wypowiedzi oraz sprawniejszym posługiwaniu się intonacją do wyrażania stanów emocjonalnych, co wiąże się także z różnicą w budowie i funkcjonowaniu struktur mózgowych odpowiedzialnych za przetwarzanie emocji (por. Canli i in., 2002; Gur i in., 2002; Schirmer i in., 2002; Rymarczyk, 2003; Rahman, 2004; Rymarczyk i Grabowska, 2007; Reber i Traner, 2017). W tym kontekście interesującego odkrycia dokonali Gur i współpracownicy (2002) w badaniu z zastosowaniem rezonansu magnetycznego. Zbadali, że u kobiet przednia część płata czołowego odpowiedzialna między innymi za regulację zachowań społecznych i procesów emocjonalnych jest większa niż u mężczyzn.

5.3. Ograniczenia i wnioski aplikacyjne

Zaprezentowane w rozprawie badania mają pewne ograniczenia. Dość duża ilość eksperymentów, poczyniona w celu rozpoznania pola badawczego, wymusza częściową analizę każdego z nich. Dają jednak szeroką perspektywę badawczą i, moim zdaniem, wykreślają interesujące kierunki do bardziej szczegółowych i dogłębnych badań nad zależnościami pomiędzy przetwarzaniem słuchowym a kompetencją językową zarówno u muzyków, jak i niemuzyków.

Kolejne ograniczenie to przewaga analizy ilościowej uzyskanych wyników. Analiza jakościowa danych pozyskanych z poszczególnych eksperymentów – zwłaszcza dotyczących kompetencji językowej muzyków – mogłaby przynieść wiele więcej interesujących wniosków i dopełnić obraz poruszanego w tej dysertacji problemu. Wykracza to jednak poza ramy tej pracy i może stanowić przyczynek do kolejnych badań i publikacji.

Konkluzje z zaprezentowanych rozważań i eksperymentów niewątpliwie skłaniają do refleksji nad polską edukacją. Wpływ wykształcenia muzycznego na funkcje poznawcze, efektywność uczenia się i zdolności empatyczne, a także doniesienia o wpływie muzyki na zapobieganie demencji i chorobom wieku starczego oraz rehabilitację osób dotkniętych tymi chorobami (por. Platel, 2011, 2019, 2020; Garcia-Navarro, 2022; Böttcher, 2022; Evers, 2022; Shankar, 2022; Matziorinis i Koelsch, 2022 i inni), co nie było przedmiotem tych rozważań, ale łączy się bezpośrednio z tematem, skłania do postulowania wdrożenia do nauczania gry na instrumencie oraz zwiększenia godzin zajęć muzycznych w szkołach na wszystkich etapach edukacji do osiągnięcia pełnoletności.

Ponadto nauczanie o wpływie muzyki na przetwarzanie mózgowe i funkcje kognitywne oraz rehabilitację osób z problemami afatycznymi i demencją oraz zaburzeniami fonacyjnymi i audiologicznymi należałoby uwzględnić w programie kształcenia logopedów i neurologopedów. Wprowadzanie elementów muzycznych do rehabilitacji mowy zaś powinno stać się codzienną praktyką terapeutyczną.

6. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych kwerend²⁴ i przedstawionych w pracy badań oraz uzyskanych wyników, w oparciu o pytania badawcze i hipotezy można sformułować następujące wnioski:

1. Wykształcenie muzyczne ma bezpośredni wpływ na przetwarzanie słuchowe, także mowy.
2. Muzycy prezentują inny model przetwarzania słuchowego mowy niż niemuzycy. Opiera się on na strategiach wykorzystywanych w percepcji i przetwarzaniu muzyki, takich jak powtarzanie w pamięci, pamięć długotrwała pojedynczego standardu czy analiza melodyczno-rytmiczna, czyli zwiększona wrażliwość na cechy suprasegmentalne języka świadcząca o większym zaangażowaniu procesów prawopółkulowych w percepcji i przetwarzaniu mowy. Podstawę tego modelu stanowi wypracowana w trakcie kształcenia muzycznego umiejętność precyzyjnego rozpoznania i dyskryminacji częstotliwości dźwięku.
3. Wykształcenie muzyczne nie wpływa istotnie na wynik rozdzielnościowego testu rozumienia mowy i nie wiąże się z innym obrazem dominacji półkulowej dla rozumienia mowy. Muzycy jednak wykazują inny wzorec kierowania uwagą słuchową. Posiadają większe kompetencje zarówno w przypadku uwagi skierowanej na bodźce w uchu prawym, jak i lewym.
4. Model przetwarzania słuchowego nie wpływa znacząco na kompetencję semantyczną, ma jednak znaczenie w przypadku kompetencji składniowej.
5. Wykształcenie muzyczne nie wpływa znacząco na kompetencję semantyczną. W wyniku przeprowadzonych badań w teście fluencji słownej nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic z wyjątkiem kategorii literowej A w grupie mężczyzn, gdzie mężczyźni muzycy osiągnęli lepsze wyniki od mężczyzn niemuzyków, co świadczy o tym, że wykształcenie muzyczne poprawia u mężczyzn funkcjonowanie poznawcze także na płaszczyźnie semantycznej. Nie przekłada się to jednak na istotność statystyczną w przypadku porównywania ogółu grup muzyków i niemuzyków.

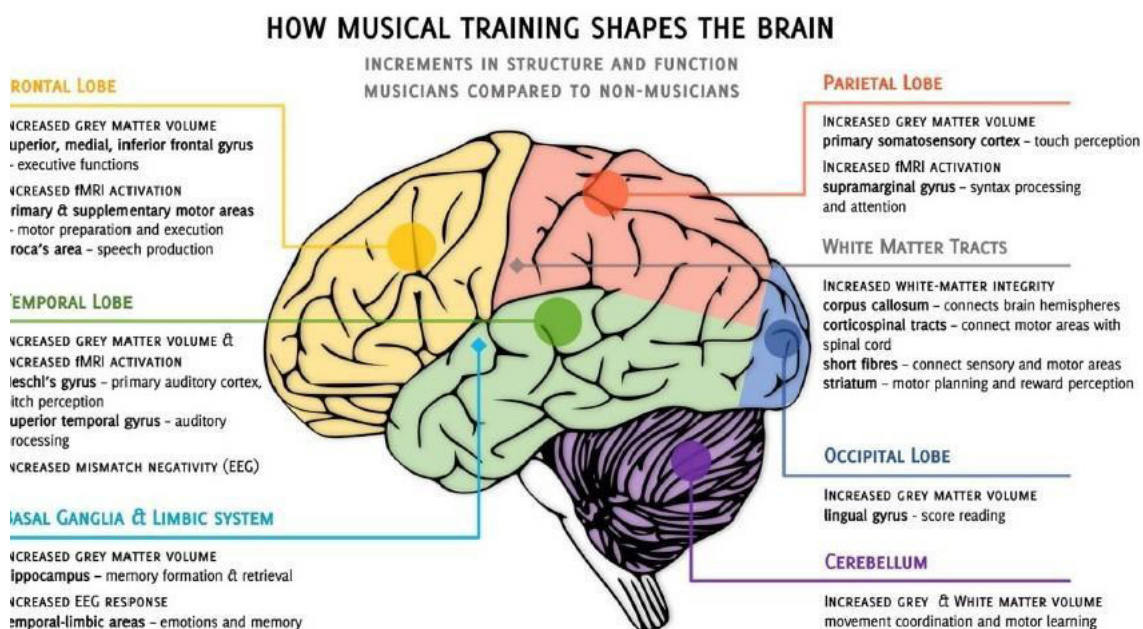
²⁴ Kwerenda w bibliotekach Sorbony w Paryżu – listopad 2021; staż naukowy w Crossmodal Perception and Plasticity Laboratory (CPP-Lab) Instytutu Psychologii Uniwersytetu Katolickiego w Louvain-la-Neuve w Belgii – listopad – grudzień 2021.

6. Muzycy generują mniej powtórzeń w wypadku fluencji literowej i słownej z wykorzystaniem liter i kategorii o mniejszym stopniu częstotliwości użycia, co wiąże się prawdopodobnie z umiejętnością dłuższego przechowywania materiału werbalnego w pamięci operacyjnej i świadczy o ogólnie pojętej lepszej sprawności pamięci.
7. Wykształcenie muzyczne wpływa znacząco na kompetencję składniową. W testach kompetencji składniowej muzycy wypadają zdecydowanie lepiej od niemuzyków, popełniają mniej błędów, a rozwiązywanie przebiega szybciej z cechami sprawniejszej automatyzacji procesów, co wiąże się z lepszą umiejętnością dostosowywania się do wzorca. Może to potwierdzać tezę o wykorzystywaniu tych samych sieci neuronalnych w przetwarzaniu składni muzycznej i składni językowej. Przebudowa mózgu związana z kształceniem muzycznym może usprawniać te procesy. Chodzi między innymi o zwiększenie istoty białej, co wiąże się z poprawieniem transmisji sygnału w synapsach.
8. Zmniejszona ilość powtórzeń w testach fluencji słownej, lepsza sprawność składniowa oraz stosowanie strategii w zapamiętywaniu materiału werbalnego świadczy o większej kreatywności językowej u muzyków w porównaniu z osobami bez wykształcenia muzycznego.
9. Wykształcenie muzyczne ma wpływ na funkcje wykonawcze mowy niższego i wyższego rzędu.
10. Muzycy nie wykazują istotnie wyższego poziomu przyswojenia kompetencji semantycznej.
11. Muzycy wykazują wyższy poziom przyswojenia kompetencji składniowej.
12. Wykształcenie muzyczne ma znaczenie w zakresie wyboru strategii rozwiązywania zadań językowych, zwłaszcza w testach badających sprawność i szybkość nauki oraz zapamiętywania i selekcji materiału werbalnego. Muzycy wykazują także lepsze umiejętności w zakresie uwagi selektywnej i hamowania reakcji niepożądaney w zadaniach przerzutności z jednego na drugie kryterium reagowania.
13. Płeć ma znaczenie w badaniu lateralizacji słuchowej. Kobiety częściej od mężczyzn rozpoznają poprawnie bodziec słowny w lewym uchu, co może świadczyć o lepszej integracji półkulowej u kobiet niż u mężczyzn. Mężczyźni natomiast częściej od kobiet są obuuszni. Związek ten jest istotny statystycznie, natomiast siła tego związku jest umiarkowana.
14. Płeć nie ma wpływu na inne parametry w testach wyższych funkcji słuchowych.

15. Płeć ma znaczenie w badaniu prozodii emocjonalnej oraz krzywej uczenia Łurii, a także w teście Stroopa, w którym kobiety popełniały istotnie mniej błędów.
16. Kobiety wykazują większą sprawność w rozpoznawaniu intonacji oraz emocjonalnego ładunku w wypowiedziach, częściej niż mężczyźni stosują strategie do rozwiązywania zadań językowych, dłużej też magazynują bodźce werbalne w pamięci operacyjnej, a także dłużej utrzymują uwagę na zadaniu.
17. Wykształcenie muzyczne ma wpływ na rozkład danych w badaniach w zależności od płci. Zaobserwowano istotne statystycznie różnice w funkcjonowaniu poznawczym kobiet i mężczyzn muzyków w porównaniu z kobietami i mężczyznami z grupy niemuzyków. Kobiety muzycy uzyskiwały istotnie lepsze wyniki od kobiet niemuzyków w testach sekwencji częstotliwości oraz wrażliwości słuchowej, w zakresie uwagi selektywnej oraz werbalnej pamięci operacyjnej, efektywności uczenia się, a także przerzutności uwagi. Mężczyźni muzycy osiągnęli istotnie lepsze wyniki od mężczyzn niemuzyków w testach sekwencji częstotliwości i wrażliwości słuchowej, w badaniu uwagi selektywnej oraz trwałości śladu pamięciowego, a także hamowania nawykowej reakcji i przerzutności uwagi. Mężczyźni muzycy w porównaniu do mężczyzn niemuzyków także istotnie statystycznie lepiej wypadali w badaniu fluencji słownej literowej (litera A o mniejszej częstotliwości występowania w języku polskim), co świadczy o bardziej sprawnych procesach aktywizacji słownika umysłowego. Lepsze wyniki osiągnęli także w badaniu prozodii emocjonalnej, co dowodzi temu, że obcowanie z muzyką, wykonawstwo i tworzenie zwiększa wrażliwość na intonację i ładunek emocjonalny w wypowiedziach.

Aneks

Tłumaczenie rycin cytowanych z obcojęzycznych źródeł. Numeracja zgodna z zawartą w części zasadniczej dysertacji.



Ryc. 1.2. Jak trening muzyczny kształtuje mózg. Zmiany struktury i funkcji. Muzycy vs niemuzycy. Źródło: Olszewska, A.M., Gaca, M., Harman, A., Marchewka, A., Jednoróg, K. (2021). How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 1–16.

JAK TRENING MUZYCZNY KSZTAŁTUJE MÓZG ZMIANY STRUKTURY I FUNKCJI MUZYCY VS NIEMUZYCY

FRONTAL LOBE – PŁAT CZOŁOWY

ZWIĘKSZONA OBJĘTOŚĆ ISTOTY SZAREJ

górny, środkowy, dolny zakręt czołowy

– funkcje wykonawcze

ZWIĘKSZONA AKTYWNOŚĆ FUNKCJONALNA (fMRI)

pierwotne i wyższe pola ruchowe

przygotowanie (planowanie) motoryczne i wykonanie

ośrodek Broki – produkcja mowy

TEMPORAL LOBE – PŁAT SKRONIOWY
ZWIĘKSZONA OBJĘTOŚĆ ISTOTY SZAREJ
ZWIĘKSZONA AKTYWNOŚĆ FUNKCJONALNA (fMRI)

zakręt Heschla – pierwotna kora słuchowa,
percepcja wysokości dźwięku
górny zakręt skroniowy – przetwarzanie słuchowe
zwiększona fala niezgodności (EEG)

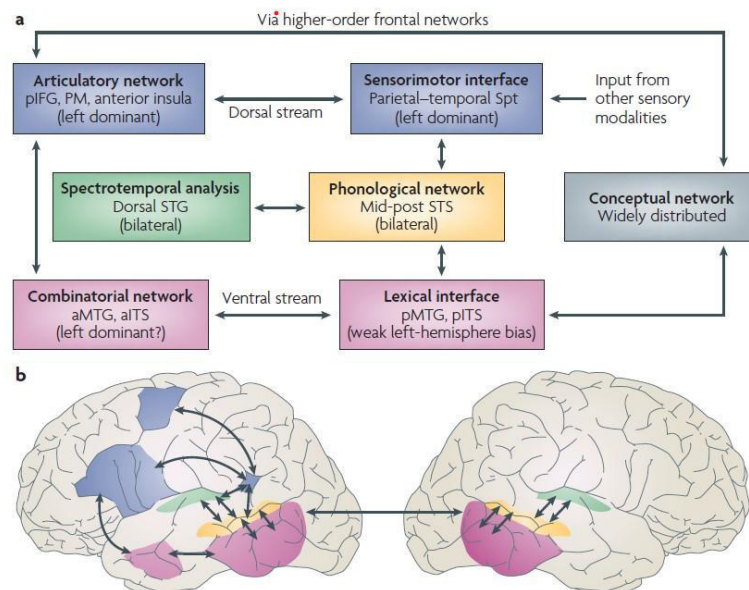
BASAL GANGLIA & LIMBIC SYSTEM – ZWOJE PODSTAWY I UKŁAD LIMBICZNY
ZWIĘKSZONA OBJĘTOŚĆ ISTOTY SZAREJ
hipokamp – pamięć i wyszukiwanie
ZWIĘKSZONA ODPOWIEDŹ W EEG
obszary skroniowo-limbiczne – emocje i pamięć

PARIETAL LOBE – PŁAT CIEMIENIOWY
ZWIĘKSZONA OBJĘTOŚĆ ISTOTY SZAREJ
pierwotna kora somatosensoryczna – zmysł dotyku
ZWIĘKSZONA AKTYWNOŚĆ FUNKCJONALNA (fMRI)
zakręt nadbrzeżny – procesy syntaktyczne, uwaga

WHITE MATTER TRACTS – DROGI ISTOTY BIAŁEJ
ZWIĘKSZONA INTEGRALNOŚĆ ISTOTY BIAŁEJ
ciało modzelowate – łączy półkule, odpowiada za transfer międzypółkulowy
drogi korowo-rdzeniowe – łączą obszary motoryczne z rdzeniem kręgowym
krótkie włókna – łączą obszary sensoryczne i motoryczne
prążkowie – planowanie motoryczne i układ nagrody

OCCIPITAL LOBE – PŁAT POTYLICZNY
ZWIĘKSZONA OBJĘTOŚĆ ISTOTY SZAREJ
zakręt językowy (potyliczno-skroniowy przyśrodkowy) – czytanie nut

CEREBELLUM – MÓŻDŻEK
ZWIĘKSZONA OBJĘTOŚĆ ISTOTY SZAREJ I BIAŁEJ
koordynacja ruchowa i nauka ruchu



Ryc. 1.4. Hickok, G., Poeppel, D. (2007). The cortical organization of Speech Processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(5), s. 393–402.

Via higher-order frontal networks – za pośrednictwem sieci czołowych wyższego rzędu

Ventral stream – strumień brzuszny

Articulatory network – sieć artykulacyjna

pIFG (Inferior Frontal Gyrus) – tylna część dolnego zakrętu czołowego

PM (Premotor Cortex) – kora przedruchowa

Anterior insula – część przednia wyspy

Left dominant – półkula lewa dominująca

Sensorimotor interface – sensomotoryczny interfejs

Parietal-temporal Spt – tylna część szczeliny Sylwiusza na styku ciemieniowo-skroniowym

Dorsal stream – strumień grzbietowy

Input from other sensory modalities – dane wejściowe z innych modalności sensorycznych

Conceptual network – sieć pojęciowa

Widely distributed – szeroko rozbudowana

Lexical interface – leksykalny interfejs

pMTG (Middle Temporal Gyrus) – tylna część środkowego zakrętu skroniowego

pITS (Inferior Temporal Sulcus) – tylna część bruzdy skroniowej dolnej

Weak left-hemisphere bias – słaba przewaga lewej półkuli

Phonological network – sieć fonologiczna

Mid-post STS (Superior Temporal Sulcus) – środkowo-tylna część bruzdy skroniowej górnej

Bilateral – obupółkulowo

Spectrotemporal analysis – analiza czasowo-przestrzenna

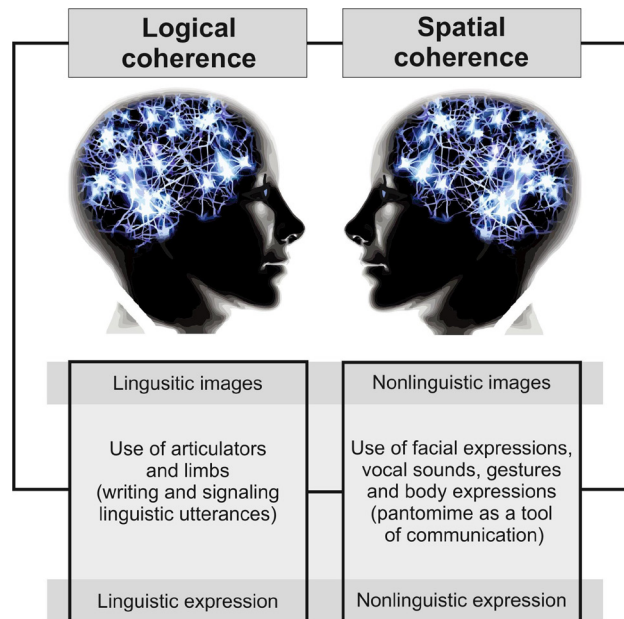
Dorsal STG (Superior Temporal Gyrus) – grzbietowa część górnego zakrętu skroniowego

Ventral stream – strumień brzuszny

Combinatorial network – sieć skojarzeniowa

aMTG – przednia część środkowego zakrętu skroniowego

aITS – przednia część bruzdy skroniowej dolnej



Ryc. 1.6. Różnice w funkcjonowaniu prawej i lewej półkuli mózgu w systemie Ja.

Źródło: Pąchalska, M. (2019). Integrated self system: microgenetic approach. *Acta Neuropsychologica*, 17(4), s. 349–392.

Logical coherence – spójność logiczna

Linguistic images – językowy obraz świata

Use of articulators and limbs (writing and signaling linguistic utterances) – użycie artykulatorów i kończyn (pisanie i sygnalizowanie wyrażen językowych)

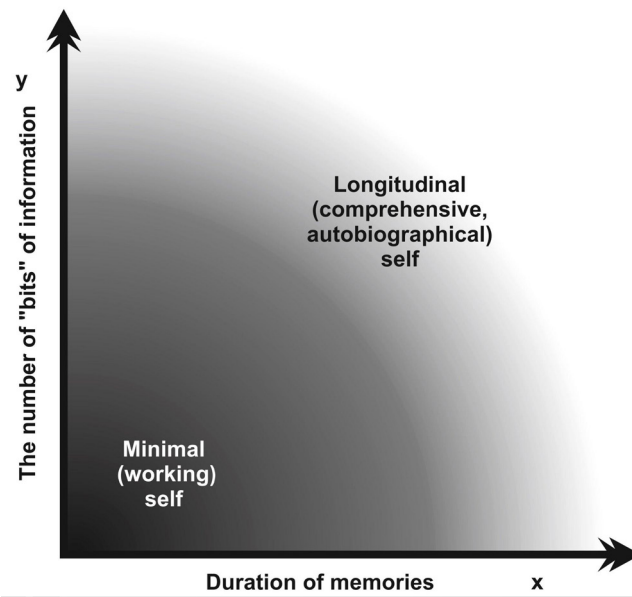
Linguistic expression – komunikacja werbalna

Spatial coherence – spójność przestrzenna

Nonlinguistic images – niejęzykowy obraz świata

Use of facial expressions, vocal sounds, gestures and body expressions (pantomime as a tool of communication) – użycie mimiki, wokalizy, gestów i języka ciała (pantomima jako narzędzie komunikacji)

Nonlinguistic expression – komunikacja niewerbalna



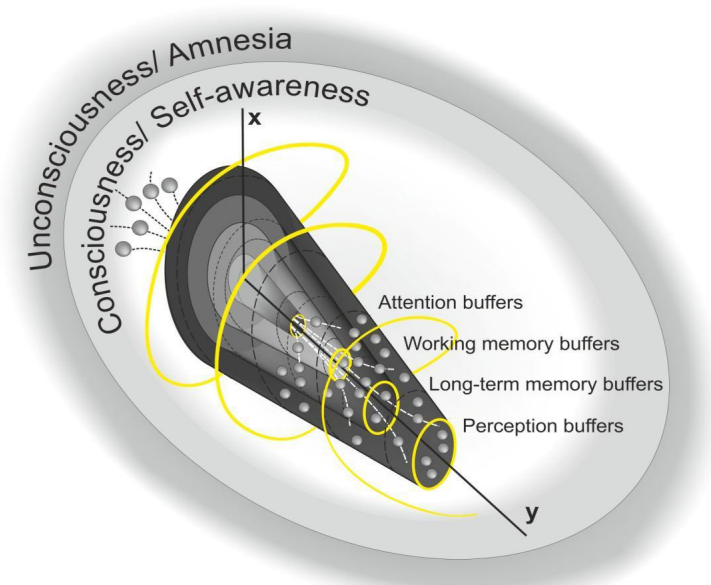
Ryc. 1.7. Stan umysłu/mózgu w wymiarach hiperprzestrzennych. Źródło: Pąchalska, 2019, modified.

The number of „bits” of information – liczba „bitów” informacji

Duration of memories – czas trwania wspomnień

Minimal (working) self – minimalne (robocze) Ja

Longitudinal (comprehensive autobiographical) self – podłużne (kompleksowe, autobiograficzne) Ja



Ryc. 1.10. Model pamięci synchronicznej. Źródło: Pąchalska, M., Kaczmarek, B.L.J., Kropotov, J.D. (2014). *Neuropsychologia kliniczna. Od teorii do praktyki* (s. 373). Warszawa: PWN.

Unconsciousness/Amnesia – nieświadomość/amnezja

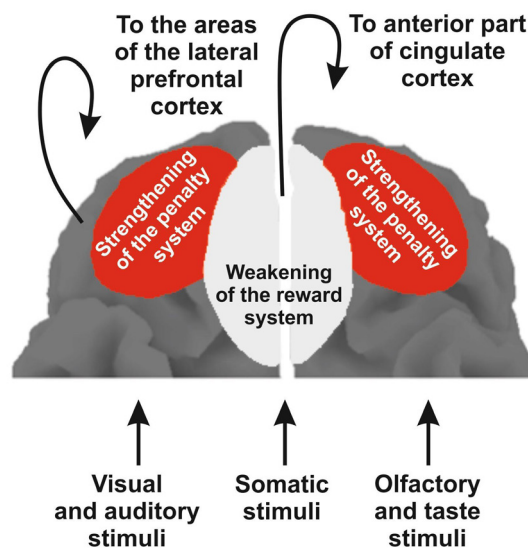
Consciousness/Self-awareness – świadomość/samoświadomość

Attention buffers – bufor uwagi

Working memory buffers – bufor pamięci roboczej

Long-term memory buffers – bufor pamięci długotrwałej

Perception buffers – bufor percepcji



Ryc. 1.11. System nagród/kar: część środkowa obejmuje przetwarzanie nagrody, część boczna przetwarzanie kary. Źródło: Pąchalska, M. (2019). Integrated self system: microgenetic approach. *Acta Neuropsychologica*, 17(4), s. 349–392; modified.

To the areas of the lateral prefrontal cortex – do obszarów bocznej kory przedczołowej

Strengthening of the penalty system – wzmocnienie układu kary

To anterior part of cingulate cortex – do przedniej części kory obręczy

Weakening of the reward system – osłabienie układu nagrody

Visual and auditory stimuli – bodźce wzrokowe i słuchowe

Somatic stimuli – bodźce somatyczne

Olfactory and taste stimuli – bodźce węchowe i smakowe

Krzywa uczenia Łurii (oprac. M. Orłowiejska-Gillert, Anna Krzyżak)

DATA BADANIA: IMIĘ I NAZWISKO:

	DOM	LIST	MIÓD	BRAT	MOST	STÓŁ	LAS	KOŃ	SER	BUT
I										
II										
III										
IV										
V										
P O DYSTR.										

	I	II	III	IV	V	PO DYSTR.
10						
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						

pojemność magazynu pamięci:

trwałość śladu pamięciowego:

przebieg procesu uczenia się – strategie:

Czy stosuje?

Jeżeli tak, to jakie?

Test fluencji słownej

DATA BADANIA: **IMIĘ I NAZWISKO:**

FLUENCJA SŁOWNNA (60 sek.)

wyrazy na literę „P”:

perseweracje (powtórzenia):

intruzje (wtrącenia):

wyrazy na literę „A”:

perseweracje (powtórzenia):

intruzje (wtrącenia):

wyrazy na literę „S”:

perseweracje (powtórzenia):

intruzje (wtrącenia):

rośliny:

perseweracje (powtórzenia):

intruzje (wtrącenia):

zwierzęta:

perseweracje (powtórzenia):

intruzje (wtrącenia):

przedmioty ostre:

perseweracje (powtórzenia):

intruzje (wtrącenia):

Narzędzie testowe do badania kompetencji składniowej (oprac. M. Michalik), dostosowane do przedmiotu niniejszych badań

Paradygmaty odmiany predykatywnych elementów wskaźnikowych

1) bezokolicznik: donować koniugacja: -ę, -esz

temat cz. teraż.: donuj-

temat cz. przeszłego: donowa-

cz. teraż.

ja	donuję	my	donujemy
ty	donujesz	wy	donujecie
on ona ono	donuje	oni one	donują

cz. przeszły

ja	donowałem/-łam	my	donowaliśmy/-łyśmy
ty	donowałeś/-łaś	wy	donowaliście/-łyście
on ona ono	donował/-ła/-ło	oni one	donowali/-ły

cz. przyszły

ja	będę donował/-ła//donować	my	będziemy donowali/-ły//donować
ty	będziesz donował/-ła//donować	wy	będziecie donowali/-ły//donować
on ona ono	będzie donował/-ła/-ło//donować	oni one	będą donowali/-ły//donować

strona czynna: Tomek donuje ślimaka.

strona bierna: Ślimak jest donowany przez Tomka.

2) bezokolicznik: wokować**temat cz. teraź: wokuj-**

cz. teraź.

ja wokuję
ty wokujesz
on ona ono wokuje

cz. przeszły

ja wokowałem/-łam
ty wokowałeś/-łaś
on ona ono wokował/-ła/-ło

cz. przyszły

ja będę wokował/-ła//wokować
ty będziesz wokował/-ła//wokować
on ona ono będzie wokował/-ła/-ło//
wokować

koniugacja: -ę, -esz**temat cz. przeszłego: wokowa-**

my wokujemy
wy wokujecie
oni one wokują

my wokowaliśmy/-łyśmy
wy wokowaliście/-łyście
oni one wokowali/-ły

my będziemy wokowali/-ły//wokować
wy będziecie wokowali/-ły//wokować
oni one będą wokowali/-ły//wokować

strona czynna: Tomek wokuje budzik.

strona bierna: Budzik jest wokowany przez Tomka.

3) bezokolicznik: kabuszyć**koniugacja: -ę, -isz // -ysz****temat cz. teraż.: kabusz-****temat cz. przeszłego: kabusz-**

cz. teraż.

ja	kabuszę	my	kabuszymy
ty	kabuszysz	wy	kabuszycie
on ona ono	kabuszy	oni one	kabuszą

cz. przeszły

ja kabuszyłem/-łam	my	kabuszyliśmy/-łyśmy
ty kabuszyłeś/-łaś	wy	kabuszyliście/-łyście
on ona ono kabuszył/-ła/-ło	oni one	kabuszyli/-ły

cz. przysły

ja będę kabuszył/-ła//kabuszyć	my	będziemy kabuszyli/-ły//kabuszyć
ty będziesz kabuszył/-ła//kabuszyć	wy	będziecie kabuszyli/-ły//kabuszyć
on ona ono będzie kabuszył/-ła/-ło// kabuszyć	oni one	będą kabuszyli/-ły//kabuszyć

strona czynna: Tomek kabuszy śniadanie.

strona bierna: Śniadanie jest kabuszone przez Tomka.

4) bezokolicznik: ponieć**temat cz. teraż.: poń-**

cz. teraż.

ja ponieć

ty ponisz

on ona ono poni

cz. przeszły

ja poniłem/-łam

ty poniłeś/-łaś

on ona ono ponił/-ła/-ło

cz. przyszły

ja będę ponił/-ła//ponić

ty będziesz ponił/-ła//ponić

on ona ono będzie ponił/-ła/-ło//ponić

koniugacja: -ę, -isz // -ysz**temat cz. przeszłego: poni-**

my ponimy

wy ponicie

oni one ponią

my poniliśmy/-łyśmy

wy poniliście/-łyście

oni one ponili/-ły

my będziemy ponili/-ły//ponić

wy będziecie ponili/-ły//ponić

oni one będą ponili/-ły//ponić

strona czynna: Tomek poni kwiatek.

strona bierna: Kwiatek jest poniony przez Tomka.

5) bezokolicznik: urgać**temat cz. teraż.: urga-**

cz. teraż.

ja urgam

ty urgasz

on ona ono urga

cz. przeszły

ja urgałem/-łam

ty urgałeś/-łaś

on ona ono urgał/-ła/-ło

cz. przyszły

ja będę urgał/-ła//urgać

ty będziesz urgał/-ła//urgać

on ona ono będzie urgał/-ła/-ło//urgać

koniugacja: -m, -sz**temat cz. przeszłego: urga-**

my urgamy

wy urgacie

oni one urgają

my urgaliśmy/-łyście

wy urgaliście/-łyście

oni one urgali/-ły

my będziemy urgali/-ły//urgać

wy będziecie urgali/-ły//urgać

oni one będą urgali/-ły//urgać

strona czynna: Tomek urga trawę.

strona bierna: Trawa jest urgana przez Tomka.

DATA BADANIA: IMIĘ I NAZWISKO:

Wzór karty badania – analiza

imię:		wiek:			
bezokolicznik: donować ; koniugacja: -ę, -esz , temat cz. teraźniejszego: donuj-; temat					
cz. przeszłego: donowa-					
cz. teraź. l. poj.	cz. teraź. l. mn.	strona bierna			
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
cz. przeszły l. poj.	cz. przeszły l. mn.				
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
cz. przyszły l. poj.	cz. przyszły l. mn.				
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
bezokolicznik: wokować ; koniugacja: -ę, -esz ; temat cz. teraźniejszego: wokuj-; temat					
cz. przeszłego: wokowa-					
cz. teraź. l. poj.	cz. teraź. l. mn.			strona bierna	
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
cz. przeszły l. poj.	cz. przeszły l. mn.				
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
cz. przyszły l. poj.	cz. przyszły l. mn.				
1.	1.				
2.	2.				
3.	3.				
bezokolicznik: kobuszyć ; koniugacja: -ę, -isz // -ysz ; temat cz. teraź.: kobusz-; temat					
cz. przeszłego: kobuszy-					
cz. teraź. l. poj.	cz. teraź. l. mn.	strona bierna			

1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
cz. przeszły l. poj.	cz. przeszły l. mn.	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
cz. przyszedł l. poj.	cz. przyszedł l. mn.	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
bezokolicznik: ponić ; koniugacja: -ę, -isz // -ysz ; temat cz. teraźniejszego: poń- ; temat cz. przeszłego: pońi-		
cz. teraź. l. poj.	cz. teraź. l. mn.	strona bierna
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
cz. przeszły l. poj.	cz. przeszły l. mn.	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
cz. przyszedł l. poj.	cz. przyszedł l. mn.	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
bezokolicznik: urgać ; koniugacja: -m, -sz ; temat cz. teraźniejszego: urga- ; temat czasu przeszłego: urga-		
cz. teraź. l. poj.	cz. teraź. l. mn.	strona bierna
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
cz. przeszły l. poj.	cz. przeszły l. mn.	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	
cz. przyszedł l. poj.	cz. przyszedł l. mn.	
1.	1.	
2.	2.	
3.	3.	

Liczba błędów:

Narzędzie testowe do badania prozodii emocjonalnej (oprac. Anna Krzyżak)

ŚCIEŻKA TESTOWA

😊 ozn 😞 rozk 😊 przyp 😬 ozn 😡 przyp

PRÓBA 1. DO ROZPOZNANIA STRACH

😞 ozn 😬 ozn 😡 rozk 😞 przyp 😊 rozk
😡 przyp 😬 rozk 😊 ozn 😬 ozn 😞 rozk
😞 przyp 😊 ozn 😬 przyp 😡 ozn 😞 przyp

PRÓBA 2. DO ROZPOZNANIA ZŁOŚĆ

😞 rozk 😬 ozn 😡 przyp 😞 ozn 😊 rozk
😡 ozn 😞 przyp 😊 przyp 😡 rozk 😬 ozn
😊 ozn 😞 ozn 😬 rozk 😡 przyp 😊 rozk

PRÓBA 3. PRZYPORZĄDKOWANIE EMOCJI

😡 rozk 😞 ozn 😊 ozn 😡 przyp 😬 ozn
😊 przyp 😬 rozk 😡 ozn 😬 ozn 😞 rozk
😞 przyp 😊 ozn 😬 przyp 😡 ozn 😊 przyp

ozn. – tryb oznajmujący, rozk. – tryb rozkazujący, przyp. – tryb przypuszczający

DATA BADANIA: IMIĘ I NAZWISKO:

PROSZĘ ROZPOZNAĆ I ZAZNACZYĆ STRACH

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

PROSZĘ ROZPOZNAĆ I ZAZNACZYĆ ZŁOŚĆ

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

**PROSZĘ ROZPOZNAĆ I ZAZNACZYĆ: ST – STRACH, ZŁ – ZŁOŚĆ, RA –
RADOŚĆ, SM – SMUTEK**

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Test Stroopa

KARTA I

ZIELONY CZERWONY BRĄZOWY ZIELONY ŻÓŁTY

CZERWONY ZIELONY NIEBIESKI ŻÓŁTY CZARNY

CZARNY NIEBIESKI BRĄZOWY CZERWONY ŻÓŁTY

ZIELONY ŻÓŁTY NIEBIESKI CZERWONY BRĄZOWY

ŻÓŁTY ZIELONY NIEBIESKI RÓŻOWY CZARNY

ZIELONY CZERWONY BRĄZOWY ZIELONY ŻÓŁTY

CZERWONY ZIELONY NIEBIESKI ŻÓŁTY CZARNY

ZIELONY NIEBEISKI ZIELONY CZERWONY ŻÓŁTY

ZIELONY ŻÓŁTY NIEBIESKI CZERWONY CZARNY

ŻÓŁTY ZIELONY NIEBIESKI RÓŻOWY CZARNY

KARTA II

ZIELONY CZERWONY BRĄZOWY ZIELONY ŻÓŁTY

CZERWONY ZIELONY NIEBIESKI ŻÓŁTY CZARNY

CZARNY NIEBIESKI BRĄZOWY CZERWONY ŻÓŁTY

ZIELONY ŻÓŁTY NIEBIESKI CZERWONY BRĄZOWY

ŻÓŁTY ZIELONY NIEBIESKI RÓŻOWY CZARNY

ZIELONY CZERWONY BRĄZOWY ZIELONY ŻÓŁTY

CZERWONY ZIELONY NIEBIESKI ŻÓŁTY CZARNY

ZIELONY NIEBIESKI ZIELONY CZERWONY ŻÓŁTY

ZIELONY ŻÓŁTY NIEBIESKI CZERWONY CZARNY

ŻÓŁTY ZIELONY NIEBIESKI RÓŻOWY CZARNY

DATA BADANIA: IMIĘ I NAZWISKO:

TEST STROOPA

czas:

czas:

liczba błędów:

Spis rycin i tabel

Ryciny

Ryc. 1.1. Podział kory mózgowej wg Brodmanna, tzw. pola Brodmanna, rysował Henry Vandyke Carter, za: Henry Gray (1918). *Anatomy of the Human Body*. Bartleby.com: Gray's Anatomy, Plansza 726. Pobrane z: https://pl.wikipedia.org/wiki/Pola_Brodmanna (6.05.2021)

Ryc. 1.2. Jak trening muzyczny kształtuje mózg. Zmiany struktury i funkcji. Muzycy vs niemuzycy. Źródło: Olszewska, A.M., Gaca, M., Harman, A., Marchewka, A., Jednoróg, K. (2021). How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity. *Frontiers in Neuroscience*, vol. 15, s. 1–16

Ryc. 1.3. Mapa ludzkiego mózgu (lewa półkula dominująca) z regionami zaangażowanymi w przetwarzanie języka

Ryc. 1.4. Model dwustrumieniowy funkcjonalnej anatomii języka. Źródło: Hickok, G., Poeppel, D. (2007). The cortical organization of Speech Processing, *Nature reviews Neuroscience*, 8(5), s. 393–402

Ryc. 1.5. Schemat przedstawiający drogę słuchową od ślimaka do pierwotnej kory słuchowej. Przedrukowano ze zmianami za zgodą. Źródło: Hill, M.A. (2014). *Embryology*. Pobrane z: mp.pl/neurologia (6.05.2021)

Ryc. 1.6. Różnice w funkcjonowaniu prawej i lewej półkuli mózgu w systemie Ja. Źródło: Pąchalska, M. (2019). Integrated self system: microgenetic approach. *Acta Neuropsychologica*, 17(4), s. 349–392

Ryc. 1.7. Stan umysłu/mózgu w wymiarach hiperprzestrzennych. Źródło: Pąchalska 2019, modified

Ryc. 1.8. Zakręty i bruzdy I – schemat mózgu. Pobrane z: neuropsychologia.org (6.05.2021)

Ryc. 1.9. Zakręty i bruzdy II – schemat mózgu. Pobrane z: neuropsychologia.org (6.05.2021)

Ryc. 1.10. Model pamięci synchronicznej. Źródło: Pąchalska, M., Kaczmarek, B.L.J. i Kropotov, J.D. (2014). *Neuropsychologia kliniczna. Od teorii do praktyki*. Warszawa, s. 373

Ryc. 1.11. System nagród/kar: część środkowa obejmuje przetwarzanie nagrody, część boczna przetwarzanie kary. Źródło: Pąchalska, 2019, modified

Ryc. 2.1. Schemat funkcjonalnego związku przetwarzania składniowego mowy i muzyki (na podst. Patel, 2008, za: Fodorenko i in., 2009)

Ryc. 2.2. Kognitywny łańcuch energetyczny odpowiadający zdaniu jądrowemu prezentującemu schemat: S-V-O. Za: Michalik, 2011, s. 234

Ryc. 4.1. Prosty czas reakcji (TRS) muzycy vs niemuzycy

Ryc. 4.2. Selektowność uwagi kierowanej na ucho prawe (CVC UP) muzycy vs niemuzycy

Ryc. 4.3. Selektowność uwagi kierowanej na ucho lewe (CVC UL) muzycy vs niemuzycy

Ryc. 4.4. Test sekwencji częstotliwości (FPT) muzycy vs niemuzycy

Ryc. 4.5. Test różnicowania wysokości (DLF) muzycy vs niemuzycy

Ryc. 4.6. Płeć a rodzaj dominującego ucha

Ryc. 4.7. Prosty czas reakcji (TRS) kobiety vs mężczyźni

Ryc. 4.8. Selektowność uwagi kierowanej na ucho prawe (CVC UP) kobiety vs mężczyźni

Ryc. 4.9. Selektowność uwagi kierowanej na ucho lewe (CVC UL) kobiety vs mężczyźni

Ryc. 4.10. Test sekwencji częstotliwości (FPT) kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Ryc. 4.11. Test różnicowania wysokości (DLF) kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Ryc. 4.12. Selektowność uwagi kierowanej na ucho prawe (CVC UP) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

Ryc. 4.13. Selektowność uwagi kierowanej na ucho lewe (CVC UL) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

Ryc. 4.14. Test sekwencji częstotliwości (FPT) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

Ryc. 4.15. Test różnicowania wysokości (DLF) mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

Ryc. 4.16. Płeć a rodzaj ucha dominującego – muzycy

Ryc. 4.17. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od przynależności do grupy muzyków i niemuzyków

Ryc. 4.18. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od płci

Ryc. 4.19. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od płci i przynależności do grupy

Ryc. 4.20. Średnie wartości krzywej uczenia Łurii w pięciu pomiarach w zależności od płci i przynależności do grupy

Ryc. 4.21. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Muzycy – 88% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.22. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Niemuzycy – 83% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.23. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Kobiety – 85% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.24. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Mężczyźni – 85% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.25. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Muzycy

kobiety – 81% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.26. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Muzycy mężczyźni – 95% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.27. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Niemuzycy kobiety – 90% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.28. Strategie stosowane przez badanych podczas testu krzywa uczenia Łurii. Niemuzycy mężczyźni – 76% badanych dało odpowiedź

Ryc. 4.29. Fluencja słowna, A – powtórzenia, muzycy vs niemuzycy

Ryc. 4.30. Fluencja słowna, przedmioty ostre – powtórzenia, muzycy vs niemuzycy

Ryc. 4.31. Fluencja słowna, A – powtórzenia, kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Ryc. 4.32. Fluencja słowna, rośliny – powtórzenia, kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Ryc. 4.33. Fluencja słowna, przedmioty ostre – powtórzenia, kobiety muzycy vs kobiety niemuzycy

Ryc. 4.34. Fluencja słowna, A, mężczyźni muzycy vs mężczyźni niemuzycy

Ryc. 4.35. Fluencja słowna, przedmioty ostre – powtórzenia, kobiety niemuzycy vs mężczyźni niemuzycy

Ryc. 4.36. TRS[ms] vs krzywa uczenia Łurii pomiar pierwszy

Ryc. 4.37. FPT[%] vs krzywa uczenia Łurii pomiar pierwszy

Ryc. 4.38. DLF[Hz] vs krzywa uczenia Łurii pomiar pierwszy

Ryc. 4.39. DLF[Hz] vs składnia – liczba błędów

Tabele

- Tab. 4.1. Parametry funkcji słuchowych vs grupa badanych
- Tab. 4.2. Rodzaj dominującego ucha vs grupa badanych – CVC[%]
- Tab. 4.3. Parametry funkcji słuchowych vs płeć
- Tab. 4.4. Rodzaj dominującego ucha vs płeć – CVC[%]
- Tab. 4.5. Parametry funkcji słuchowych vs grupa badanych w zależności od płci
- Tab. 4.6. Parametry funkcji słuchowych vs płeć w zależności od grupy badanych
- Tab. 4.7. Rodzaje dominującego ucha vs grupa badanych w zależności od płci – CVC[%]
- Tab. 4.8. Rodzaj dominującego ucha vs płeć w zależności od grupy badanych – CVC[%]
- Tab. 4.9. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs grupa badanych
- Tab. 4.10. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs płeć
- Tab. 4.11. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs płeć w zależności od grupy badanych
- Tab. 4.12. Pomiary krzywej uczenia Łurii vs grupa badanych w zależności od płci
- Tab. 4.13. Fluencja słowna vs grupa badanych
- Tab. 4.14. Fluencja słowna vs płeć
- Tab. 4.15. Fluencja słowna vs grupa badanych w zależności od płci – kobiety
- Tab. 4.16. Fluencja słowna vs grupa badanych w zależności od płci – mężczyźni
- Tab. 4.17. Fluencja słowna vs płeć w zależności od grupy badanych – muzycy
- Tab. 4.18. Fluencja słowna vs płeć w zależności od grupy badanych – niemuzycy
- Tab. 4.19. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs grupa badanych
- Tab. 4.20. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs płeć
- Tab. 4.21. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs grupa badanych w zależności od płci
- Tab. 4.22. Skale: składnia, prozodia, test Stroopa vs płeć w zależności od grupy badanych

Bibliografia i netografia

Pozycje książkowe, rozdziały w monografiach

1. Aduszkiewicz, A. (red.) (2004). *Słownik filozofii*. Warszawa: Wydawnictwo Świat Książki.
2. Aiello, R. (1994). Music and language: parallels and contrast. W: R. Aiello, J. Sloboda (red.), *Musical Perceptions* (s. 40–63). Oxford University Press.
3. Apanowicz, J. (2002). *Metodologia ogólna*. Gdynia: Wydawnictwo Diecezji Pelplińskiej „Bernardinum”.
4. Baddeley, A.D., Hitch, G.J. (1974). Working memory. W: G.A. Bower (red.), *Recent advances in learning and motivation* (s. 47–89). Academic Press.
5. Bierwiazzonek, B. (2006). O języku ucieleśnionym. W: O. Sokołowska, D. Stanulewicz (red.), *Językoznawstwo kognitywne III. Kognitywizm w świetle innych teorii* (s. 444–479). Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
6. Bochenek, A., Reicher, M. (1989). *Anatomia człowieka*, t. I–V, Warszawa: PZWL.
7. Brown, J.W. (2015). *Microgenetic theory and process thought*. Andrews UK Limited.
8. Brzezinka, K. (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.
9. Brzeziński, J. (2019). *Metodologia badań psychologicznych*. Warszawa: PWN.
10. Budohoska, W., Grabowska, A. (1994) (red.). *Dwie półkule – jeden mózg*. Warszawa: Wiedza Powszechna.
11. Charyton, C. (red.) (2015). *Creativity and innovation among science and art. A discussion of the two cultures*. Springer.
12. Chomsky, N. (1982). *Zagadnienia teorii składni*. Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Ossolineum.
13. Chomsky, N. (1996). Koncepcje języka. W: K. Rosner (wybór), *Noama Chomsky’ego próba rewolucji naukowej. Generatywny program badań nad ludzkim umysłem* (s. 37–72). Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN.
14. Chomsky, N. (1996). Lingwistyka i dziedziny pokrewne: osobisty punkt widzenia. W: K. Rosner (wybór), *Noama Chomsky’ego próba rewolucji naukowej. Ge-*

- neratywny program badań nad ludzkim umysłem* (s. 3–35). Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN.
15. Chomsky, N. (2010). Some simple evo devo theses: how true might they be for language? W: R.K. Larson, V. Déprez, H. Yamakido (red.), *The evolution of human language* (s. 45–62). Cambridge University Press.
 16. Chlewiński, Z. (1991). *Kształtowanie się umiejętności poznawczych. Identyfikacja pojęć*. Warszawa: PWN.
 17. Cieszyńska, J., Korendo, M. (2007). *Wczesna interwencja terapeutyczna. Stymulacja rozwoju dziecka. Od noworodka do 6. roku życia*. Kraków: Wydawnictwo Edukacyjne.
 18. Chobert, J., Besson, M. (2012). Influence de l'apprentissage de la musique sur la perception des syllabes chez les enfants normolecteurs et dyslexiques. W: E. Bigan, M. Habib, V. Brun (red.), *Musique et cerveau, nouveaux concepts, nouvelles applications* (s. 61–76). Montpellier: Sauramps Medical.
 19. Corballis, M.C. (2012). Lateralization of the human brain. W: M.A. Hofman, D. Falk (red.), *Progress in brain research* (s. 103–121). Amsterdam: Elsevier.
 20. Czarnecki, K.M. (2009) (red.). *Nowy leksykon metodologiczny*. Sosnowiec: Wyższa Szkoła Humanitas.
 21. D'Alessandro, C. (2010). Analyse des différents stimuli auditifs: musique, langage et bruit. Études comparative. W: B. Lechevaliet, H. Platel, F. Eustache (red.), *Le cerveau musicien* (s. 33–47). Bruxelles: De Boeck Supérieur.
 22. Dąbkowski, G., (2010). Język muzyków – profesjolekt czy socjolekt?, W: M. Milewska-Stawiany, E. Rogowska-Cybulska (red.) *Polskie języki. O językach zawodowych i środowiskowych* (s. 254–360). Materiały VII Forum Kultury Słowa. Gdańsk, 9–11 października 2008 roku. Gdańsk.
 23. Dębiec, J., (2002). *Mózg i matematyka*. Tarnów: Biblos.
 24. Domagała, A., Mirecka, U. (2012). Słuch mowny. Klasyfikacja zjawisk. W: S. Grabias, Z.M. Kurkowski (red.), *Logopedia. Teoria zaburzeń mowy* (s. 129–164). Lublin: Wydawnictwo UMCS.
 25. Dudkiewicz, W. (1996). *Praca magisterska: przewodnik metodyczny dla studentów pedagogiki*. Kielce: Wydawnictwo „Strzelec”.
 26. Dunbar, R.I. (2003). The Origin and Subsequent Evolution of Language. W: M.H. Christiansen, Kirby, S.E. (red.), *Language Evolution* (s. 219–234). Oxford University Press.

27. Fodor, J.A. (1983). *The Modularity of Mind*, Cambridge.
28. Gołąb, B.K. (2000) (red.). *Anatomia czynnościowa ośrodkowego układu nerwowego*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
29. Gonia, J. i Libben, G. (2007). *The Mental Lexicon: Core Perspective*. Pavilion Books, London.
30. Gorell, P. (1995). *Syntax and parsing*. Cambridge University Press.
31. Gorzelańczyk, E.J., Podlipniak P. (2006). Poszukiwanie uniwersalnych mechanizmów przetwarzania muzyki, W: A. Adamski A. (red.), *Człowiek – jego bioelektroniczna konstrukcja a percepcja muzyki* (s. 41–48). Cieszyn.
32. Grabias, S. (2002). Perspektywy opisu zaburzeń mowy. W: (red. tenże), *Zaburzenia mowy* (s. 7–43). T.1. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
33. Grabowska, A. (1997). Asymetria półkul mózgu. W: T. Górski, A. Grabowska, J. Zagrodzka (red.), *Mózg a zachowanie* (s. 400–428). Warszawa: PWN.
34. Grabowska, A. (2011). Mózgowe mechanizmy komunikacji językowej z perspektywy metod neuroobrazowania. W: I. Kurcz, H. Okuniewska (red.), *Język jako przedmiot badań psychologicznych. Psycholingwistyka ogólna i neurolingwistyka* (s. 308–347). Warszawa: Wydawnictwo SWPS Academica.
35. Guétin, S., Touchon, J. (2012). Musicothérapie et prise en charge de la douleur. W: E. Bigand, M. Habib, V. Brun (red.), *Music et cerveau. Nouveaux concepts, nouvelles applications* (s. 127–135). Montpellier: Sauramps Medical.
36. Haas, R., Brandes, V. (red.) (2009). *Music that work. Contributions of biology, neurophysiology, psychology, sociology, medicine and musicology*. Springer.
37. Hajduk, Z. (2012). *Ogólna metodologia nauk*. Lublin: Wydawnictwo KUL.
38. Heinz, A. (1983). *Dzieje językoznawstwa w zarysie*, Warszawa: PWN.
39. Hedge, S. (2020). Neurologic music therapy targeting cognitive and affective functions. W: M.H. Thaut, D.A. Hodges (red.). *The Oxford Handbook of Music and The Brain* (s. 738–760). Oxford University Press.
40. Herzyk, A. (1993). *Afazja i mutyzm dziecięcy*. Lublin: Wydawnictwo Fundacji Orator.
41. Herzyk, A. (2003). *Mózg, emocje, uczucia: analiza neuropsychologiczna*, Lublin: Wydawnictwo UMCS.
42. Herzyk, A. (2005). *Wprowadzenie do neuropsychologii klinicznej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe „Scholar”.
43. Jackendoff, R. (2002). *Foundations of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution*. Oxford University Press.

44. Jackendoff, R. (1990). *Semantic structure*. MIT Press.
45. Jackendoff, R. (1997). *The Architecture of the Language Faculty*. MIT Press.
46. Jackendoff, R. (2007). *Language, consciousness, culture: Essays on mental structure*. MIT Press.
47. Kania S., Tokarski J. (1984). *Zarys leksykologii i leksykografii polskiej*. Warszawa: WSiP.
48. Kaczmarek, B.L. (1995). *Mózgowa organizacja mowy*. Lublin: Inne.
49. Kaczmarek, L. (1991). O polskiej logopedii. W: S. Grabias (red.), *Przedmiot logopedii*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
50. Kaczmarek, L. (1998). *Nasze dziecko uczy się mowy*. Lublin: Wydawnictwo Lubelskie.
51. Kamiński, A. (1974). Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej. W: T. Pilch, R. Wroczyński (red.), *Metodologia pedagogiki społecznej*. Wrocław: Ossolineum.
52. Kaku, M. (1995). *Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Warps, and the Tenth Dimension*. Oxford University Press.
53. Kaku, M. (2011). Tłum. J. Popowski. *Fizyka przyszłości. Nauka do 2100 roku*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
54. Karolak, S. (1999). Składnia. W: K. Polański (red.), *Encyklopedia językoznawstwa ogólnego* (s. 529–534). Wrocław: Ossolineum,.
55. Karolak, S. (2001). Czasy gramatyczne a model Reichenbacha. W: (red. tenże), *Od semantyki do gramatyki* (s. 63–87). Warszawa: Slawistyczny Ośrodek Wydawniczy przy IS PAN.
56. Karpiński, M. Podlipniak, P., Wysocka, M. (2020). Prozodia mowy a muzyka. W: M. Wysocka, B. Kamińska, S. Milewski (red.), *Prozodia. Przyswajanie, badanie, zaburzenia, terapia* (s. 102–122). Gdańsk: Harmonia Universalis.
57. Klimkowski, M., (1976). O mechanizmach słuchu fonematycznego i problemie analizy i syntezy słuchowej. W: L. Kaczmarek, (red.). *Studia logopaedica* (s. 75–85). Materiały ogólnopolskiego sympozjum, Lublin 5–7 IX 1974 i 27–28 V 1975. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
58. Kolb, B., Whishaw, I.Q. (1990). *Fundamentals of human neuropsychologie*. New York: Freeman.
59. Kolinsky, R., Morais, J., Peretz, I. (2010). *Musique, Langage, Émotion. Approche Neuro-cognitive*. Presses Universitaires de Rennes.

60. Komorowska, H. (1982). *Metody badań empirycznych w glottodydaktyce*. Warszawa: PWN.
61. Kowalik, K. (1997). *Struktura morfonologiczna współczesnej polszczyzny*. Kraków: PAN.
62. Kossut, M. (2010). Synapsy i plastyczność mózgu. W: *Polskie i światowe osiągnięcia nauki; Nauki biologiczne* (s. 286–305). Gliwice: Fundacja im. Wojciecha Świątosławskiego na Rzecz Wspierania Nauki i Rozwoju Potencjału Naukowego w Polsce.
63. Krajewski, M. (2010). *O metodologii nauk i zasadach pisarstwa naukowego. Uwagi podstawowe*. Gliwice: Uniwersytet Śląski.
64. Kropotov, J.D. (2009). Methods: Neuronal Networks and Event-Related Potentials. W: (tenże), *Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy* (s. 325–365). Amsterdam: Elsevier Science Publishing Co Inc.
65. Krüger, H.H. (2007). *Metody badań w pedagogice*. Tłum. D. Sztobryn. Gdańsk: Wydawnictwo GWP.
66. Kurcz, I, Okuniewska, H. (red.) (2011). *Język jako przedmiot badań psychologicznych. Psycholingwistyka ogólna i neurolingwistyka*. Warszawa: Wydawnictwo SWPS Academica.
67. Kurcz, I. (2005). *Psychologia języka i komunikacji*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe „Scholar”.
68. Kurkowski, Z.M. (2013). *Audiogenne uwarunkowania zburzeń komunikacji językowej*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
69. Langacker, R.W. (1987). *Foundations of cognitive grammar*. Stanford.
70. Langacker R.W. (1990). *Concept image and symbol: the cognitive basis of grammar*, Berlin–New York: De Gruyter Mouton.
71. Langacker, R.W. (1995). *Wykłady z gramatyki kognitywnej*. Tłum. J. Berej, R. Dymel, A. Głaz, H. Kardela, P. Łozowski, R. Sawka, P. Twardzisz. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
72. Langacker, R.W. (2003). Model dynamiczny oparty na uzusie językowym. W: E. Dąbrowska, W. Kubiński (red.). *Aktywizacja języka w świetle językoznawstwa kognitywnego* (s. 30–117). Kraków: Universitas.
73. Lerdahl, F., Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. MIT Press.
74. Liégeois-Chauvel, C., Laguitton, V., Chauvel, P. (2010). Le traitement musical au niveau du cortex auditif. W: B.Lechevalier, H. Platel, F. Eustache (red.), *Le*

- cerveau musicien. Neuropsychologie et psychologie cognitive de la perception musicale* (s. 47–64). Bruxelles: De Boeck Supérieur.
75. Łobocki, M. (2007). Wprowadzenie do metodologii badań pedagogicznych. Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków.
76. Łobocki, M. (2011). *Metody i techniki badań pedagogicznych*. Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
77. Łojek, E., Stańczak, J. (2005). Płynność figuralna w badaniach neuropsychologicznych. W: K. Jodzio (red.) *Neuralny świat umysłu* (s. 91–107). Kraków: Impuls.
78. Łuczyński, E. (2004). *Kategoria przypadku w ontogenezie języka polskiego, czyli o wchodzeniu dziecka w rzeczywistość gramatyczną*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
79. Łuria A.R., (1976). *Problemy neuropsychologii i neurolingwistyki*, Warszawa: PWN.
80. Marin, O., Perry, D.W. (1999). Neurological aspects of music perception and performance. W: D. Deutsch (red.), *The psychology of music* (s. 653–724). Academic Press.
81. Maszke, A.W. (2008). *Metody i techniki badań pedagogicznych*, Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
82. Mazurkiewicz-Sokołowska, J. (2006). *Transformacje i strategie wiązania w lingwistycznych badaniach eksperymentalnych*. Kraków: Universitas.
83. Mazurkiewicz-Sokołowska, J. (2011). *Lingwistyka mentalna w zarysie. O zdolności językowej w ujęciu integrującym*. Kraków: Universitas.
84. MacQueen, B.D. (2003). Neurolingwistyczne podstawy diagnozy i terapii logopedycznej. W: T. Gałkowski, G. Jastrzębowska (red.), *Logopedia – pytania i odpowiedzi. Podręcznik akademicki* (s. 191–221). Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.
85. McNamara, T.P. (2005). *Semantic priming: perspectives from memory and word recognition*. Sussex: Psychology Press.
86. Mecner, P. (2005). *Elementy gramatyki umysłu: od struktur składniowych do minimalizmu*. Kraków: Universitas.
87. Mesulam, M.M. (2009). Od doznania do poznania, W: K. Jodzio (red.), *Neuropsychologia. Współczesne kierunki badań* (s. 233–318). Warszawa: PWN.
88. Michalik, M. (2011) *Kompetencja składniowa w normie i zaburzeniach. Ujęcie integrujące*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego.

89. Michalik, M. (2012) „Gramatyka wewnętrzna” a kompetencja składniowa osób upośledzonych umysłowo. W: I. Nowakowska-Kempna (red.), *Studia z logopedii i neurologopedii* (s. 33–55). Kraków: WAM.
90. Michalik, M. (2015b). Transdyscyplinarność logopedii – między metodologiczną koniecznością a teoretyczną utopią. W: S. Milewski, K. Kaczorowska-Bray (red.), *Metodologia badań logopedycznych z perspektywy teorii i praktyki* (s. 32–46). Gdańsk: Wydawnictwo Harmonia Universalis.
91. Moor, B.C.J. (1999). *Wprowadzenie do psychologii słyszenia*. Warszawa–Poznań: PWN.
92. Moor, B.C.J. (red.) (1995). *Hearing*. Academic Press.
93. Mroziak, J. (1992). *Równoważność i asymetria funkcjonalna półkul mózgowych*. Warszawa: PAN.
94. Neely, J.H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and theories. W: D. Besner, G.W. Humphreys (red.), *Basic processes in reading: Visual word recognition* (s. 264–336). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
95. Nęcka, E. (2004). Procesy uwagi. W: J. Strelau (red.), *Psychologia. Podręcznik akademicki* (s. 78–96), t. 2, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
96. Nęcka, E., Orzechowski J., Szymura B. (red.) (2013). *Psychologia poznawcza*. Warszawa: PWN.
97. Nöth, W. (1995). *Handbook of semiotics*, Bloomington: Indiana University Press.
98. Okoń, W. (1998). *Nowy Słownik Pedagogiczny*. Warszawa: Wydawnictwo „Żak”.
99. Ozimek, E. (2018). *Dźwięk i jego percepcja*. Warszawa: PWN.
100. Palka, S. (2006). *Metodologia. Badania. Praktyka pedagogiczna*. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
101. Panasiuk, J. (2014). Terapia zaburzeń mowy u chorych neurologicznie a mechanizmy neuroplastyczności. W: M. Michalik (red.). *Nowa Logopedia. Diagnostyka i terapia logopedyczna osób dorosłych i starszych* (s. 41–65). Kraków: Collegium Columbinum.
102. Patel, A.D. (2008). *Music, Language, and the Brain*, Oxford University Press.
103. Patel, A.D. (2014). Muzyka jako transformacyjna technologia umysłu. Tłum. A. Foltyn. W: M. Bogucki, A. Foltyn, P. Podlipniak, P. Przybysz, H. Winiszewska (red.), *Neuroestetyka muzyki* (s. 307–316). Poznań: Wydawnictwo Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk.

104. Patel, A.D. (2012). Language, music, and the brain: a resource-sharing framework. W: P. Rebuschat, M. Rohrmeier, J.A. Hawkins, I. Cross (red.), *Language and music as cognitive systems* (s. 204–223). Oxford University Press.
105. Platel, H., Groussard, M. (2020). Benefits and limits of musical interventions in pathological aging. W: L.L. Cuddy, S. Belleville, A. Moussard (red.), *Music and the Aging Brain* (s. 317–332). Academic Press.
106. Pąchalska, M. (2008). *Rehabilitacja neuropsychologiczna. Procesy poznawcze i emocjonalne*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
107. Pąchalska, M., MacQueen, B.D., Brown, J.W. (2012). Microgenetic theory: Brain and mind in time. W: R.W. Rieber (red.), *Encyclopedia of the history of psychological theories* (s. 675–708). Springer.
108. Pąchalska, M., Kaczmarek, B.L.J., Kropotov, J.D. (2014). *Neuropsychologia kliniczna. Od teorii do praktyki*. Warszawa: PWN.
109. Peretz, I., Morais, J. (1989). La musique et la modularité. W: S. McAdams, I. Deliège. (red.), *La musique et les sciences cognitives* (s. 393–414). Editions Mardaga.
110. Piasecki, M. (2004). Selekttywne wprowadzenie do semantyki formalnej. W: J. Szymanik, M. Zajenkowski (red.), *Kognitywistyka. O umyśle umyślnie i nieumyślnie* (s. 113–155). Warszawa: Koło Filozoficzne przy MISH.
111. Pieter, J. (1997). *Ogólna metodologia pracy naukowej*. Wrocław–Warszawa–Kraków: Ossolineum
112. Pinker, S. (2002). *Jak działa umysł*. Warszawa: Książka i Wiedza.
113. Pilch, T., Bauman, T. (2010). *Zasady badań pedagogicznych: strategie ilościowe i jakościowe*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie „Żak”.
114. Podlipniak, P. (2013). Tonalność a kwestia adaptacyjności muzyki. W: M. Bogucki, A. Foltyn, P. Podlipniak, P. Przybysz, H. Winiszewska H. (red.), *Neuroestetyka muzyki* (s. 271–296). Poznań: Wydawnictwo Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk.
115. Polański, K. (red.) (1993). *Encyklopedia językoznawstwa ogólnego*. Wrocław–Warszawa–Kraków: Ossolineum.
116. Pruszewicz, A. (2000). *Zarys audiologii klinicznej*. Poznań: Wydawnictwa Akademii Medycznej.
117. Puślecki, W. (1985). *Metody badań pedagogicznych: obserwacja, eksperyment, test, sondaż*. Kalisz: Oddział Doskonalenia Nauczycieli.
118. Rakowski, A. (red.) (2002). *Kształtowanie i percepcja sekwencji dźwięków mu-*

- zycznych. Warszawa: Wydawnictwo Akademii Muzycznej im. Fryderyka Chopina.
119. Reiterer, M. (red.) (2018). *Exploring Language Aptitude: Views from Psychology, the Language Sciences, and Cognitive Neuroscience*. Springer.
 120. Rittel, T. (1975). *Szyk członów w obrębie form czasu przeszłego i trybu przypuszczającego*. Wrocław: Ossolineum.
 121. Rittel, T. (1985). *Kategoria osoby w polskim zdaniu*. Warszawa – Kraków: PWN.
 122. Ročławski, B. (1993). *Sluch fonemowy i fonetyczny. Teoria i praktyka*. Gdańsk: Glottispol.
 123. Rutkiewicz-Hanczewska, M. (2016). *Neurobiologia nazywania. O anomii priordialnej i apelatywnej*. Poznań: Wydawnictwo Naukowa UAM.
 124. Samson, S., Dellacherie, D. (2010). La neuropsychologie des émotions musicales. W: R. Kolinsky, J. Morais, I. Peretz (red.) (2010). *Musique, Langage, Émotion. Approche Neuro-cognitive* (s. 35–47). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
 125. de Saussure, F. (2002). *Kurs językoznawstwa ogólnego*. Tłum. K. Kasprzyk. Warszawa: PWN.
 126. Schmahmann, J. (2009). Rola mózdzku w powstawaniu afektu i niektórych psychoz. Tłum. M. Harciarek. W: K. Jodzio (red.) *Neuropsychologia. Współczesne kierunki badań* (s. 135–163). Warszawa: PWN.
 127. Siuta, J. red. (2005). *Słownik psychologii*. Kraków: Wydawnictwo Zielona Sowa.
 128. Skarbek, W.W. (2013). *Wybrane zagadnienia metodologii nauk społecznych*. Piotrków Trybunalski: Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie.
 129. Skibska, J. (2010). Asymetria funkcjonalna mózgu, a wykorzystanie mnemotechnik w procesie dydaktycznym w celu podniesienia efektywności kształcenia. W: J. Gabzdyl., B. Oelszlaeger (red.), *Oblicza edukacji. Księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Wojciechowi Kojowski* (s. 390–398). Sosnowiec: Oficyna Wydawnicza HUMANITAS.
 130. Sloboda, J. (2002). *Umysł muzyczny. Poznawcza psychologia muzyki*. Tłum. A. Białkowski, E. Klimas-Kuchtowa, A. Urban, Warszawa: Akademia Muzyczna im. Fryderyka Chopina.
 131. Snyder, B. (2001). *Music and Memory. An Introduction*. MIT Press.
 132. Sobol, E. (red.) (1995). *Mały Słownik Języka Polskiego*. Warszawa: PWN.
 133. Sobol, E. (red.) (2002). *Słownik Języka Polskiego PWN*. Warszawa: PWN.

134. Sollier, P. (2005). *Listening for Wellness: An introduction to the Tomatis Method*. The Mozart Center Press.
135. Spitzer, M. (2008). *Jak uczy się mózg*. Warszawa: PWN.
136. Springer, S.P., Deutsch, G. (2004). *Lewy mózg, prawy mózg: z perspektywy neurobiologii poznawczej*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
137. Stalmaszczyk, P. (2006). Koncepcje „języka” i „gramatyki” w gramatyce generatywnej i w semantyce pojęciowej. W: (red. tenże), *Metodologie językoznawstwa. Podstawy teoretyczne* (s. 74–90). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
138. Stalmaszczyk, P. (2022). Semantyka kategorialna dla predykcji: uwagi wstępne. W: K. Ratajczyk, A. Piasecka (red.), *W kręgu zagadnień języka, literatury i kultury. Księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Jarosławowi Wierzbickiemu* (s. 227–234). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
139. Szczepankowska, I. (2011). *Semantyka i pragmatyka językowa. Słownik podstawowych pojęć z zadaniami i literaturą przedmiotu*. Białystok: Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku
140. Szepietowska, E.M. (2010) Płynność słowna w neuropsychologii – aspekty teoretyczne i metodologiczne. W: K. Jodzio, E.M. Szepietowska (red.). *Neuronalne ścieżki poznania i zachowania. Rozważania interdyscyplinarne* (s. 15–28). Lublin: Wydawnictwo UMCS.
141. Szepietowska, E.M., Gawda B. (2011). *Ścieżkami fluencji werbalnej*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
142. Szpinda, A. (2022). *Anatomia prawidłowa człowieka*. T. 4. Edra Urban & Partner.
143. Sztumski, J. (1999). *Wstęp do metod i technik badań społecznych*. Katowice: Wydawnictwo „Śląsk”.
144. Szymańska, G. (2002). *Słuch fizjologiczny a słuch muzyczny*. Siedlce: Wydawnictwo „Nutka”.
145. Taylor, J.R. (2007). *Gramatyka kognitywna*. Tłum. M. Buchta, Ł. Wiraszka. Kraków: Universitas.
146. Tillmann, B. (2005). Implicit investigations of tonal knowledge in nonmusician listeners. W: G. Avanzini, L. Lopez, S. Koelsch, M. Majno (red.), *The Neurosciences and Music II: From Perception to Performance* (s. 100–110). Wiley-Blackwell.
147. Tomasello, M. (2003). Czy małe dzieci posiadają składniową kompetencję osób dorosłych? W: E. Dąbrowska, W. Kubiński (red.), *Akwizycja języka w świetle ję-*

- zykoznawstwa kognitywnego (s. 144–222). Kraków: Universitas.
148. Wallin, N.L., Merker, B., Brown, S. (red.) (2000). *The Origin of Music*. MIT Press.
149. West, M.L. (2003). *Muzyka starożytnej Grecji*. Tłum. A. Maciejewska, M. Kaziński. Kraków: Homini.
150. Wierzbicka, A., Bratmiński, J. (1999). *Język – umysł – kultura*. Warszawa: PWN.
151. Wunderlich, D. (2006). Introduction: What the study of the lexicon is about. W: D. Wunderlich (red.), *Advances in the Theory of the Lexicon* (s. 1–26). Berlin–New York: De Gruyter Mouton.
152. Wysocka, M. (2007). Percepcja struktur prozodycznych i muzycznych w aspekcie rozwojowym. W: T. Woźniak i A. Domagała (red.), *Język. Interakcja. Zaburzenia mowy. Metodologia badań* (s. 324–351). Lublin: Wydawnictwo UMCS.
153. Wysocka, M. (2012). *Prozodia mowy w percepcji dzieci*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
154. Varela, F.J. (1989). *Connaître. Les sciences cognitives, tendances et perspectives*. Paryż: Seuil.
155. Vetulani, J. (2010). *Mózg: fascynacje, problemy, tajemnice*. Kraków: Homini.
156. Zaczyński, W.P. (1995). *Praca badawcza nauczyciela*. Warszawa: WSiP.
157. Zatorre, R.J., Schönwiesner, M. (2011). Cortical Speech and Music Processes Revealed by Functional Neuroimaging. W: J. Winer, C. Schreiner (red.), *The Auditory Cortex* (s. 657–677). Springer.
158. Zimbardo, P.G., Johnson, R.L., McCann, V. (2012). *Psychologia. Kluczowe koncepcje*. Warszawa: PWN.
159. Żegnałek, K. (2008). *Metody i techniki stosowane w badaniach pedagogicznych*. Warszawa: Wydawnictwo: WSP TWP.
160. Żywiczyński, P. (2020). Hipotezy powstania języka a problem prozodii. W: M. Wysocka, B. Kamińska, S. Milewski (red.), *Prozodia. Przyswajanie, badanie, zaburzenia, terapia* (s. 38–64). Gdańsk: Harmonia Universalis.

Artykuły w czasopismach naukowych

1. Aartsen, M.J., Martin, M., Zimprich, D. (2004). Longitudinal Aging Study Amsterdam. Gender differences in level and change in cognitive functioning. Results

- from the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *Gerontology*, 50(1), s. 35–38.
2. Abdul-Kareem, I.A., Stancak, A., Parkes, L.M., Al-Ameen, M., AlGhamd, J., Aldhafeeri, F.M. (2011). Plasticity of the superior and middle cerebellar peduncles in musicians revealed by quantitative analysis of volume and number of streamlines based on diffusion tensor tractography. *Cerebellum*, 10, s. 611–623.
 3. Abrams, D.A., Bhatara, A., Ryali, S., Balaban, E., Levitin, D.J., i Menon, V. (2011). Decoding temporal structure in music and speech relies on shared brain resources but elicits different fine-scale spatial pattern. *Cerebral Cortex*, 21(7), s. 1507–1518.
 4. Addleman, D.A., Jiang, Y.V. (2019). Experience-Driven Auditory Attention., *Trends, Cogn Sci.* 23(11), s. 927–937.
 5. Addleman, D.A., Jiang, Y.V. (2019). The influence of selection history on auditory spatial attention. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 45(4), s. 474–488.
 6. Akın, O., Belgin, E. (2009). Hearing characteristics and frequency discrimination ability in musicians and nonmusicians, *J Int Adv Otol*, 5, s. 195–202.
 7. Alemi, R., Lehmann, A., Deroche, M.L.D. (2020). Adaptation to pitch-altered feedback is independent of one's own voice pitch sensitivity. *Scientific Reports*, 10, 16860.
 8. Altenmüller, E., Bangert, M., Liebert, G., Gruhn, W. (2000a). Mozart in us: How the brain processes music. *Medical Problems of Performing Artists*, 15, s. 99–106.
 9. Altenmüller, E., Gruhn, W., Liebert, G., Parlitz, D. (2000b). The impact of music education on brain networks: Evidence from EEG-studies. *International Journal of Music Education*, 35, s. 47–53.
 10. Amunts, J., Camilleri, J.A., Eickhoff, B., Patil, K.R., Heim, S., von Polier, G.G., Weis, S. (2021). Comprehensive verbal fluency features predict executive function performance. *Sci Rep*, 11(1), 6929.
 11. Ardila, A., Ostrosky-Solis, F., Barnal, B. (2006). Cognitive testing toward the future: the example of semantic verbal fluency (Animals). *International Journal of Psychology*, 41(5), s. 324–332.
 12. Arora, J., Pugh, K., Westerveld, M., Spencer S., Spencer, D.D., Todd Constable R. (2009). Language lateralization in epilepsy patients: fMRI validated with the Wada procedure. *Epilepsia*, 50, s. 2225–2241.
 13. Arsten, A., Martin, M., Zimprich, D. (2004). Gender differences in level and change in cognitive functioning. Results from the longitudinal Aging Study Am-

- sterdam. *Gerontology*, 50, s. 35–38.
14. Asano, R., Boeckx, C. (2015). Syntax in language and music: what is the right level of comparison? *Front Psychol*, 6, 942.
 15. Ayotte, J., Peretz, I., Hyde, K. (2002). Congenital amusia: a group study of adults afflicted with a music-specific disorder, *Brain*, 125 (Pt 2), s. 238–251.
 16. Baddeley, A.D. (1992). Working memory. *Science*, 255, s. 556– 559.
 17. Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trend Cogn. Sci.* 4, s. 417– 423.
 18. Baddeley, A.D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nat. Rev. Neurosci.* 4, s. 829– 839.
 19. Bangert, M., Peschel, T., Schlaug, G., Rotte, M., Drescher, D., Hinrichs, H. (2006). Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: evidence from fMRI conjunction. *Neuroimage*, 30, s. 917–926.
 20. Barbarotto, R., Laiacona, M., Frosio, R., Vecchio, M., Farinato, A., Capitani, E. (1998). A normative study on visual reaction times and two Stroop colour-word test. *Ital J Neurol Sci*, 19(3), s. 161–170.
 21. Bermudez, P., Lerch, J.P., Evans, A C., Zatorre, R.J. (2009). Neuroanatomical correlates of musicianship as revealed by cortical thickness and voxel-based morphometry. *Cereb. Cortex*, 19, s. 1583–1596.
 22. Bernal, B., Ardila, A. (2014). Bilateral representation of language: A critical review and analysis of some unusual cases. *J. Neurolinguistic*, 28, s. 63–80.
 23. Besson, M., Schön, D., Moreno, S., Santos, A., Magne, C. (2007). Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language. *Restorative neurology and neuroscience*, 25(3–4), s. 399–410.
 24. Besson, M., Chobert, J., and Marie, C. (2011). Transfer of training between music and speech: common processing, attention, and memory. *Front. Psychol*, 2, 94.
 25. Berz, W.A. (1995). Working memory in music: A theoretical model. *Music Perception*, 12(3), s. 353–364.
 26. Bever, T., Chiarello, R. (2009). Cerebral dominance in musicians and nonmusicians. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 21(1), s. 94–97.
 27. Bharucha, J.J., Stoeckig, K. (1989). Reaction time and musical expectancy: priming of chord. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 12(4), s. 403–410.
 28. Bianchi, F., Hjortkjær, J., Santurett, S., Zatorre R.J., Siebner H.R., Dau T. (2017).

- Subcortical and cortical correlates of pitch discrimination: evidence for two levels of neuroplasticity in musician, *Neuroimage*, 163, s. 398–412.
29. Bidelman, G.M., Yoo, J. (2020). Musicians show improved speech segregation in competitive, Multi-Talker Cocktail Party scenario. *Front Psychol*, 11, 1927.
 30. Bigand, E., Pineau, M. (1997). Global context effects on musical expectancy. *Percept Psychophys*, 59(7), s. 1098–1107.
 31. Bigand, E., Poulin-Charronnat, B. (2006). Are we “experienced listeners”? A review of the musical capacities that do not depend on formal musical training. *Cognition*, 100, s. 100–130.
 32. Bigand, E., Poulin, B., Tillmann, B., Madurell, F., D’Adamo, D.A. (2003). Sensory versus cognitive components in harmonic priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, s. 159–171.
 33. Bigand, E., Tillmann, B., Poulin, B., D’Adamo, D.A., Madurell, F. (2001). The effect of harmonic context on phoneme monitoring in vocal music. *Cognition*, 81, s. 11–20.
 34. Bigand, E., Tillmann, B., Poulin-Charronnat, B., Manderlier, D. (2005). Repetition priming: Is music special? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A(8), s. 1347–1375.
 35. Birin, R., Kenworthy, L., Case, L., Caravella, R., Jones, T., Bandettini, P., Martin, A. (2010). Neural system supporting lexical search guided by letter and semantic category cues: A self-paced overt response fMRI study of verbal fluency. *Neuroimage*, 49, s. 1099–1107.
 36. Bobrowski, I. (2009). O dwóch kognitywizmach. *Biuletyn Polskiego Towarzystwa Językoznawczego*, LXV, s. 57–65.
 37. Bonnel, A.M., Faïta, F., Peretz, I., Besson, M. (2001). Divided attention between lyrics and tunes of operatic songs: Evidence for independent processing. *Perception & Psychophysics*, 63, s. 1201–1213.
 38. Bonner, M., Price, A. (2013). Where is the anterior temporal pole and what does it do? *Journal of Neuriscience*, 33 (10), s. 4213–4215.
 39. Bor, D., Cumming, N., Scott, C.E., Owen, A.M. (2004). Prefrontal cortical involvement in verbal encoding strategies. *Eur. J. Neurosci*, 19, s. 3365–3370.
 40. Bor, D., Duncan, J., Wiseman, R.J., Owen, A.M. (2003). Encoding strategies dissociate prefrontal activity from working memory demand. *Neuron*, 37, s. 361–367.
 41. Bor, D., Owen, A.M. (2007). A common prefrontal-parietal network for mnemo-

- nic and mathematical recoding strategies within working memory. *Cereb. Cortex*, 17, s. 778–786.
42. Brown, S., Martinez, M.J., Parsons, L.M. (2006). Music and language side by side in the brain: a PET study of the generation of melodies and sentence. *The European Journal of Neuroscience*, 23(10), s. 2791–2803.
 43. Bruneau, E.G., Pluta, A., Saxe, R. (2012). Distinct roles of the “shared pain” and “theory of mind” networks in processing others’ emotional suffering. *Neuropsychologia*, 50, s. 219–231.
 44. Buckner, R.L., Andrews-Hanna, J.R., Schacter, D.L. (2008). The brain’s default network: anatomy, function, and relevance to disease. *Ann N Y Acad Sci*, 1124, s. 1–38.
 45. Burczyk, I. (2015). Muzyka a słuch fonematyczny. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanita Pedagogika*, 10, s. 123–132.
 46. Chaddock-Heyman, L., Loui, P., Weng, T.B., Weissshappel, R., McAuley, E., Kramer, A.F. (2021). Musical training and brain volume in older adults. *Brain. Sci*, 11. 50, s. 2–16.
 47. Calma-Roddin, N., Drury, J.E. (2020). Music, language, and the N400: ERP interference patterns across cognitive domain. *Sci Rep*, 10(1), 11222.
 48. Canli, T., Desmond, J.E., Zhao, Z., Gabrieli J.D. (2002). Sex differences in the neural basis of emotional memories. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 99(16), s. 10789–10794.
 49. Canette, L.H., Lalitte, P., Bedoin, N., Pineau, M., Bigand, E., Tillmann B.J. (2020). Rhythmic and textural musical sequences differently influence syntax and semantic processing in children. *Exp Child Psychol*, 191, 104711.
 50. Cantalupo, C., Hopkins, W.D. (2001). Asymmetric Broca’s area in great ape. *Nature*, 414, 505.
 51. Caplan, D.N., Alpert, N.M., Waters, G. (1998). Effects of syntactic structure and propositional number on patterns of regional cerebral blood flow. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, s. 541–552.
 52. Caplan, D., Alpert, N., Waters, G., Olivieri, A. (2000). Activation of Broca’s area by syntactic processing under conditions of concurrent articulation. *Hum Brain Mapp*, 9(2), s. 65–71.
 53. Cardillo, E.R., Aydelott, J., Matthews, P.M., Devlin, J.T. (2004). Left inferior prefrontal cortex Activity reflects inhibitory rather than facilitatory priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, s. 1552–1561.

54. Carpentier, A., Pugh, K.R., Westerveld, M., Studholme, C., Skrinjar, O., Thompson, J.L. (2001). Functional MRI of language processing: dependence on input modality and temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*, 42, s. 1241–1254.
55. Chartrand, J.P., Belin, P. (2006). Superior voice timbre processing in musician. *Neurosci Lett*, 25; 405(3), s. 164–167.
56. Cheng, L.K., Chiu, Y.H., Lin, Y.C., Li, W.C., Hong, T.Y., Yang, C.J., Shih, C.H., Yeh, T.C., Tseng, W.I., Yu, H.Y., Hsieh, J.C., Chen, L.F. (2022). Long-term musical training induces white matter plasticity in emotion and language network. *Hum Brain Mapp*, 44(1), s. 5–17.
57. Chiang, J.N., Rosenberg, M.H., Bufford, C.A., Stephens, D., Lysy, A., Monti, M.M. (2018). The language of music: Common neural codes for structured sequences in music and natural language. *Brain Lang*, 185, s. 30–37.
58. Chin, Ch. (2003). The Development of absolute pitch: a theory concerning the roles of music training at an early developmental age and individual cognitive style. *Psychology of Music*, 31, s. 155–171.
59. Corballis, M.C. (2014). Left brain, right brain: facts and fantasie. *PLoS Biol*, 12(1), e1001767.
60. Corbetta, M., Shulman, G.L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nat. Rev. Neurosci*, 3, s. 201–215.
61. Cui, A., Kuang, J. (2019). The effects of musicality and language background on cue integration in pitch perception. *J Acoust Soc Am*, 146(6), 4086.
62. Daniluk, B., Szepietowska, E.M., Bukowska, M., Fluencja słowna u osób z depresją w przebiegu zaburzeń afektywnych dwubiegunowych. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia*, 4(3–4), s. 126–136.
63. Daselaar, M., Huijbers, W., Eklund, K., Moscovitch, M., Cabeza, R. (2013). Resting-state functional connectivity of ventral parietal regions associated with attention reorienting and episodic recollection. *Front. Hum. Neurosci*, 7, 38.
64. Dassanayake, T.L., Hewawasam, C., Baminiwatta, A., Ariyasinghe, D.I. (2021). Regression-based, demographically adjusted norms for Victoria Stroop Test, Digit Span, and Verbal Fluency for Sri Lankan adult. *Clin Neuropsychol*, 35(sup1), s. 32–49.
65. Demany, L., Clement S., Semal, C., (2001). Does auditory memory depend on attention? *Journal of Acoustical Society of America*, 109, s. 461–467.
66. Domagała, A., Mirecka, U. (2001). Słuch fonemowy. Odkrywanie elementar-

- nych jednostek systemu językowego. *Logopedia*, t. 29, s. 53–70.
67. Domżał, T.M. (2013). Pamięć w neurologii: zaburzenia, diagnostyka i leczenie, *Forum Medycyny Rodzinnej*, tom 7, nr 4, s. 155–164.
 68. Dor, D. (2000). From the autonomy of syntax to the autonomy of linguistic semantic notes on the correspondence between the transparency problem and the relationship. *Problem, Pragmatics & Cognition*, 8(2), s. 325–356.
 69. Du, Y., Zattore, R.J. (2017). Musical training sharpens and bonds ears and tongue to hear speech better. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*, 19; 114 (51), s. 13579–13584.
 70. Elmer, S., Hänggia, J., Meyer, M., Jäncke, L. (2013). Increased cortical surface area of the left planum temporale in musicians facilitates the categorization of phonetic and temporal speech sounds. *Cortex*, 49(10), s. 2812–2821.
 71. Elyse, G.M., Coch, D. (2011). Music training and working memory: An ERP study. *Neuropsychologia*, 49, s. 1083–1094.
 72. Ericsson, K.A., Kintsch, W. (1995). Long-term working-memory. *Psychol. Rev.*, 102, s. 211–245.
 73. Escoffier, N., Tillmann, B. (2008). The tonal function of a task-irrelevant chord modulates speed of visual processing. *Cognition*, 107(3), s. 1070–1083.
 74. Escobar, J., Mussoi, B.S., Silberer, A.B. (2020). The effect of musical training and working memory in adverse listening situations. *Ear Hear*, 41(2), s. 278–288.
 75. Evers, S., Tölgyesi, B. (2022). Music and the Cerebellum. *Adv Exp Med Biol.* 1378, s. 195–212.
 76. Fadiga, L., Craighero, L., D'Ausilio, A. (2009). Broca's area in language, action, and music. *Ann N Y Acad Sci*, 1169, s. 448–458.
 77. Falzi, G., Perrone, P., Vignolo, L. (1982). Right-left asymmetry in anterior speech region. *Archives of Neurology*, 39, s. 239–240.
 78. Fennell, A.M., Bugos, J.A., Payne, B.R., Schotter, E.R. (2021). Music is similar to language in terms of working memory interference. *Psychon Bull Rev*, 28(2), s. 512–525.
 79. Fedorenko, E., Patel, A.D., Casasanto, D., Winawer, J., Gibson, E. (2009). Structural integration in language and music: Evidence for a shared system. *Memory & Cognition*, 37, s. 1–9.
 80. Fitzroy, A.B., Lisa, D., Sanders, L.D. (2013). Musical expertise modulates early processing of syntactic violations in language. *Front Psychol*, 11, 3, 603.
 81. Frazier, L. (1987). Sentence processing: A tutorial review. W: M. Coltheart (red.),

- Attention and performance 12: The psychology of reading* (s. 559–586). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
82. Friederici, A.D. (2002). Toward a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, s. 78–84.
 83. de Frias, C.M., Nilsson, L.G., Herlitz, A. (2006). Sex differences in cognition are stable over a 10-year period in adulthood and old age. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn*, 13(3–4), s. 574–587.
 84. Friederici, A.D., Pfeifer, E., Hahne, A. (1993). Event-related brain potentials during natural speech processing: Effects of semantic, morphological and syntactic violations. *Cognitive Brain Research*, 1, s. 183–192.
 85. Friederici, A.D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends Cogn Sci*, 6(2), s. 78–84.
 86. Friederici, A.D., Rüschmeyer, S.A., Hahne, A., Fiebach, C. (2003). The role of left inferior frontal and superior temporela cortex in sentence comprehension: localizing syntactic and semantic processes. *Cerebral cortex*, 13, s. 170–177.
 87. Frühholz, S., Ceravolo, L., Grandjean, D. (2012). Specific brain networks during explicit and implicit decoding of emotional prosody. *Cerebral Cortex*, vol. 22, issue 5, s. 1107–1117.
 88. Frühholz, S., Trost, W., Grandjean, D. (2014). The role of the medial temporal limbic system in processing emotions in voice and music. *Progress in Neurobiology*, vol. 123, s. 1–17.
 89. Gadea, M., Gomez, C., Espert, R.(2000). Test-Retest performance for the consonant-vowel dichotic listening test with and without attentional manipulation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22(6), s. 793–803.
 90. Galewicz, W. (2009). O etyce badań naukowych. *Diametros*, 19, s. 48–57.
 91. Gannon, P.J., Holloway, R.L., Broadfield, D.C., Braun, A.R. (1998). Asymmetry of chimpanzee planum temporale: humanlike pattern of Wernicke’s language area homolog. *Science*, 279, s. 220–222.
 92. García-Herranz, S., Díaz-Mardomingo, M.C., Suárez-Falcón, J.C., Rodríguez-Fernández, R., Peraíta, H., Venero, C. (2022). Normative data for verbal fluency, trail making, and Rey-Osterrieth Complex Figure Tests on monolingual Spanish-speaking older adult. *Arch Clin Neuropsychol*, 37(5), s. 952–969.
 93. García-Navarro, E.B., Buzón-Pérez, A., Cabillas-Romero, M. (2022). Effect of Music Therapy as a Non-Pharmacological Measure Applied to Alzheimer’s

- Disease Patients: A Systematic Review. *Nursing Reports*, 12(4), s. 775–790.
94. Garn, C.L., Allen, M.D., Larsen, J.D. (2009). An fMRI study of sex differences in brain activation during object naming. *Cortex*, 45(5), s. 610–618.
 95. Garoff, R., Slotnick, S., Schacter, D. (2005). The neural origins of specific and general memory : the role of the fusiform cortex. *Neuropsychologia*, 43, s. 848–859.
 96. Gauthier, C.T., Duyme, M., Zanca, M., Capron, C. (2009). Sex and performance level effects on brain activation during a verbal fluency task: a functional magnetic resonance imaging study. *Cortex*, 45(2), s. 164–176.
 97. Genetti, M., Grouiller, F., Vulliemoz S., Spinelli, L., Seeck, M., Michel, C.M. (2013). Noninvasive language mapping in patients with epilepsy or brain tumor. *Neurosurgery*, 72, s. 555–565.
 98. Gierski, F., Peretti, Ch., Ergis, A.M. (2007). Effects of the dopamine agonist pramipexole on prefrontal temporal cortical network function in normal aging as assessed by verbal fluency. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 31, s. 262–268.
 99. Gillberg, I.C., Råstam, M., Wentz, E., Gillberg, C. (2007). Cognitive and executive functions in anorexia nervosa ten years after onset of eating disorder. *J Clin Exp Neuropsychol*, 29(2), s. 170–178.
 - Gobet, F., Lane, P.C.R., Croker, S., Cheng, P.C-H., Jones, G., Oliver, I., Pine, J.M. (2001). Chunking mechanisms in human learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5 (6), s. 236–243.
 100. Gorzelańczyk, E.J. (1999). Pamięć, świadomość i biologiczne podłoże pochodzenia języka. *Investigationes Linguisticae*, 7, s. 161–172.
 101. Gorzelańczyk, E.J., Podlipniak, P., Walecki, P. (2016). Predykcja roli pętli korowo-podkorowych w przetwarzaniu struktury muzyki tonalnej, *EPISTEME: Czasopismo Naukowo-Kulturalne*, 31(2), s. 77–86.
 102. Gorzelańczyk, E.J. (2003). Neurobiology and the evolution of human culture and language. *Acta Neuropsychologica*, 1 (4), s. 436–448.
 103. Górzyska A. (2015). Amuzja i słuch absolutny a zdolności poznawcze dziecka. Przyczynek do badań, *Konteksty kształcenia muzycznego*, 2(3), s. 49–60.
 104. Grandjean, D. (2021). Brain networks of emotional prosody processing. *Emotion Review*. 13(1), s. 34–43.
 105. Grimshaw, G.M., Séguin, J.A., Godfrey, H.K. (2009). Once more with feeling: The effects of emotional prosody on hemispheric specialisation for linguistic pro-

- cessing. *Journal of Neurolinguistics*, vol. 22, issue 4, s. 313–326.
106. Grodzinsky, I. (2000). The neurology of syntax. Language sse whitout Broca's area. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, s. 1–71.
 107. Groussard, M., Viader, F., Landeau, B., Desgranges, B., Eustache, F., Platel, H. (2014). The effects of musical practice on structural plasticity: the dynamics of grey matter change. *Brain Cogn*, 90, s. 174–180.
 108. Grucza, F. (1983). Metanaukowa i metalingwistyczna wizja lingwistyki (stosowanej). *Lingwistyka Stosowana*, 1, s. 19–39.
 109. Grzegorzczkova, R. (2004). Problem uniwersaliów, genezy i rozwoju języka (Refleksje w związku z książką Jean Aitchison: Ziarna mowy, Warszawa 2002). *Biuletyn Polskiego Towarzystwa Językoznawczego*, LX, s. 207–215.
 110. Gur, R.C., Gunning-Dixon, F., Bilker, W.B., Gur, R.E. (2002). Sex differences in temporo-limbic and frontal brain volumes of healthy adult. *Cereb Cortex*, 12(9), s. 998–1003.
 111. Habermeyer, B., Herdener, M., Esposito, F., Hilti, C.C., Klarhöfer, M., di Salle, F. (2009). Neural correlates of pre-attentive processing of pattern deviance in professional musician. *Hum Brain Map*, 30, s. 3736–3747.
 112. Hamberger, M.J., Cole, J. (2011). Language organization and reorganization in epilepsy. *Neuropsychol Rev*, 21, s. 240–251.
 113. Halari, R., Sharma, T., Hines, M., Andrew, C., Simmons, A., Kumari, V. (2006). Comparable fMRI activity with differential behavioural performance on mental rotation and overt verbal fluency tasks in healthy men and women. *Exp Brain Res*, 169, s. 1–14.
 114. Halpern, D.F., Tan, U. (2001). Stereotypes and steroids: using a psychobiosocial model to understand cognitive sex difference. *Brain Cogn*, 45(3), s. 392–414.
 115. Hamerlińska, A. (2017). Metodyka logopedyczna w przypadku osób po laryngektomii całkowitej. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensi Studia Logopaedica*, VI, s. 89–100.
 116. Hennessy, S., Wendy, J., Mack, W.J., Habibia, A. (2022). Speech-in-noise perception in musicians and non-musicians: A multi-level meta-analysis. *Hearing Research*, 416, 108442.
 117. Hess, D.J., Foss D.J., Carroll, P. (1995). Effects of global and local context on lexical processing during language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, s. 62–85.

118. Hickok, G., Poeppel, D. (2007). The cortical organization of Speech Processing. *Nature reviews Neuroscience*, 8(5), 393–402.
119. Hickok, G. (2009). The functional neuroanatomy of language. *Phy Life Rev*, 6, s. 121–143.
120. Hickok, G., Houde, J., Rong, F. (2011). Sensorimotor integration in speech processing: computational basis and neural organization. *Neuron*, 69, s. 407– 422.
121. Hillis, A., Caramazza, A. (1995). Representation of grammatical categories of words in the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience* 7(3), s. 396–406.
122. Hirano, M., Furuya, S. (2022). Multisensory interactions on auditory and somatosensory information in expert pianists. *Sci Rep*, 12(1), 12503.
123. Hiscock, M., Kinsbourne, M. (2011). Attention and the right-ear advantage: what is the connection? *Brain Cogn*, 76(2), s. 263–275.
124. Hoch, L., Tillmann, B., Poulin-Charronnat, B. (2007). Influence de la fonction harmonique d'un accord sur les traitements syntaxique et sémantique en langage, présenté au XXXe Symposium de l'Association de psychologie scientifique de langue française, Musique, Langage, Émotions, 24–25 wrzesień 2007, Bruxelles.
125. Hoch, L., Tillmann, B., Poulin-Charronnat, B. (2008). Musique, syntaxe et sémantique: des ressources d'intégration structurale et temporelle partagées? *Revue de Neuropsychologie*, 18(1), s. 33–59.
126. Hrvoj-Mihic, B., Bienvenu, T., Stefanacci, L., Muotri, A.R., Semendeferil, K. (2013). Evolution, development, and plasticity of the human brain: from molecules to bones. *Front Hum Neurosci.*, 7, 707.
127. Ito, T., Tiede, M., Ostry, D.J.(2009). Somatosensory function in speech perception. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. A.*, 10, s. 1245–1248.
128. James, C.E., Oechslin, M., Van De Ville, D., Hauert, C.-A., Descloux, C., and Lazeyras, F. (2014). Musical training intensity yields opposite effects on grey matter density in cognitive versus sensorimotor network. *Brain Struct Funct.* 219, s. 353–366.
129. Jancke, L., Buchanan, T.W., Lutz, K., Shah, N.J. (2001). Focused and nonfocused attention in verbal and emotional dichotic listening: an fMRI study. *Brain Lang*, 78(3), s. 349–363.
130. Janszky, J., Mertens, M., Janszky, I., Ebner, A., Woermann F.G. (2006). Left-sided interictal epileptic activity induces shift of language lateralization in temporal lobe epilepsy: an fMRI study. *Epilepsia*, 47, s. 921–927.

131. Januszewska-Warych, M. (2006). Uzdolnienia muzyczne, zdolności i muzykalność dzieci. *Nauczyciel i Szkoła*, 3–4, s. 109–123.
132. Jędrzejczyk, P., Wicher, A., Tarnowska E. (2021). Ocena wpływu kształcenia muzycznego na lateralizację słuchową. *Protetyka Słuchu*, 5, s. 5–11.
133. Jones, E., Mahmoud, Y., Phillips, M.D. (2011). A practical clinical method to quantify language lateralization in fMRI using whole-brain analysis. *Neuroimage*, 54, s. 2937–2949.
134. Jodzio, K. (2006). Neuropoznawcze korelaty spadku fluencji słownej po udarze prawej półkuli mózgu. *Studia Psychologiczne*, 44, s. 25–42.
135. Kahraman, S., Karaduman S., Ünsal, S., Yalçinkaya, F. (2021). Evaluation of central auditory processing in musicians and non-musician. *Int Tinnitus J*, 25(1), s. 118–123.
136. Karpati, F.J., Giacosa, C., Foster, N.E.V., Penhune, V.B., Hyde, K.L. (2017). Dance and music share gray matter structural correlate. *Brain Res*, 1657, s. 62–73.
137. Kimura, D. (1983). Sex differences in cerebral organization for speed and praxic functions. *Canadian Journal of Psychology*, 37, s. 19–35.
138. Koelsch, S., Gunter, T., Friederici, A.D., Schröger E. (2000). Brain indices of music processing: “nonmusicians” are musical. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, s. 520–541.
139. Koelsch S., Gunter T.C., von Cramon D.Y., Zysset S., Lohmann, G., Friederici, A.D. (2002). Bach speaks: A cortical “language-network” serves the processing of music. *Neuroimage*, 17, s. 956–966.
140. Koelsch, S., Kasper, E., Sammler, D., Schulze, K., Gunter, T., Friederici, A.D. (2004). Music, language and meaning: brain signatures of semantic processing. *Nature Neuroscience*, 7(3), s.302–307.
141. Koelsch, S., Siebel, W.A. (2005). Towards a neural basis of music perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), s. 578–584.
142. Koelsch, S. (2005). Neural substrates of processing syntax and semantics in music. *Current Opinion in Neurobiology*, 15, s. 207–212.
143. Koelsch, S., Gunter, T.C., Wittfoth, M., Sammler D. (2005). Interaction between syntax processing in language and in music: an ERP Study. *J Cogn Neurosci*, 17(10), s. 1565–1577.
144. Koelsch, S., Jentschke, S. (2008). Short-term effects of processing musical syntax: an ERP study. *Brain Res*, 1212, s. 55–62.

145. Koelsch, S. (2011). Toward a neural basis of music perception – a review and updated model. *Frontiers in Psychology*, 2, 110.
146. Koelsch, S. (2015). Music-evoked emotions: principles, brain correlates, and implications for therapy. *Ann N Y Acad Sci*, 1337, s. 193–201.
147. Kollndorfer, K., Furtner, J., Krajnik, J., Prayer, D., Schöpf V. (2013). Attention shifts the language network reflecting paradigm presentation. *Front. Hum. Neurosci*, 7, 809.
148. Kompus, K., Specht, K., Ersland, L., Juvodden, H.T., van Wagneningen, H., Hugdahl, K., i in. (2012). A forced-attention dichotic listening fMRI study on 113 subjects. *Brain Lang*, 121(3), s. 240–247.
149. Kotz, A., Cappa, F., Von Cramon, D.Y., Friederici, A.D. (2002). Modulation of the lexical-semantic network by auditory semantic priming: an event-related functional MRI study. *Neuroimage*, 17, s. 1761–1772.
150. Kotz A., Meyer M., Alter K., Besson M., von Cramon D.Y., Friederici A.D. (2003). On the lateralization of emotional prosody: An event-related functional MR investigation. *Brain and Language*, vol. 86, issue 3, s. 366–376.
151. Kotz, S.A., Meyer, M., Paulmann, S. (2006). Lateralization of emotional prosody in the brain: an overview and synopsis on the impact of study design. *Prog Brain Res*, 156, s. 285–294.
152. Kotz, A., Paulmann, S. (2007). When emotional prosody and semantics dance cheek to cheek: ERP evidence. *Brain Research*, 1151, s. 107–118.
153. Kozłowska-Lewna, A. (2011). Badania nad słyszeniem absolutnym u dzieci w wieku szkolnym. *Aspekty muzyki*, 1, s. 101–122.
154. Kozłowska-Lewna, A. (2013). Słuch absolutny – symptomem zdolności muzycznych i poznawczych? *Aspekty muzyki*, 3, s. 59–82.
155. Krienen, F.M., Buckner, R.L. (2009). Segregated fronto-cerebellar circuits revealed by intrinsic functional connectivity. *Cereb Cortex*, 19(10), s. 2485–2497.
156. Krings, T., Töpper, R., Foltys, H., Erberich, S., Sparing, R., Willmes, K., Thron, A. (2000). Cortical activation patterns during complex motor tasks in piano players and control subject. A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, 278, issue 3, s. 189–193.
157. Kulynych, J.J., Vladar, K., Jones, D.W., Weinberger, D.R. (1994). Gender differences in the normal lateralization of the supratemporal cortex: MRI surface-rendering morphometry of Heschl's gyrus and the Planum Temporale. *Cerebral*

Cortex, 4, s. 107–118.

158. Kunert, R., Willems, R.M., Casasanto, D., Patel, A.D., Hagoort, P. (2015). Music and language syntax interact in Broca's area: An fMRI Study. *PLoS One*, 10(11), e0141069.
159. Kurkowski, Z.M. (1997). Audiogenne uwarunkowania zaburzeń mowy. *Audiofonologia*, 10, s. 103–109.
160. Kurkowski Z.M. (2018). Lateralizacja słuchowa – wybrane problemy diagnozy i terapii. *Logopedia*, 47, s. 215–230.
161. Krzyżak, A. (2021). Different pattern of auditory processing lateralization in musicians and non-musicians. *Acta Neuropsychologica*, 19 (1), s. 105–119.
162. Laffere, A, Dick, F, Tierney, A. (2020). Effects of auditory selective attention on neural phase: individual differences and short-term training. *Neuroimage*, 213, 116717.
163. Landry, P., Champoux, F. (2017). Musicians react faster and are better multisensory integrators. *Brain Cogn*, 111, s. 156–162.
164. Larrouy-Maestri, P., Pfordresher, P.Q. (2018). Pitch perception in music: Do scoops matter? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 44(10), s. 1523–1541.
165. Landry, P., Sharp, A., Pagé, S., Champoux, F. (2017). Temporal and spectral audiotactile interactions in musicians. *Exp Brain Res*, 235(2), s. 525–532.
166. Leggio, M.G., Silveri, M.C., Petrosini, L., Molinari, M. (2000). Phonological grouping is specifically affected in cerebellar patients: a verbal fluency study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 69(1), s. 102–106.
167. Le Pelley, M.E., Mitchell, C.J., Beesley, T., George, D.N., Wills, A.J. (2016). Attention and associative learning in humans: An integrative review. *Psychol Bull*, 142(10), s. 1111–1140.
168. Levitin, D.J. (1994). Absolute memory for musical pitch: evidence from the production of learned melodies. *Percept Psychophys*, 56(4), s. 414–423.
169. Levitin, D.J., Rogers, E. (2005). Absolute pitch: perception, coding, and controversy. *Trends Cogn Sci*, 9(1), s. 26–33
170. Liao, X., Vasilakos, A.V., He, Y. (2017). Small-world human brain networks: Perspectives and challenges. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 77, s. 286–300.
171. Liégeois, F., Connelly, A., Cross, J.H., Boyd, G., Gadian, D.G., Vargha-Khadem,

- F. (2004). Language reorganization in children with early-onset lesions of the left hemisphere: an fMRI study. *Brain*, 127, s. 1229–1236.
172. Lima, C.F., Castro, L. (2011). Speaking to the trained ear: musical expertise enhances the recognition of emotions in speech prosody. *Emotion*, 11(5), s. 1021–1031.
 173. Limb, C.J., Kemeny, S., Ortigoza, E.B., Rouhani, S., Braun, A.R. (2006). Left hemispheric lateralization of brain activity during passive rhythm perception in musician. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol*, 288(4), s. 382–389
 174. Loui, P., Zamm, A., Schlaug, G. (2012). Absolute pitch and synesthesia: two sides of the same coin? Shared and distinct neural substrates of music listening. *ICMPC*, 2012, s. 618–623.
 175. Łuczywek, E., Fersten, E. (1992). Poziom fluencji słownej przy różnych uszkodzeniach mózgu. *Studia Psychologiczne*, XXX, 1–2, s. 89–98.
 176. Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T.C., Friederici, A.D. (2001). Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study. *Nature Neuroscience*, 4, s. 540–544.
 177. Magnusdottir, B.B., Haraldsson, H.M., Sigurdsson, E. (2021). Trail Making Test, Stroop, and Verbal Fluency: Regression-Based Norms for the Icelandic Population. *Arch Clin Neuropsychol*, 36(2), s. 253–266.
 178. Majak, J., Śliwiska-Kowalska, M. (2004). Does musical training enhance auditory processing test performance in normal hearing adults? *Otorynolaryngologia*, 15, s. 165–172.
 179. Makuuchi, M., Friederici, A.D. (2013). Hierarchical functional connectivity between the core language system and the working memory system. *Cortex*, 49, s. 2416–2423.
 180. Marmel, F., Tillmann, B., Dowling, W.J. (2008). Tonal expectations influence pitch perception, *Perception & Psychophysics*, 70, s. 841–852.
 181. Martin, A., Chao, L.L. (2001). Semantic memory and the brain: structure and processe. *Curr Opin Neurobiol*, 11(2), s. 194–201.
 182. Marmel, F., Tillmann, B. (2009). Tonal priming beyond tonics. *Music Perception*, 26, s. 211–221.
 183. Marques, C., Moreno, S., Castro S.L., Besson M. (2007). Musicians detect pitch violation in a foreign language better than nonmusicians: behavioral and electrophysiological evidence. *J Cogn Neurosci*, 19(9), s. 1453–163.
 184. Marques, J., Canessa, N., Siri, S., Catricala, E., Cappa, S. (2008). Conceptual

- knowledge in the brain: fMRI evidence for a featural organization. *Brain Research*, 1194, s. 90–99.
185. Matziorinis, A.M., Koelsch, S. (2022). The promise of music therapy for Alzheimer's disease: A review. *Ann NY Acad Sci*, 1516(1), s. 11–17.
 186. Mehler, J., Bever, T.G. (1967). Cognitive capacity of very young children. *Science*, 158(3797), s. 141–142.
 187. Michalik, M. (2014). Kompetencja składniowa jako przedmiot badań neurolingwistycznych – wprowadzenie do neurosyntaktyki. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensi Studia Linguistica*, IX, s. 17–29.
 188. Middleton, F.A., Strick, P.L. (2001). Cerebellar projections to the prefrontal cortex of the primate. *J Neurosci*, 21(2), s. 700–712.
 189. Mietz, K. (2016). Pamięć, rutynizacja a nabywanie języka – eksperyment psycholingwistyczny. *Neurolingwistyka Praktyczna*, 2, s. 52–72.
 190. Mietz, K. (2016a). Pamięć i rutynizacja jako czynniki decydujące o nabywaniu języka. *Studia Logopaedica*, 5(192), s. 120–144.
 191. Miyazaki, K. (2004). How well do we understand absolute pitch? *Acoustical Science and Technology*, 25(6), s. 426–432.
 192. Miyazaki, K., Ogawa, Y. (2006). Learning absolute pitch by children: A cross-sectional study. *Music Perception*, 24, s. 66–71.
 193. Miller, D.I., Halpern, D.F. (2014). The new science of cognitive sex differences. *Trends Cogn Sci*, 18(1), s. 37–45.
 194. Moncrieff, D.W., Wilson, R.H. (2009). Recognition of randomly presented one-, two-, and three-pair dichotic digits by children and young adults. *Journal of American Academy of Audiology*, 20, s. 58–70.
 195. Moor, K. (2013). A systematic review on the neural effects of music on emotion regulation: implications for music therapy practice. *J Music Ther*, 50(3), s. 198–242.
 196. Morningstar, M., French, R.C., Mattson, W.I., Englot, D.J., Nelson, E.E. (2021). Social brain networks: Resting-state and task-based connectivity in youth with and without epilepsy. *Neuropsychologia*, 157, 107882.
 197. Mukari, Z., Keith, R.W., Tharpe, A.M., Johnson C.D. (2006). Development and standardization of single and double dichotic digit tests in the Malay language. *Int J Audiol*, 45(6), s. 344–352.
 198. Murray, E.H., Stepp, C.E. (2020). Relationships between vocal pitch perception

- and production: a developmental perspective. *Scientific Reports*, 10, 3912.
199. Mussoi, B. (2021). The impact of music training and working memory on speech recognition in older age. *J Speech Lang Hear Res*, 64(11), s. 4524–4534.
 200. Nasir, M., Ostry, D.J. (2006). Somatosensory precision in speech production. *Curr. Biol*, 16, s. 1918–1923.
 201. Noppeney, U. (2008). The Neural system of tool and action semantic: a perspective from functional imaging. *Journal of Physiology*, 102, s. 40–49.
 202. Nowosielski, S. (2016). Cele w badaniach naukowych z zakresu zarządzania. Aspekty metodologiczne. *Prace naukowe uniwersytetu ekonomicznego we Wrocławiu*, 421, s. 468–483.
 203. Obrębowski, A. (2005). Uwagi do ośrodkowych zaburzeń mowy. *Otolaryngologia*, 4(4), s. 169–176.
 204. Oechslin, M., Meyer, M., Jancke, L. (2010). Absolute pitch: functional evidence of speech-relevant auditory acuity. *Cerebral Cortex*, 20, s. 447–455.
 205. Oechslin, M., Gschwind, M., James, C.E. (2018). Tracking training-related plasticity by combining fMRI and DTI: the right hemisphere ventral stream mediates musical syntax processing. *Cereb Cortex*, 28(4), s. 1209–1218.
 206. Olszewska, A.M., Gaca, M., Harman, A., Marchewka, A., Jednoróg, K. (2021). How musical training shapes the adult brain: Predispositions and neuroplasticity. *Frontiers in Neuroscience*, 15, s. 1–16.
 207. Okhrei, A., Kutsenko, T., Makarchuk, M. (2016). Performance of working memory of musicians and non-musicians in tests with letters, digits, and geometrical shapes. *Biologija*, 62, 4, s. 207–215.
 208. Ohnishi, T., Matsuda, H., Asada, T., Aruga, M., Hirakata, M., Nishikawa, M., Katoh, A., Imabayashi E. (2001). Functional anatomy of musical perception in musicians. *Cereb Cortex*, 11(8), s. 754–760.
 209. Panasiuk, J., Zyss, T., Michalik, M., Ryszka-Kurczab, M. (2015). Przedmiot neurolingwistyki. *Neurolingwistyka Praktyczna*, 1, s. 7–14.
 210. Parbery-Clark, A., Strait, D.L., Kraus, N. (2011). Context-dependent encoding in the auditory brainstem subserves enhanced speech-in-noise perception in musicians. *Neuropsychologia*, 49(12), s. 3338–3345.
 211. Park, M., Gutyrchik, E., Bao, Y., Zaytseva, Y., Carl, P., Welker, L., Pöppel, E., Reiser, M., Blautzik, J., Meindl, T. (2014). Differences between musicians and non-musicians in neuro-affective processing of sadness and fear expressed in mu-

- sic. *Neurosci Lett*, 566, s. 120–124.
212. Park, M., Gutyrchik, E., Welker, L., Carl, P., Pöppel, E., Zaytseva, Y., Meindl, T., Blautzik, J., Reiser, M., Bao, Y. (2015). Sadness is unique: neural processing of emotions in speech prosody in musicians and non-musician. *Front Hum Neurosci*, 8, 1049.
 213. Patel, A.D., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M., Holcomb, P.J. (1998). Processing syntactic relations in language and music: an event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, s. 717–733.
 214. Patel, A.D. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature Neuroscience*, 6, 674–681.
 215. Pallesen, K.J., Brattico, E., Bailey, C.J., Korvenoja, A., Koivisto, J. i in. (2010). Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musician. *PLoS One*, 5(6), e. 11120.
 216. Pałchalska, M. (2019). Integrated self system: microgenetic approach. *Acta Neuropsychologica*, 17(4), s. 349–392.
 217. Peistaraitė, U., Clark, T. (2020). Emotion regulation processes can benefit self-regulated learning in classical musicians. *Frontiers in Psychology*, 11, s. 568–760.
 218. Peretz, I., Morais, J. (1989). Music and Modularity. *Contemporary Music Review*, 4, s. 279–293.
 219. Peretz, I., Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6, s. 688–691.
 220. Peretz, I., Hyde, K. (2003). What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends in Cognitive Sciences*, 7/8, s. 362–367.
 221. Piskunowicz, M., Bieliński, M., Zgliński, A., Borkowska, A. (2013). Testy fluencji słownej – zastosowanie w diagnostyce neuropsychologicznej. *Psychiatria Polska*, XLVI, 3, s. 475–485.
 222. Platel, H. (2011). Art-thérapie et démences: apports de la neuropsychologie. *Revue de neuropsychologie*, 3, s. 205–206.
 223. Platel, H. (2019). Music and neurodevelopment, the contribution of cognitive neuroscience. *Soin Pédiatr Pueric*, 40(307), s. 8–11.
 224. Pluta, A., Wolak, T., Skarżyński, H. (2014). Badanie dominacji półkulowej dla funkcji mowy z zastosowaniem techniki rezonansu magnetycznego. *Nowa Audiofonologia*, 3(3), s. 9–16.

225. Podlipniak, P. (2010). Słuch absolutny – poznawcza anomalia, wyjątkowa zdolność muzyczna czy adaptacja? *Rocznik kognitywistyczny*, 4, s. 153–158.
226. Podlipniak, P. (2014). Muzyka i język a muzykologia systematyczna. O aktualności perspektywy językowej w badaniach nad muzycznością człowieka. *Res Facta Nova*, 15(24), s. 301–318.
227. Podlipniak, P., Karpiński, M., Walecki, P., Tarnowska, E., Gorzelańczyk, E.J. (2016). Bodźce mowne i muzyczne w badaniach osób uzależnionych. *EPISTEME: Czasopismo Naukowo-Kulturalne*, 31(2), s. 87–110.
228. Poulin-Charronnat, B., Bigand, E., Koelsch, S. (2006). Processing of musical syntax tonic versus subdominant: An event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, s. 1545–1554.
229. Poulin-Charronnat, B., Bigand, E., Madurell, F., Peereman, R. (2005). Musical structure modulates semantic priming in vocal music. *Cognition*, 94, B, s. 67–78.
230. Prakash, P., Vismaya, K.P., Mahesh, D., Prabhu, P. (2022). Effect of diurnal changes on dichotic listening in younger adults with normal hearing. *J Otol*, 17(4), s. 191–196.
231. Przybyła, O. (2017). W trosce o stan rozwoju wyższych funkcji słuchowych u dzieci – propozycja przesiewowych diagnoz na podstawie platformy APD-Medical. *Logopedia*, 46, s. 113–125.
232. Pulvermüller, F. (2013). How neurones make meaning: brain mechanisms for embodied and abstract – symbolic semantic. *Trends Cogn Sci*, 17(9), s. 458–470.
233. Rahman, Q., Wilson, G.D., Abrahams, S. (2004). Sex, sexual orientation, and identification of positive and negative facial affect. *Brain Cogn*, 54(3), s. 179–185.
234. Ralph, M. (2014). Neurocognitive insights on conceptual knowledge and its breakdown. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 369(1634), 20120392.
235. Rankin, E.J. (2000). Bedside evaluation of learning and memory: descriptive information on a shortened version of the Luria Memory Words Test. *J Clin Psychol*, 56(1), s. 113–118.
236. Reber, J., Tranel, D. (2017). Sex differences in the functional lateralization of emotion and decision making in the human brain. *J Neurosci Res*, 95(1–2), s. 270–278.
237. Regnault, P., Bigand, E., Besson, M. (2001). Different brain mechanisms mediate sensitivity to sensory consonance and harmonic context: Evidence from auditory event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, s. 241–255.

238. Risko, E.F., Kingstone, A. (2017). Everyday attention, *Can J Exp Psychol*, 71(2), s. 89–92.
239. Rittel, T. (1984). Problem osoby trzeciej czasownika, *Polonica*, X, s. 99–110.
240. Rittel, T. (1985a). Morfosyntaktyczna interpretacja szyku i osoby gramatycznej czasownika. *Slavia Occidentalis*, 42, s. 75–89.
241. Rittel, T. (1987). Osoba gramatyczna w nabywaniu i kształceniu języka. *Poradnik Językowy*, 8, s. 623–633.
242. Rittel, T. (1991). Ogólnojęzykoznawcze aspekty kategorii osoby. *Studia z Filologii Polskiej i Słowiańskiej*, 28, s. 35–45.
243. Rochas, V., Rihs, T.A., Rosenberg, N. i in. (2014). Very early processing of emotional words revealed in temporoparietal junctions of both hemispheres by EEG and TMS. *Exp Brain Res*, 232, s. 1267–1281.
244. Rogers, T., Hocking, J., Noppemey, U., Mechelli, A., Gorno-Tempini, M., Price, C. (2006). Anterior temporal cortex and semantic memory: reconciling findings from neuropsychology and functional imaging. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 6 (3), s. 201–213.
245. Romero-Diaz, A., Penaloza-Lopez, Y., Garcia-Pedroza, F., Perez, J., Castro Camacho, W. (2011). Central auditory processes evaluated with psychoacoustic tests in normal children. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 62(6), s. 418–424.
246. Ross, D., Olson, I.R., Marks, L.E., Gore, J.C. (2004). A nonmusical paradigm for identifying absolute pitch possessors. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116(3), s. 1793–1799.
247. Rymarczyk, K. (2003). Emocje a płeć, *Kosmos*, 52(1), s. 67–75.
248. Rymarczyk, K., Grabowska, A. (2007). Sex differences in brain control of prosody. *Neuropsychologia*, 45(5), s. 921–930.
249. Rymarczyk, K., Makowska, I., Pałka-Szafraniec, K. (2015). Plastyczność dorosłej kory mózgowej. *Aktualności Neurologiczne*, 15(2), s. 80–87.
250. Sahin, N.T., Pinker, S., Halgren, E. (2006). Abstract grammatical processing of nouns and verbs in Broca's area: evidence from fMRI. *Cortex*, 42 (4), s. 540–562.
251. Sammler, D., Koelsch, S., Ball, T., Brandt, A., Elger, C.E., Friederici, A.D., Grigutsch, M., Huppertz, H.J., Knösche, T.R., Wellmer, J., Widman, G., Schulze-Bonhage, A. (2009). Overlap of musical and linguistic syntax processing: intracranial ERP evidence. *Ann N Y Acad Sci*, 1169, s. 494–498.
252. Sato, K., Kirino, E., i Tanaka, S. (2015). A Voxel-based morphometry study of

- the brain of university students majoring in music and nonmusic discipline. *Behav Neurol*, 2015, 274919.
253. Savage, C.R., Deckersbach, T., Heckers, S., Wagner, A.D., Schacter, D.L., Alpert, N.M., Fischman, A.J., Rauch, L. (2001). Prefrontal regions supporting spontaneous and directed application of verbal learning strategies: Evidence from PET. *Brain: A Journal of Neurology*, 124(1), s. 219–231.
 254. Scarpina, F., Tagini, S. (2017). The Stroop Color and Word Test. *Front Psychol*, 8, 557.
 255. Schellenberg, E.G., Bigand, E., Poulin B., Garnier, C., Stevens, C. (2005). Children's implicit knowledge of harmony in Western music. *Developmental Science*, 8, s. 551–566.
 256. Schneider, F., Habel, U., Kessler, C., Salloum, J.B., Posse, S. (2000). Gender differences in regional cerebral activity during sadness. *Hum Brain Mapp*, 9(4), s. 226–238.
 257. Schmithors, V.J., Wilke, M. (2002). Differences in white matter architecture between musicians and non-musicians: a diffusion tensor imaging study. *Neuroscience Letters*, 321(1–2), s. 57–60.
 258. Schirmer, A., Kotz, A., Friederici, A.D. (2002). Sex differentiates the role of emotional prosody during word processing. *Brain Res Cogn Brain Res*, 14(2), s. 228–233.
 259. Sebastiani, L., Castellani, E. (2016). Long lasting musical training modifies language processing: a Dichotic Fused Word Test study. *Arch Ital Biol*, 154(2–3), s. 59–67.
 260. Schellenberg, E.G., Trehub, E. (2003). Good pitch memory is widespread. *Psychological Science*, 14 (3), s. 262–266.
 261. Schlaffke, L., Friedrich, S., Tegenthoff, M., Güntürkün, O., Genç, E., Ocklenburg, S. (2020). Boom Chack Boom—A multimethod investigation of motor inhibition in professional drummer. *Brain Behav*, 10, 1490.
 262. Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., Steinmetz, H. (1995) In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Science*, 267(5198), s. 699–701.
 263. Schmithorst, V.J., Wilke, M. (2002). Differences in white matter architecture between musicians and non-musicians: a diffusion tensor imaging study. *Neurosci. Lett*, 321, s. 57–60.
 264. Schön, D., Magne, C., Besson, M. (2004). The music of speech: music training

- facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, 41(3), s. 341–349.
265. Schulze, K., Zysset, S., Mueller, K., Friederici, A.D., Koelsch, S. (2011a). Neuroarchitecture of verbal and tonal working memory in nonmusicians and musicians. *Human Brain Mapping*, 32, s. 771–783.
 266. Schulze, K., Mueller, K., Koelsch, S. (2011b). Neural correlates of strategy use during auditory working memory in musicians and non-musicians. *European Journal of Neuroscience*, 33, s. 189–196.
 267. Schulze, K., Koelsch, S. (2012). Working memory for speech and music. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1252, s. 229–236.
 268. Sebastiani, L., Castellani, E. (2016). Long lasting musical training modifies language processing: a Dichotic Fused Word Test study. *Arch. Ital. Biol.*, 154 (2–3), s. 59–67.
 269. Seung, Y., Kyong, J.-S., Woo, S.-H., Lee, B.-T., Lee, K.-M. (2005). Brain activation during music listening in individuals with or without prior music training. *Neurosci Res*, 52, s. 323–329.
 270. Senderski, A., Iwanicka-Pronicka, K., Majak, J., Walkowiak, M. (2016). Wartości normatywne przesiewowych testów wyższych funkcji słuchowych platformy diagnostycznoterapeutycznej APD-Medical. *Otolaryngologia*, 15(2), s. 99–106
 271. Sharp, A., Houde, M., Maheu, M., Ibrahim, I., Champoux, F. (2019). Improved tactile frequency discrimination in musicians. *Exp Brain Res*, 237(6), s. 1575–1580.
 272. Siuda, K., Chrobak, A.A., Starowicz-Filip, A., Tereszko A., Dudek, D. (2014). Zaburzenia emocjonalne u pacjentów z uszkodzeniem mózgdzku – studium przypadków. *Psychiatr Pol*, 48(2), s. 289–297
 273. Skibska, A. (2015). Neuroplastyczność mózgu wsparciem rozwojowym dziecka we wczesnym dzieciństwie. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas. Pedagogika*, 10, s. 79–92.
 274. Slabbekoorn, H. (2019). Noise pollution. *Curr Biol*, 29(19), R957–R960.
 275. Slevc, L.R., Rosenberg, J.C., Patel, A.D. (2009). Making psycholinguistics musical: Self-paced reading time evidence for shared processing of linguistic and musical syntax. *Psychonomic Bulletin and Review*, 16, s. 374–381.
 276. Slevc, L.R., Okada, B.M. (2015). Processing structure in language and music: a case for shared reliance on cognitive control. *Psychon Bull Rev*, 22(3), s. 637–652.
 277. Stalmaszczyk, P. (2006). Gramatyka generatywna w poszukiwaniu istoty języka. *Kwartalnik Pedagogiczny*, 4(202), s. 113–131.

278. Stalmaszczyk, P. (2011). Problemy metodologiczne współczesnego generatywizmu, czyli składnia generatywna uzupełniona o semantykę pojęciową. *Biuletyn Polskiego Towarzystwa Językoznawczego*, 67(2011), s. 29–49
279. Stalmaszczyk, P. (2011). Historyczne i metodologiczne uwarunkowania współczesnego generatywizmu. *Linguistica Copernicana*, 1(5), s. 15–32.
280. Staszewska, A., Sierocka, A., Marczak, M. (2012). Etyczne i prawne aspekty badań naukowych na danych zgromadzonych w dokumentacji medycznej. *Postępy Rehabilitacji*, 4, s. 41–46.
281. Steinbeis, N., Koelsch, S. (2008). Shared neural resources between music and language indicate semantic processing of musical tension-resolution patterns. *Cerebral Cortex*, 18, s. 1169–1178.
282. Stobiecki, K. (2011). Teoria semantyki w kontekście hierarchicznych relacji semantycznych. *Językoznawstwo: współczesne badania, problemy i analizy językoznawcze*, 5, s. 167–175.
283. Spajdel, M., Jariabková, K., Riečanský, I. (2007). The influence of musical experience on lateralisation of auditory processing. *Laterality*, 12(6), s. 487–99.
284. Sporns, O., Chialvo, D.R., Kaiser, M., Hilgetag, C.C. (2004). Organization, development and function of complex brain networks. *Trends Cogn Sci*, 8(9), s. 418–425.
285. Steele, C.J., Bailey, J.A., Zatorre, R.J., Penhune, V.B. (2013). Early musical training and white-matter plasticity in the corpus callosum: evidence for a sensitive period. *J. Neurosci*, 33, s. 1282–1290.
286. Stewart, E.C., Pittman, A.L. (2021). Learning and retention of novel words in musicians and nonmusician. *J Speech Lang Hear Res*, 64(7), s. 2870–2884.
287. Stępień, A.B. (1981). Metody w filozofii. *Zeszyty Naukowe KUL*, 1, s. 3–18.
288. Strait, D.L., Kraus, N., Parbery-Clark, A., Ashley, R. (2010). Musical experience shapes top-down auditory mechanisms: evidence from masking and auditory attention performance. *Hear Res*, 261(1–2), s. 22–29.
289. Strait, D.L., Kraus, N. (2011). Can you hear me now? Musical training shapes functional brain networks for selective auditory attention and hearing speech in noise. *Front Psychol*, 2, 113.
290. Strong, J.V., Mast, B.T. (2019). The cognitive functioning of older adult instrumental musicians and non-musicians. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 26(3), s. 367–386.

291. Szaflarski, J.P., Binder, J.R., Possing, E.T., McKiernan, K.A., Ward, B.D., Hammeke, T.A. (2002). Language lateralization in left-handed and ambidextrous people: fMRI data. *Neurology*, 59(2), s. 238–244.
292. Sun, Y., Lu, X., Ho, H.T., Johnson, B.W., Sammler, D., Thompson, W.F. (2018). Syntactic processing in music and language: Parallel abnormalities observed in congenital amusia. *Neuroimage Clin*, 19, s. 640–651.
293. Szaflarski, J.P., Rajagopal, A., Altaye, M., Byars, A.W., Jacola, L., Schnithorst, V.J., Schapiro, M.B., Plante, E., Holland, K. (2012). Left-handedness and language lateralization in children. *Brain Res*, 1433, s. 85–97.
294. Szatkowska, I., Grabowska, A., Szymańska, O. (2000). Phonological and semantic fluencies are mediated by different regions of the prefrontal cortex. *Acta Neuropsychologiae Experimentalis*, 60, s. 503–508.
295. Szczepanowski, R., Folwarczny, M., Kozłowski, R. (2015/2016). Neuronalne korelaty świadomego uczenia się bodźców słuchowych w paradygmacie różnicowania bodźca odstającego. *Studia z Kognitywistyki i Filozofii Umysłu*, 9(1), s. 37–47.
296. Szepietowska, E.M., Gawda, B. (2016). Mechanizmy neuronalnej fluencji semantycznej i literowej: badania z użyciem fMRI. Implikacje kliniczne. *Polskie Forum Psychologiczne*, 21(2), s. 170–187.
297. Talamini, F., Carretti, B., Grassi, M. (2016). The working memory of musicians and nonmusicians. *Music Perception*, 34(2), s. 183–191.
298. Talarowska, M., Florkowski, A., Wysokiński, A., Gałęcki, P., Orzechowska, A., Zboralski, K. (2009). Status społeczno-ekonomiczny a funkcjonowanie poznawcze chorych na cukrzycę. Funkcje poznawcze w cukrzycy. *Diabetologia Praktyczna*, 10(1), s. 29–39.
299. Tanaka, S., Honda, M., Sadato, N. (2005). Modality-specific cognitive function of medial and lateral human Brodmann area 6. *The Journal of Neuroscience*, 12, s. 496–501.
300. Tardif, C.L., Gauthier, C.J., Steele, C.J., Bazin, P.-L., Schäfer, A., Schaefer, A. (2016). Advanced MRI techniques to improve our understanding of experience-induced neuroplasticity. *Neuroimage*, 131, s. 55–72.
301. Thompson, W.F., Schellenberg, E.G., Husain, G. (2004). Decoding speech prosody: do music lessons help? *Emotion*, 4(1), s. 46–64.
302. Thompson, R., Smith, R.B., Bou Karim, Y., Shen, C., Drummond, K., Teng, C., Toledano, M.B. (2022). Noise pollution and human cognition: An updated system-

- matic review and meta-analysis of recent evidence. *Environ Int*, 158, 106905.
303. Tillmann, B., Bharucha, J.J., Bigand, E. (2000). Implicit learning of tonality: A self-organizing approach. *Psychological Review*, 107, s. 885–913.
 304. Tillmann, B., Bigand, E. (2001). Global context effect in normal and scrambled musical sequences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, s. 1185–1196.
 305. Tillmann, B., Bigand, E., Escoffier, N., Lalitte, P. (2006). The influence of musical relatedness on timbre discrimination. *European Journal of Cognitive Psychology*, 18, s. 343–358.
 306. Tillmann, B., Janata, P., Bharucha, J.J. (2003). Activation of the inferior frontal cortex in musical priming. *Cognitive Brain Research*, 16, s. 145–161.
 307. Tillmann, B., Janata, P., Birk, J., Bharucha, J.J. (2003). The costs and benefits of tonal centers for chord processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, s. 470–482.
 308. Tillmann, B., Janata, P., Birk, J., Bharucha, J.J. (2008). Tonal centers and expectancy: facilitation or inhibition of chords at the top of the harmonic hierarchy? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, s. 1031–1043.
 309. Tillmann, B., Koelsch, S., Escoffier, N., Bigand, E., Lalitte, P., Friederici, A.D., von Cramon, D.Y. (2006). Cognitive priming in sung and instrumental music: Activation of inferior frontal cortex. *Neuroimage*, 31, s. 1771–1782.
 310. Tillmann, B., Peretz, I., Bigand, E., Gosselin, N. (2007). Harmonic priming in an amusic patient: The power of implicit tasks. *Cognitive Neuropsychology*, 24, s. 603–622.
 311. Thompson, W.F., Marin, M.M., Stewart, L. (2012). Reduced sensitivity to emotional prosody in congenital amusia rekindles the musical protolanguage hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(46), s. 19027–19032.
 312. Topolska, M.M., Gregorek, A.Z. (2015). Problemy edukacyjne a ośrodkowe procesy słuchowe u dzieci. *Otolaryngologia*, 14(1), s. 41–47.
 313. Trehub, E. (2003). The developmental origins of musicality. *Nature Neurosci*, 6, s. 669–673.
 314. Trimmer, C.G., Cuddy, L.L. (2008). Emotional intelligence, not music training, predicts recognition of emotional speech prosody. *Emotion*, 8(6), s. 838–849.
 315. Troyes, A., Moscovitch, M., Winocur, G. (1997). Clustering and switching as two components of verbal fluency: evidence from younger and older healthy

- adults. *Neuropsychology*, 11, s. 138–146.
316. Uchyla-Zroski, J. (2013) Język muzyczny relewantnym środkiem wyrażania muzyki. *Wartości w muzyce*, 5, s. 267–277.
317. Wada, J.A., Clarke, R., Hamm, A. (1975). A cerebral symmetry in humans. *Archives of Neurology*, 32, s. 239–246.
318. Wildgruber, D., Riecker, A., Hertrich, I., Erb, M., Grodd, W., Ethofer, T., Ackermann, H. (2005). Identification of emotional intonation evaluated by fMRI. *Neuroimage* 24(4), s. 1233–1241.
319. Wildgruber, D., Ackermann, H., Kreifelts, B., Ethofer, T. (2006). Cerebral processing of linguistic and emotional prosody: fMRI studies. *Prog Brain Res*, 156, s. 249–268.
320. Witteman, J., van Heuven, V.J.P., Niels, O. Schiller, N.O. (2012). Hearing feelings: A quantitative meta-analysis on the neuroimaging literature of emotional prosody perception. *Neuropsychologia*, 50(12), s. 2752–2763.
322. Wójciuk, A. (2017). Ekspresywność języka subkultury hip-hopowej. *Nauki Humanistyczne*, 18, s. 67–79.
321. Wysocka, M. (2011/2012). Ocena percepcji prozodii mowy. *Logopedia*, 39/40, s. 229–240.
322. Wysocka, M. (2019). Możliwości zastosowania muzyki w terapii logopedycznej. Przegląd badań. *Logopedia*, 48(1), 215–229.
323. Vaquero, L., Hartmann, K., Ripollés, P., Rojo, N., Sierpowska, J., François, C. (2016). Structural neuroplasticity in expert pianists depends on the age of musical training onset. *Neuroimage*, 126, s. 106–119.
324. Vandenberghe, R., Nobre, A.C., Price, C.J. (2002). The response of left temporal cortex to sentence. *J Cogn Neurosci*, 14(4), s. 550–560.
325. Veleva, I., Stoychev, K., Stoimenova-Popova, M., Stoyanov, L., Mineva-Dimitrova, E., Angelov, I. (2022). *Toxoplasma gondii* seropositivity and cognitive function in adults with schizophrenia. *Schizophr Res Cogn*, 30, 100269.
326. Vitouch, O. (2003). Absolutist models of absolute pitch are absolutely misleading. *Music Perception*, 21(1), s. 111–117.
327. Xia, J., Wang, F., Wu, Z., Wang, L., Zhang, C., Shen, D., Li, G. (2020). Mapping hemispheric asymmetries of the macaque cerebral cortex during early brain development. *Hum Brain Mapp*, 41(1), s. 95–106.
328. Xiang, L., Crow, T., Roberts, N. (2019). Cerebral torque is human specific and unrelated to brain size. *Brain Struct Funct*, 224(3), s. 1141–1150.

329. Yoo, J., Bidelman, G.M. (2019). Linguistic, perceptual, and cognitive factors underlying musicians' benefits in noise-degraded speech perception. *Hear Res*, 377, s. 189–195.
330. Yurgil, K.A., Velasquez, M.A., Winston, J.L., Reichman, N.B., Colombo, P.J. (2020). Music training, working memory, and neural oscillations: A Review. *Front Psychol*, 11, 266.
331. Zacà, D., Jarso, S., Pillai, J.J. (2013). Role of semantic paradigms for optimization of language mapping in clinical fMRI studies. *Am. J. Neuroradiol*, 34, s. 1966–1971.
332. Zaehle, T., Wustenberg, T., Meyer, M., Jancke, L. (2004). Evidence for rapid auditory perception as the foundation of speech processing: A sparse temporal sampling fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 20, s. 2447–2456.
333. Zhang, D.R., Li, Z.H, Chen, X.C, Wang, Z.X, Zhang, X.C, Meng, X.M. (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*, 16 (1), s. 91–98.
334. Zhang, F., Roland, C., Rasul, D., Cahn, S., Liang, C., Valencia, G. (2019). Comparing musicians and non-musicians in signal-in-noise perception. *Int J Audiol*, 58(11), s. 717–723.
335. Zhao, J.H., Brunner, E.J., Kumari, M., Singh-Manoux, A., Hawe, E., Talmud, P.J., Marmot, M.G., Humphries, E. (2005). APOE polymorphism, socioeconomic status and cognitive function in mid-life-the Whitehall II longitudinal study. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 40(7), s. 557–563.
336. Zioga, I., Di Bernardi Luft, C., Bhattacharyaa, J. (2016). Musical training shapes neural responses to melodic and prosodic expectation. *Barin Res*, 1650, s. 267–282.
337. Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A., Gaab, N. (2014). Behavioral and neural correlates of executive functioning in musicians and non-musician. *PLoS One*, 9(6), e99868.
338. Zurif, E.B. (2000). Syntactic and semantic composition. *Brain Lang*, 71(1), s. 261–263.
339. Zyss, T. (2013). TMS in therapy of depressions – the problem of determining the area to be stimulated, i.e., a few words about the anatomy of depressive disorders. *Psychiatr Pol*, 47(1), s. 75–87.

1. Badrakalimuthu, V.R., Swamiraju, R., de Waal, H. (2011). EEG w praktyce psychiatrycznej: wykonywać czy nie? Pobrane z: www.mp.pl (25.08.2021).
2. Böttcher, A., Zarucha, A., Köbe, T., Gaubert, M. i in. (2022). Musical Activity During Life Is Associated With Multi-Domain Cognitive and Brain Benefits in Older Adults. Pobrane z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.945709> (15.11.2022).
3. Heinrich, S. (2016). Natural language acquisition in recurrent neural architectures. *Thesis for: Dr. rer. nat. Advisor: Prof. Dr. Stefan Wermter*. Publ. Pobrane z: <https://www.researchgate.net/publication/307447300> (21.09.2022).
4. Kossut, M. (2014). Plastyczność mózgu. Pobrane z: <http://neuropedia.org.pl> (21.04.2022).
5. Shankar, N. (2022). Music Therapy: A Necessary Addition to the Treatment of Neurodegenerative Disorders? Pobrane z: <https://gmr.scholasticahq.com/article/34720> (22.07.2022).
6. Slevc, L.R., Rosenberg, J.C., Patel, A.D. (2008). Language, music and modularity, evidence for shared processing of linguistic and musical syntax. Pobrane z: <https://www.researchgate.net/publication/228466642> (10.11.2022).
7. Thomas, E.C., Baguley, D.M., Griffiths, T.D. (2015). Anatomia czynnościowa przetwarzania bodźców słuchowych w mózgu. Pobrane z: mp.pl/neurologia (6.05.2021).
8. Zając-Lamparska, L. Wiłkość, M., Markowska, A., Laskowska-Levy, I., Wróbel, M., Małkowska, B. (2016). Fluencja słowna w badaniach techniką PET w warunkach przedłużonej aktywizacji poznawczej z zastosowaniem znacznika 18F-fluorodeoksyglukozy (FDG). Pobrane z: <https://www.psychiatriapolska.pl/> (21.04.2021).

Anna Krzyżak
imię, nazwisko/name

Kraków, dnia/date. 28.03.2023 r.

OŚWIADCZENIE/DECLARATION
o zgodności wersji elektronicznej z wydrukiem
on the conformity of the electronic version with the hard copy

Ja niżej podpisana oświadczam, że wersja elektroniczna jest zgodna z wersją papierową rozprawy doktorskiej.

I, the undersigned, declare that the electronic version is compatible with the paper version of the dissertation.



.....

podpis doktoranta/PhD student's

Anna Krzyżak
imię, nazwisko/name

Kraków, dnia/date 28.03.2023 r.

OŚWIADCZENIE/DECLARATION

Świadoma odpowiedzialności oświadczam, że przedłożona rozprawa doktorska /
Aware of my responsibility, I declare that the submitted dissertation entitled:

**Przetwarzanie słuchowe a fluencja semantyczna i kompetencja składniowa
muzyków oraz niemuzyków w świetle eksperymentalnych badań
neurolingwistycznych**

Jest mojego autorstwa. / Is my own creation.

Jednocześnie oświadczam, że w/w rozprawa nie narusza praw autorskich
w rozumieniu Ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach
pokrewnych (Dz.U. z 2021 r. poz. 1062 z późn. Zmianami) oraz dóbr osobistych
chronionych prawem cywilnym.

At the same time, I declare that the aforementioned dissertation does not infringe
upon copyrights within the meaning of the Act of 4 February 1994 on Copyright and
Related Rights (Journal of Laws of 2021, item 1062, as amended) and personal rights
protected by civil law.

Przedłożona praca nie zawiera danych empirycznych ani też informacji, które
uzyskałam w sposób niedozwolony.

The submitted work does not contain empirical data or information that I have
obtained by unauthorised means.

Stwierdzam, iż przedstawiona praca w całości ani też w części nie była
wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z zakończeniem
kształcenia w szkole doktorskiej.

I certify that the submitted work, in whole or in part, has not previously formed
the basis of any other official procedure relating to the completion of training in
doctoral school.



.....
podpis doktoranta/PhD student's

Anna Krzyżak
imię, nazwisko/name

Kraków, dnia/date 28.03.2023 r.

OŚWIADCZENIE/DECLARATION

Ja niżej podpisana wyrażam zgodę/nie wyrażam zgody na udostępnienie mojej rozprawy doktorskiej w wersji papierowej i elektronicznej dla celów naukowych i dydaktycznych.

I, the undersigned, consent/do not consent to my dissertation being made available in hard copy an electronic format for research and teaching purposes.



.....
podpis doktoranta/PhD student's