

ALICJA KOZŁOWSKA-LEWNA
Akademia Muzyczna im. Stanisława Moniuszki w Gdańsku
Wydział Dyrygentury, Kompozycji i Teorii Muzyki

Słuch absolutny w świetle współczesnych badań¹

STRESZCZENIE:

Przedmiotem artykułu jest prezentacja badań nad słuchem absolutnym, jakich dokonano w ostatnim dziesięcioleciu. Autorka omawia: rezultaty badań nad genezą słuchu absolutnego, związki słuchu absolutnego z umiejętnościami muzycznymi, zależność słuchu absolutnego od stosowanych metod kształcenia słuchu, podwaliny anatomiczno-neuronalne tej zdolności oraz wpływ słuchu absolutnego na inne zdolności poznawcze. Badania pozwalają przyjąć, że przyczyną powstawania zdolności do absolutnego słyszenia są predyspozycje wrodzone (genetyczne lub stymulowane w okresie prenatalnym), których przejawem jest obserwowana od 31 tygodnia ciąży asymetria między lewym i prawym *planum temporale* oraz wczesna praktyka muzyczna połączona z absolutną metodą kształcenia słuchu muzycznego. Korzystny wpływ na rozwój słuchu absolutnego wywiera używanie języków tonalnych. Udowodniono, że zdolność do absolutnego słyszenia koreluje z biegłością wykonywania zadań muzycznych. Osoby słyszące absolutnie mają lepiej zorganizowane sieci obwodowe mózgu, większą ilość substancji szarej, większą grubość warstwy korowej, bardziej rozległe sieci neuronowe, wykazują lepszą łączność materii białej, lepszą łączność (*hyperconnectivity*) w niektórych obszarach mózgu, zwiększoną łączność „małych sieci”, zwiększoną pojemność pamięci. Zdolność do słyszenia absolutnego jest unikalnym w populacji zjawiskiem wzmocnienia percepcyjnego, które służy badaniu plastyczności mózgu.

SŁOWA KLUCZOWE: edukacja muzyczna, kształcenie słuchu, słuch absolutny, zdolności poznawcze.

Słuch absolutny (ang. *absolute pitch*, *perfect pitch*) budzi coraz większe zainteresowanie badaczy: neurologów, akustyków, psychologów i muzyków. Traktowany jako rodzaj szczególnej umiejętności, dostępnej jedynie nielicznym, służy coraz częściej badaniu zależności między zdolnościami wrodzonymi, wpływami środowiska a intensywnym kształceniem. Ponieważ problematyce słuchu absolutnego poświęciłam swoją książkę [Kozłowska-Lewna 2006], staram się nadal śledzić doniesienia na ten temat. Niniejszy artykuł jest przeglądem współczesnych badań – powstałym w oparciu o publikacje z lat 2004–2014. Spośród bogatego materiału źródłowego wybrałam dwa najbardziej interesujące wątki: genezę i znaczenie słuchu absolutnego u muzyków oraz wyniki badań neurologicznych i psychologicznych świadczących o niezwykłych związkach tej zdolności z plastycznością mózgu.

W literaturze daje się odnotować kilka zasadniczych hipotez na temat genezy słuchu absolutnego. Deutsch [2013, s. 145–150] wymienia trzy główne: 1. słuch absolutny to zdolność dziedziczna, która ujawnia się w sprzyjających warunkach; 2. SA² to zdolność, którą można uzyskać w dowolnym momencie intensywnej praktyki; 3. SA to potencjalna zdolność, którą posiada większość ludzi pod warunkiem, że pozna nazwy dźwięków na wczesnym etapie życia. Tylko ta trzecia hipoteza jest stosunkowo nowa. Pozostałe – odpowiadają znanym od dawna trzem grupom teorii wyjaśniających pochodzenie słuchu absolutnego: teorii tzw. „czynników wrodzonych”, „teorii uczenia”, „teorii konwergencji”, która dopuszcza udział czynników wrodzonych, ale przyjmuje, że decydujący wpływ na wykształcenie tej zdolności ma praktyka muzyczna³. W 2005 roku Levitin i Rogers sformułowali dwukomponentowy model słuchu absolutnego; pierwszym jego składnikiem jest absolutna pamięć wysokości dźwięku – szeroko rozpowszechniona u wielu ludzi i niektórych zwierząt, drugim – umiejętność etykietowania wysokości bez punktu odniesienia spotykana jedynie u osób ze SA. Wcześniej Saffran i Griepentrog [2001] zauważyli, że niemowlęta preferują sygnały absolutne nad relatywnymi.

Pojawiły się także sugestie, że zdolność ta rozwinęła się jako uboczna cecha mowy, towarzysząca nauce języków tonalnych [Deutsch, Henthorn, Dolson 2004]. Badania na dużej populacji studentów Centralnego Konserwatorium Muzycznego (CCOM) w Pekinie (n = 88 osób posługujących się językiem mandaryńskim) i w USA (n = 115 osób posługujących się językiem nietonalnym) potwierdziły częstsze występowanie tej zdolności u Chińczyków – w każdej z badanych grup wyróżnionych ze względu na czas rozpoczęcia edukacji muzycznej [Deutsch, Henthorn, Marvin, Xu 2006]. Zauważono ponadto, że częstotliwość występowania tej zdolności wśród studentów amerykańskiego konserwatorium muzycznego zależy nie tylko od momentu rozpoczęcia edukacji muzycznej, pochodzenia etnicznego, ale i stopnia płynności w posługiwaniu się językiem tonalnym [Deutsch, Dooley, Henthorn, Head 2009]. Osoby pochodzenia azjatyckiego wychowane w Stanach Zjednoczonych, niemówiące językiem tonalnym, nie różnią się od swoich amerykańskich kolegów.

¹ Artykuł jest skróconą i zmienioną wersją mojego tekstu, zamieszczonego w „Aspektach Muzyki” 3, Gdańsk 2013, s. 59–82, pod tytułem *Słuch absolutny – symptomem zdolności muzycznych i poznawczych?*

² W niniejszym artykule używać będę niekiedy skróconej wersji dla oznaczenia słuchu absolutnego (SA).

³ Szerzej charakteryzuję powyższe teorie w moim artykule [Kozłowska-Lewna 2011, s. 104–105].

Sformułowana przez Dianę Deutsch druga hipoteza (słuch absolutny – to zdolność, którą można uzyskać w dowolnym momencie intensywnej praktyki), niestety nie znajduje merytorycznego uzasadnienia, choć za jej utrzymaniem przemawia częstsze⁴ występowanie SA wśród niewidomych muzyków, później rozpoczynających swoją edukację muzyczną. Loui, Li, Hohmann, Schlaug [2011] twierdzą, że zwiększona funkcjonalność niektórych obszarów mózgu, obserwowana u osób niewidomych, może być efektem neuroplastycznych zmian w mózgu.

Potwierdzono natomiast silny związek słuchu absolutnego z wczesną edukacją muzyczną. Ugruntowały go badania Miyazaki i Ogawy, opublikowane w 2006 roku nad formowaniem tej zdolności u dzieci japońskich w wieku od 4 do 10 lat. W trakcie dwuletnich zajęć muzycznych obserwowali oni stopniową poprawę umiejętności prawidłowego nazywania dźwięków u 104 dzieci. Uczniowie szkoły muzycznej nabywali umiejętność absolutnego rozpoznawania dźwięków w trakcie normalnej edukacji muzycznej i szybciej pojawiała się u nich zdolność do rozpoznawania dźwięków pochodzących z „białych klawiszy” fortepianu. Potwierdzono hipotezę o istnieniu okresu krytycznego dla kształtowania słuchu absolutnego, który przypada około siódmego roku życia. Szerokie upowszechnienie słuchu absolutnego w Japonii może być jednak efektem specyficznych metod kształcenia słuchu muzycznego.

Interesujące okazały się badania Dooley'a i Deutsch [2010] nad znaczeniem tej sprawności u muzyków. Obserwowano 60 osób ze słuchem absolutnym i bez słuchu absolutnego, z równoważnym czasem muzycznego kształcenia i tym samym momentem rozpoczynania edukacji muzycznej. Badani realizowali dyktanda muzyczne (melodyczne i harmoniczne). Autorzy piszą wręcz: według naszych ustaleń słuch absolutny przynosi korzyści w wykonywaniu zadań muzycznych. Ci sami badacze [2011] obserwowali także korelacje między słuchem absolutnym a umiejętnością rozpoznawania interwałów. Użyto krótkich dźwięków sztucznie generowanych, dźwięków fortepianu oraz dźwięków fortepianu poprzedzonych zwrotem kadencyjnym. We wszystkich typach zadań osoby słyszące absolutnie wypadły dużo lepiej (średnio o 30%) niż osoby posługujące się słuchem relatywnym.

Udowodniono także, że obserwowana wcześniej w badaniach Miyazaki [1989, s. 8] zdolność do lepszego identyfikowania dźwięków pochodzących z „białych” klawiszy

⁴ Częstotliwość występowania słuchu absolutnego zarówno w populacji ogólnej, jak i wśród muzyków nie jest do końca wiarygodna. Dla oceny jego występowania badacze używają bowiem niejednorodnych kryteriów: różnej granicy dopuszczalnych błędów, odmiennych testów, różnorodnych źródeł dźwiękowych lub stosując w testach inny ambitus wykorzystywanej skali. Wszystko to sprawia, że wyniki nie mogą być porównywalne.

Vitouch [2005, s. 719] podaje, że pojawiające się w literaturze dane na temat częstotliwości występowania SA dla całej populacji wahają się od 1:10 000 do 1:1000, a dla profesjonalnych i wysoce profesjonalnych muzyków od 1:100 do 1:5. Nieco inne rezultaty badań zaprezentowano w publikacji Miyazaki, Makomaskiej i Rakowskiego [2012]. Zdaniem tych autorów 30% studentów wydziału kształcenia nauczycieli muzyki (n = 117 osób) z uniwersytetu Niigata posiada słuch absolutny (rozpoznaje 95% dyktowanych dźwięków), a wśród badanych studentów Uniwersytetu Muzycznego Fryderyka Chopina w Warszawie (n = 250) – jedynie 7%. Zastosowanie nieco obniżonego kryterium (80% poprawnie rozpoznanych dźwięków) pozwala zwiększyć odsetek słyszących absolutnie wśród japońskich studentów do prawie 50%. Autorzy sugerują wpływy etniczne, silny wpływ okresu rozpoczynania nauki gry na instrumentie oraz oddziaływanie metody kształcenia słuchu muzycznego na kształtowanie tej zdolności. 90% studentów japońskich posiadających słuch absolutny rozpoczynało swoją edukację muzyczną w wieku 3–7 lat.

fortepianu nie zależy od instrumentu, na którym grają badani. Hipotezę tę potwierdziły szeroko zakrojone ($n = 160$ osób) badania przeprowadzone w konserwatorium w Szanghaju [Deutsch, Li, Shen 2013]. Zarówno studenci grający na fortepianie, jak i studenci grający na instrumentach orkiestrowych lepiej rozpoznają dźwięki diatoniczne gamy C-dur. Potwierdziła się wcześniejsza sugestia Hurona [1994], że dokładność SA zależy od częstości występowania dźwięków w muzyce tonalnej [Deutsch 2013, s. 165].

Przedmiotem badań stał się także wpływ metody kształcenia słuchu muzycznego na powstawanie tej zdolności. Peng, Deutsch, Henthorn, Su, Wang [2013] obserwowali 298 studentów wydziałów muzycznych w południowych Chinach. Badani mogli używać nazw literowych lub solmizacyjnych, zależnie od rodzaju kształcenia, które otrzymali⁵. Procent słyszających absolutnie posługujących się nazwami literowymi – szczególnie wśród osób, które rozpoczęły edukację muzyczną w wieku od 2 do 5 lat – był niemal dwukrotnie wyższy niż u osób używających nazw solmizacyjnych (blisko 60% : ponad 30%). Autorzy sugerują, że metoda absolutna sprzyja rozwojowi zdolności do absolutnego słyszenia. System relatywny powoduje bowiem niezamierzone obniżenie wyników w rozpoznawaniu absolutnych wysokości dźwięków zgodnie z tzw. efektem Stroopa [1935].

Interesujące są rezultaty badań nad anatomicznymi i neuronalnymi podstawami kształtowania się tej zdolności. Już w 1995 roku Schlaug, Jäncke, Huang, Steinmetz wykazali, że struktury mózgu muzyków ze słuchem absolutnym, muzyków ze słuchem relatywnym i niemuzyków się różnią. U badanych 11 osób posiadających słuch absolutny (*perfect pitch*) i 19 osób bez słuchu absolutnego lewe *planum temporale* było znacznie większe niż u niemuzyków ($n=30$). Długoterminowy trening motoryczny, zdaniem Gasera i Schlauga [2003, s. 9242], wywołuje zmiany strukturalne w mózgu i jest przyczyną różnic w objętości substancji szarej. W badaniach Keenana, Thangaraja, Halperna, Schlauga [2001], wykazano, że obserwowana u osób absolutnie słyszających asymetria⁶ między lewym i prawym *planum temporale* jest bardziej zauważalna w prawym *planum temporale*. Predyspozycje do tej zwiększonej asymetrii mogą pojawiać się już w okresie prenatalnym, co świadczyć może o genetycznych predyspozycjach⁷ do rozwoju tej zdolności. Niektórzy autorzy przyjmują jednak, że także czynniki stymulacyjne mogą ją powodować. Osoby słyszące absolutnie – zdaniem Wu, Kirka, Hamma, Lim [2008] – potrafią wydobyć z sygnału dźwiękowego większą liczbę obserwacji. Elektroencefalografia (przy zastosowaniu tomografii

⁵ Autorzy przyjęli następujące założenie: używanie nazw literowych wskazuje na kształcenie przy użyciu metody ruchomego *do*, (*moveable-do*), a używanie nazw solmizacyjnych sugeruje, że badani posługiwali się stałym *do* (*fixed-do*). W literaturze obcej obowiązują odmiennie od polskiej terminologii pojęcia stałego *do* i ruchomego *do*. Określenia *fixed-do* używa się do trwałego oznaczenia np. sylaby *do* jako dźwięku *c*, natomiast pojęcia *movable-do*, gdy sylaba *do* przypisana jest do różnych miejsc zależnych od kontekstu muzycznego. W Polsce częściej korzysta się z dwóch innych określeń dla oznaczenia przeciwstawnych metod nauczania kształcenia słuchu: metoda absolutna i solmizacja relatywna – względna [Jankowski 1995, s. 826–828]. Dlatego też – relacjonując wyniki badań dotyczących związku zdolności do absolutnego słyszenia z rodzajem stosowanej metody – będę używała terminologii przyjętej u nas.

⁶ Pamiętać także należy, że zwykła dominacja lewego *planum temporale* (PT) jest charakterystyczna dla większości. PT jest najbardziej asymetryczną strukturą w mózgu, jedynie u 10% ludzi obserwujemy bardziej rozwinięte prawe PT, asymetria między prawym a lewym PT jest już widoczna od 31 tygodnia ciąży.

⁷ Niektórzy autorzy przyjmują, że także czynniki stymulacyjne w okresie prenatalnym mogą być powodem zwiększonej asymetrii między lewym i prawym *planum temporale*. Por. Dorsaint-Pierre, Penhune, Watkins, Neelin, Lerch, Bouffard, Zatorre [2006].

niskiej rozdzielczości) wykazała, że u osób słyszących absolutnie aktywowane są szersze sieci neuronowe. Zauważono także [Wengenroth, Blatow, Heinecke, Reinhardt, Stippich, Hofmann, Schneider 2013] (n = 162 osób), że do anatomicznych symptomów tej zdolności zaliczyć można zwiększoną objętość i zwiększoną funkcjonalność w niektórych obszarach kory słuchowej: w obszarze pól słuchowych w prawej półkuli, lewostronnym *planum temporale*, sieci w lewej półkuli w polu Broki, w zakręcie Heschla.

Niezwykle intrygujące są związki między zdolnością do absolutnego słyszenia a zdolnościami poznawczymi. Bermudez i Zatorre [2009] odnotowali występowanie różnic w grubości warstwy korowej u muzyków słyszących absolutnie i muzyków bez słuchu absolutnego. Autorzy sugerują, że neuronowe podwaliny tej niezwykłej zdolności pozwalają uznać ją za „muzyczną manifestację” różnych zdolności poznawczych, a wśród naukowców stopniowo dojrzewa świadomość, iż muzykalność można traktować jako model służący sondowaniu innych aspektów poznawczych, w tym głównie pamięci.

Dostrzeżono także, przy pomocy pozytronowej tomografii emisyjnej (PET), że u osób słyszących absolutnie występują bardziej rozległe sieci neuronowe [Wilson, Lusher, Wan, Paul, Reutens 2009], a w procesie rozpoznawania dźwięków (n=36 osób o podobnych cechach demograficznych i wykształceniu muzycznym) aktywowane są inne obszary mózgu; u osób słyszących absolutnie – rozpoznających ponad 90% dyktowanych dźwięków – pole Brodmanna BA 22, odpowiadające za rozumienie poszczególnych słów, zaś w grupie pośredniej, którą badacze określili mianem quasi-absolutnej – identyfikowała ona od 20% – 90% dźwięków – w polu Brodmanna BA 46, odpowiadającym za utrzymywanie uwagi i pamięci operacyjnej. Odnotowano także wyraźne różnice w wielkości prawego *planum temporale* u muzyków ze słuchem absolutnym (AP), słuchem quasi-absolutnym (QAP) i słuchem relatywnym (rozpoznawali poniżej 20% dźwięków). Różnicom tym towarzyszyły różne wzorce aktywacji funkcjonalnej obserwowane w trakcie wykonywania zadań rozpoznawania wysokości. W opinii Oeschlina, Meyera, Jäncke [2010] profesjonalna muzykalność i zdolność do słyszenia absolutnego prowadzi do znacznych zmian w materii szarej, głównie w obszarach istotnych dla mowy. Masataka [2011] udowodnił, że japońscy muzycy słyszący absolutnie byli w stanie szybciej i lepiej niż muzycy ze słuchem relatywnym identyfikować japońskie sylaby. U osób słyszących relatywnie wydłuża się czas reakcji na bodźce.

Przedmiotem badań stała się także łączność między niektórymi obszarami mózgu u muzyków. Wykazano [Loui, Li, Hohmann, Schlaug 2011], że u osób słyszących absolutnie mamy do czynienia z tzw. *hyperconnectivity* (podwyższoną łącznością), która może być przyczyną wyższej wydajności w zadaniach percepcyjnych, kategoryzacyjnych i poznawczych. Osoby ze słuchem absolutnym posiadają więcej bezpośrednich (lub szerszej rozwiniętych) połączeń między obszarami percepcji i kategoryzacji niż w normalnej populacji. Wszystko to pozwala uznać zdolność do słyszenia absolutnego za nowy model służący badaniu połączeń neuronowych – piszą autorzy. Wyniki wskazały na znacznie lepszą łączność materii białej w obszarach odpowiadających za percepcję i kategoryzację wysokości u osób ze słuchem absolutnym i znacznie większą objętość tych dróg. Badacze sugerują, że lepsza łączność (*hyperconnectivity*) może odzwierciedlać większą niż normalna ilość włókien w mózgu u osób słyszących absolutnie. Dostarczono także dowodów

na bardziej wydajne połączenia na szlaku *superior temporal gyrus – middle temporal gyrus* (STG-MTG) w płacie skroniowym, odnotowano wzrost wielkości włókien w części zwanej *arcuate fasciculus* (FA), który może być rezultatem zwiększonej mielinizacji aksonów. Osoby ze słuchem absolutnym są jedyną grupą normalnych osób, które posiadają unikalne właściwości zarówno w strukturze mózgu, jak i jego funkcjonowaniu. Autorzy twierdzą, że lepszy rozwój materii białej u osób słyszających absolutnie może być wynikiem wczesnego kształcenia muzycznego.

W 2012 roku Loui, Zamm, Schlaug dostrzegli, że obserwowanej u muzyków ze słuchem absolutnym zwiększonej funkcjonalnej łączności małych sieci neuronowych tzw. *Networks* towarzyszą wyjątkowe zdolności percepcyjne. W celu potwierdzenia hipotezy o zwiększonej łączności funkcjonalnej przeprowadzono analizę teorii grafów⁸ i statystyk małych sieci. Obserwowano sieć 90 węzłów oddzielnie dla obu grup. Wykazano wyższe aktywacje u osób ze słuchem absolutnym w całym mózgu w odpowiedzi na muzykę. U osób słyszających absolutnie wzrosła funkcjonalność połączeń sieci oraz między innymi regionami mózgu i jest to – zdaniem autorów – symptomem wyjątkowych zdolności percepcyjnych. Wyniki dostarczyły pierwszych dowodów, że zwiększona funkcjonalna łączność małych sieci neuronowych w mózgu u osób słyszających absolutnie jest związana z wyjątkowymi zdolnościami percepcyjnymi w zdrowej populacji – piszą autorzy.

Wyjątkowo ciekawe okazały się także pionierskie badania Deutsch i Dooley'a [2013] nad pojemnością pamięci u osób ze słuchem absolutnym. Wszyscy uczestniczący w badaniach (7 osób ze słuchem absolutnym i 20 osób ze słuchem relatywnym) rozpoczęli edukację muzyczną około szóstego roku życia. Obie grupy były zunifikowane pod względem lat doświadczenia muzycznego i posługiwały się językiem angielskim. Osobom badanym prezentowano test pamięci cyfr w wersji audytywnej i wizualnej. Między dwiema grupami uzyskano różnice wysoce istotne statystycznie w realizacji testu w wersji słuchowej (10 cyfr zapamiętywanych przez osoby ze słuchem absolutnym i 8,1 – bez SA). Muzycy słyszający absolutnie uzyskali także wyższe wyniki w realizacji wzrokowych zadań pamięciowych. Jednak zaobserwowana różnica była w tym przypadku statystycznie nieistotna. Było to pierwsze empiryczne stwierdzenie związku między słuchem absolutnym i niezwykle dużą pojemnością pamięci, co stanowi wskazówkę do jego genezy.

Reasumując: przyczyną powstawania zdolności do absolutnego słyszenia są predyspozycje wrodzone (genetyczne lub stymulowane w okresie prenatalnym), których przejawem jest, między innymi, obserwowana od 31 tygodnia ciąży asymetria między lewym i prawym *planum temporale* oraz wczesna praktyka muzyczna połączona z absolutną metodą kształcenia słuchu muzycznego. Korzystny wpływ na rozwój słuchu absolutnego wywiera używanie języków tonalnych. Udowodniono, że zdolność do absolutnego słyszenia koreluje z biegłością wykonywania zadań muzycznych. Osoby słyszące absolutnie mają lepiej zorganizowane sieci obwodowe mózgu, większą ilość substancji szarej, większą grubość warstwy korowej, bardziej rozległe sieci neuronowe, wykazują lepszą łączność materii białej, lepszą łączność (*hyperconnectivity*) w niektórych obszarach mózgu,

⁸ Teoria grafów jest narzędziem matematycznym używanym w wielu różnych dziedzinach nauki: informatyce, rachunku operacyjnym, chemii, genetyce, lingwistyce i socjologii. Grafem nazywamy zbiór wierzchołków połączonych krawędziami. Zob. Wilson [2012].

zwiększoną łączność „małych sieci”, zwiększoną pojemność pamięci. Osoby posiadające tę umiejętność, zdaniem Oechslina, Meyera, Jäncke [2010] sprawniej realizują zadania związane z segmentowym przetwarzaniem mowy. Okazują się lepsze w zadaniach pamięci, w niektórych zadaniach związanych z fonologicznym przetwarzaniem mowy, w nazywaniu i pamięci wysokości, w rozróżnianiu miejsc w ciągu kategorii [Deutsch 2013].

Deutsch [2013, s. 157] konkluduje: „Słuch absolutny staje się coraz częściej symptomem wielu innych zdolności poznawczych”. Loui [2014, s. 22] pisze jeszcze dobitniej:

Słuch absolutny jest zjawiskiem wzmocnienia percepcyjnego, które umożliwia automatyczne odczytywanie wysokości dźwięku, wiąże się z lepszą pamięcią i zdolnością do kategoryzacji. Wynika to ze zwiększenia sieci nerwowych, zwiększonej objętości istoty szarej, grubości warstwy korowej i łączności istoty białej oraz wyższej funkcjonalności małych sieci (*small world*). Potrzebne są dalsze badania, by ustalić, w jakim stopniu ta wyjątkowa umiejętność przenosi się do innych dziedzin życia.

WNIOSKI:

- Najlepsze efekty w rozwoju słuchowym dziecka uzyskuje się do ósmego roku życia.
- Zdolność do słyszenia absolutnego daje się stymulować przy użyciu metody absolutnej we wczesnym dzieciństwie.
- Jeśli potwierdzi się hipoteza, że słuchowi absolutnemu towarzyszą wyjątkowe zdolności poznawcze, to może warto stymulować powstawanie tej umiejętności?
- Ponad 50% studentów japońskich uczelni muzycznych słyszy absolutnie.
- Prawie 80% studentów polskich uczelni muzycznych chciałoby posiadać słuch absolutny [Kozłowska-Lewna 2006, s. 239–241].

BIBLIOGRAFIA:

- Bermudez Patrick, Zatorre Robert J. (2009), *The absolute pitch mind continues to reveal itself*. „Journal of Biology”, 8, 75, <http://jbiol.com/content/8/8/75> (dostęp: 4.01.2014).
- Deutsch Diana (2013), *Absolute pitch*. [W:] Diana Deutsch (red.), *The psychology of music 3rd Edition* (s. 141–182). San Diego: Elsevier.
- Deutsch Diana, Dooley Kevin (2013), *Absolute pitch is associated with a large auditory digit span: A clue to its genesis*. „Journal of the Acoustical Society of America”, nr 133 (4), s. 1859–1861.
- Deutsch Diana, Dooley Kevin, Henthorn Trevor, Head Brian (2009), *Absolute pitch among students in an American music conservatory: association with tone language fluency*. „Journal of the Acoustical Society of America”, 125, s. 2398–2403.
- Deutsch Diana, Henthorn Trevor, Dolson Mark (2004), *Absolute pitch, speech, and tone language: Some experiments and a proposed framework*. „Music Perception”, 21, s. 339–356.
- Deutsch Diana, Henthorn Trevor, Marvin Elizabeth, Hong Shuai Xu (2006), *Absolute pitch among American and Chinese conservatory students: prevalence differences, and evidence for speech-related critical period*. „Journal of the Acoustical Society of America” 119, s. 719–722.
- Deutsch Diana, Li Xiaonuo, Shen Jing (2013), *Absolute pitch among students at the Shanghai Conservatory of Music: A large-scale direct test-study*. „Journal of the Acoustical of America”, 134 (5), s. 3853–3859.
- Dooley Kevin, Deutsch Diana (2010), *Absolute pitch correlates with high performance on musical dictation*. „Journal of the Acoustical Society of America”, 128, s. 890–893.
- Dooley Kevin, Deutsch Diana (2011), *Absolute pitch correlates with high performance on interval naming tasks*. „Journal of the Acoustical Society of America”, 130, s. 4097–4104.
- Dorsaint-Pierre Raquel, Penhune Virginia B., Watkins Kate E., Neelin Peter, Lerch Jason P., Bouffard Marc, Zatorre Robert J. (2006), *Asymmetries of the planum temporale and Heschl's gyrus: relationship to language lateralization*. „Brain”, 129, s. 1164–1176.
- Gaser Christian, Schlaug Gottfried (2003), *Brain structures differ between musicians and non-musicians*. „Journal of Neuroscience”, 23 (27), s. 9240–9245.
- Huron David, Simpson Jasba (1994), *Absolute pitch as a learned phenomenon: Evidence consistent with the Hick-Hyman law*. „Music Perception”, 12, (2), s. 263–270.
- Jankowski Wojciech (1995), *Solfeż, solfeggio oraz Solmizacja, solmisation*. [W:] Andrzej Chodkowski (red.), *Encyklopedia Muzyki* (s. 826–828). Warszawa: PWN.
- Keenan Julian Paul, Thangaraj Ven, Halpern Andrea R., Schlaug Gottfried (2001), *Absolute pitch and planum temporale*. „NeuroImage”, 14, s. 1402–1408.
- Kozłowska-Lewna Alicja (2006), *Innowacyjna strategia kształcenia słuchu muzycznego u dzieci w wieku wczesnoszkolnym*. Gdańsk: Akademia Muzyczna im. Stanisława Moniuszki.
- Kozłowska-Lewna Alicja (2011), *Badania nad słyszeniem absolutnym u dzieci w wieku wczesnoszkolnym*. „Aspekty Muzyki” 2011, tom 1, s. 101–122.
- Kozłowska-Lewna Alicja (2013), *Słuch absolutny – symptomem zdolności muzycznych i poznawczych?*, „Aspekty Muzyki” 2013, tom 3, s. 59–92.
- Levitin Daniel J., Rogers Susan E. (2005), *Absolute pitch: Perception, coding and controversies*. „Trends in Cognitive Sciences”, 9, 1, s. 26–33.
- Loui Psyche (2014), *Absolute Pitch*, <http://mindlab.research.wesleyan.edu/files/2014/01/Absolute-Pitch.pdf> (dostęp: 27.01.2014). Materiał przygotowany do druku w publikacji *Oxford Handbook of Music Psychology* pod red. Susan Hallam, Ian Cross, Michael Thaut (s. 1–25).

- Loui Psyche, Li Hui C. Charles, Hohmann Anja, Schlaug Gottfried (2011), *Enhanced cortical connectivity in absolute pitch musicians: a model for local hyperconnectivity*. „Journal of Cognitive Neuroscience” 23, s. 1015–1026.
- Loui Psyche, Zamm Anna, Schlaug Gottfried (2012), *Enhanced functional networks in absolute pitch*. „NeuroImage”, 63 (2), s. 632–640.
- Masataka Nobuo (2011), *Enhancement of speech-relevant auditory acuity in absolute pitch possessors*. „Frontiers in Psychology”, 2 (101), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3132675/> (dostęp: 27.01.2014).
- Miyazaki Ken'ichi (1989), *Absolute pitch identification: Effects of timbre and pitch region*. „Music Perception”, 7 (1), s. 1–14.
- Miyazaki Ken'ichi, Makomaska Sylwia, Rakowski Andrzej (2012), *Prevalence of absolute pitch: a comparison between Japanese and Polish music students*. „Journal of the Acoustical Society of America” 2012, 132 (5), s. 3484–3493.
- Miyazaki Ken'ichi, Ogawa Yoko (2006), *Learning absolute pitch by children: A cross-sectional study*. „Music Perception” 24 (1), s. 63–78.
- Oechslin Mathias S., Meyer Martin, Jäncke Lutz (2010), *Absolute pitch: functional evidence of speech-relevant auditory acuity*. „Cerebral Cortex”, 20, s. 447–455.
- Peng Gang, Deutsch Diana, Henthorn Trevor, Su Danjie, Wang William S.-Y. (2013), *Language experience influences nonlinguistic pitch perception*. „Journal of Chinese Linguistics”, 41, s. 447–467.
- Saffran Jenny, Griepentrog Gregory J. (2001), *Absolute pitch in infant auditory learning: Evidence for developmental reorganization*. „Developmental Psychology” 37 (1), s. 74–85.
- Schlaug Gottfried, Jäncke Lutz, Huang Yanxiong, Steinmetz Helmuth (1995), *In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians*. „Science”, 3, vol. 267, no. 5198, s. 699–701.
- Stroop J. Ridley (1935), *Studies of interference in serial verbal reactions*. „Journal of Experimental Psychology”, 18 (6), s. 643–662.
- Wengenroth Martina, Blatow Maria, Heinecke Armin, Reinhardt Julia, Stippich Christoph, Hofmann Elke, Schneider Peter (2013), *Increased volume and function of right auditory cortex as a marker for absolute pitch*. „Cerebral Cortex”, online 9 stycznia 2013, http://www.hsbwestpfalz.de/fileadmin/shdateien/Wengenroth-2013-Cereb._Cortex-abs_pitch.pdf (dostęp: 20.01.2014).
- Wilson Robin J. (2012), *Wprowadzenie do teorii grafów*, Wojciech Guzicki (tłum.), wydanie drugie. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Wilson Sarah J., Lusher Dean, Wan Katarzyna Y., Paul Dudgeon, Reutens David C. (2009), *The neurocognitive components of pitch processing: Insights from absolute pitch*. „Cerebral Cortex”, 19, s. 724–732.
- Wu Carolyn, Kirk Ian J., Hamm Jeff P., Lim Vanessa K. (2008), *The neuronal networks involved in pitch labeling of absolute pitch musicians*. „NeuroReport”, 19 (8), s. 851–854.
- Vitouch Oliver (2005), *Absolutes Gehör*. [W:] Thomas H. Stoffer, Rolf Oerter (red.), *Enzyklopädie der Psychologie: Allgemeine Musikpsychologie* (s. 718–766). Göttingen: Hogrefe Verlag.

Absolute pitch in the light of contemporary research

SUMMARY:

The subject matter of the article is a presentation of the research on absolute pitch, carried out over the last decade. The author discusses findings of the research on the origins of absolute pitch, relations between absolute pitch and musical skills, correlation between absolute pitch and employed ear training methods, anatomic-neural underpinnings of that ability, as well as influence of absolute pitch on other cognitive skills. The research helps to assume that the reasons for appearing the absolute pitch ability are innate predispositions (genetic ones or induced in the prenatal period), the manifestations of which are the asymmetry between left and right *planum temporale*, observed from the 31st week of pregnancy, and early musical practice combined with the absolute pitch method of ear training. What has a beneficial impact on the development of absolute pitch is the use of tonal languages. It has been proved that the absolute pitch ability correlates with proficiency in tackling musical tasks. The people with absolute pitch have better-organized peripheral nervous system, a bigger amount of grey matter, thicker cerebral cortex, vaster network of neurons; they display hyperconnectivity of white matter, hyperconnectivity in some areas of brain, enhanced connectivity of "small networks", increased memory capacity. The absolute pitch ability is a unique phenomenon of cognitive reinforcement observed in a population, which serves the purpose of examining brain's adaptability.

KEYWORDS: music education, ear training, absolute pitch, cognitive abilities.