

# **Analiza funkcjonowania pętli fonologicznej podczas zapamiętywania w trakcie słuchania muzyki**

Wiktoria Gierszewska, Michalina Gryzio

Psychologia Zdrowia, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

## **Abstrakt**

W modelu magazynowym pamięci Alana Baddeley'a i Grahama Hitch'a wyróżnia się: centralny ośrodek wykonawczy, szkicownik wzrokowo-przestrzenny i pętlę fonologiczną, odpowiedzialną za krótkotrwałą pamięć słuchową i przyswajanie języka. Funkcjonowanie pętli psychologowie badają za pomocą zadań na naukę ze słuchu non-sensownych słów, choć budowę zbliżonych do prawdziwych. Uzasadnieniem tej metody jest hipoteza o ewolucyjnym pochodzeniu pętli fonologicznej jako narzędzia warunkującego nabywanie języka. Elementami pętli są: magazyn fonologiczny i artykulacyjny system prób, zwany niekiedy "wewnętrznym głosem". Działające na niego zakłócenia skutkują utratą danych z pamięci krótkotrwałej słuchowej. Przeprowadzono także szereg badań nad wpływem muzyki na ludzkie ciało, w tym na pobudzenie emocjonalne, które osiągnowszy pewien stopień może dodatnio wpływać na jakość zapamiętywania. Stąd założeniem niniejszego eksperymentu jest sprawdzenie czy muzyka może też utrudniać naukę. W badaniu wzięło udział 30 osób, w tym 17 kobiet i 13 mężczyzn. Średnia wieku wyniosła  $M = 39,43$  lat. Badani z grupy kontrolnej mieli zapamiętać ze słuchu szereg 10 wyrazów i odtworzyć je. Osoby z grupy badawczej miały wykonać to samo zadanie słuchając muzyki wokalnie-instrumentalnej i ciągu sensownych wyrazów jednocześnie. Oceniano ilość poprawnie zapamiętanych wyrazów. Średnia ilość poprawnych odtworzeń dla obu grup okazała się zbliżona. W niniejszym artykule przedstawiono wnioski oraz omówiono ważniejsze czynniki, które mogły mieć wpływ na zbliżenie obydwu wyników.

Słowa kluczowe: pamięć krótkotrwała, pętla fonologiczna, uczenie się, muzyka,

# 1. Wstęp

Badania nad pamięcią należą do najstarszych w psychologii eksperymentalnej. Mimo to trudno wskazać jedną, trafną definicję tego procesu. Według Alana Baddeley'a funkcjonalny system pamięci musi być zdolny do rejestrowania informacji, przechowywania jej przez pewien czas i wydobywania jej wtedy, kiedy jest to potrzebne (A. Baddeley, 1998). Wyróżnia się wiele rodzajów pamięci, w tym krótkotrwałą. Ta ostatnia szczególnie zainteresował Baddeley'a i Hitcha. Dowiedli oni, że pamięć operacyjna jest częścią pamięci krótkotrwałej, choć nie można utożsamiać ze sobą tych dwóch systemów. Termin pamięć robocza odnosi się do systemu w mózgu, który zapewnia tymczasowe przechowywanie i manipulowanie informacjami niezbędnymi dla tak złożonych zadań poznawczych, jak rozumienie języka, uczenie się i rozumowanie (A. D. Baddeley, 1983). Badacze sformułowali nowe pojęcie pamięci krótkotrwałej nazwane modelem magazynowym wydzielając jej trzy elementy składowe: centralny ośrodek wykonawczy, szkicownik wzrokowo-przestrzenny, pętla fonologiczna (A. Baddeley, 1998). Wyróżnia się dwa składniki pętli fonologicznej: magazyn fonologiczny, który wykorzystuje efekt podobieństwa fonologicznego (w którym badani mniej dokładnie przypominają sekwencje fonologicznie podobnych liter lub słów) oraz artykulacyjny system prób, czego dowodem jest efekt długości słowa, w którym pamięć sekwencji słów zanika, gdy słowa stają się dłuższe (A. Baddeley & Baddeley, 2012). Badania obrazowe potwierdziły istnienie anatomicznego obwodu, odpowiadającego pętli fonologicznej. Zawiera on składnik przechowywania (magazyn fonologiczny) znajdujący się w dolnym płacie ciemieniowym i element próby (artykulacyjny system prób) obejmujący obszar Broki (obszary Brodmanna 44 i 45) (A. Baddeley & Baddeley, 2012).

Jedną z własności przypisywanych pamięci krótkotrwałej jest jej zależność od kodowania językowego - większość opisujących ją modeli wprowadza jakiś proces powtarzania, zazwyczaj bezgłośnie, dzięki któremu utrzymuje się ślad pamięciowy (A. Baddeley, 1998). Tezę tę postawił Baddeley, wykonując następnie serię eksperymentów na pacjentce. Była ona po udarze, który spowodował deficyty w zakresie pamięci krótkotrwałej słuchowej. Okazało się, iż nie miała ona problemu z uczeniem się par wyrazów w ojczystym języku (włoski), natomiast nie potrafiła połączyć nowo poznanych słów w obcym języku z ich włoskimi odpowiednikami. Nie nauczyła się ani jednego wyrazu w obcym języku. Badanie potwierdziło to, że pętla fonologiczna specjalizuje się w nabywaniu języka (A. Baddeley, 1998). Okresem, w którym najłatwiej można zaobserwować związek między nauką języka a pętlą fonologiczną jest dzieciństwo. Okazuje się, że im dziecko ma większy zasób słownictwa, tym lepiej przyswaja ono nowe słowa (Baddeley, Gathercole, Papagno, 1998). W większości zadań badani (w tym dzieci) proszeni są o zapamiętanie ze słuchu wyrazów nonsensownych. Psychologowie argumentują to różnie: po pierwsze rolę pętli fonologicznej jest uczenie się nowych form fonetycznych poprzez tymczasowe przechowanie, podczas powstawania trwalszych zapisów pamięciowych (A. Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998). Ponadto sensowne wyrazy są kodowane automatycznie i mogą być pamiętane znacznie dłużej, co nie sprawdza umiejętności nauki (Blakemore & Frith, 2008). Eksperyment z zakresu neurolingwistyki przeprowadzony przez Kingę Mietz w 2015 roku miał na celu zbadanie korelacji między tempem uczenia się a płcią i wiekiem. Grupę docelową stanowiły dzieci w wieku: 5,9,11 lat. Ich zadaniem była nauka: ciągu 12 cyfr, ciągu 12 sylab, ciągu 12 asemantycznych wyrazów. Największą liczbę poprawnych powtórzeń w powtarzaniu cyfr osiągnęły dziewięcioletnie dziewczynki. Asemantyczne wyrazy zostały najlepiej zapamiętane przez jedenastoletnie dzieci. Wniosek z tego jest taki, że wraz z wiekiem wzrasta plastyczność mózgu i zdolność uczenia się nowych wyrazów (Mietz, 2016). W innym eksperymencie Baddeley i Gathercole uczyli dzieci zapamiętywania imion zabawek. Wykorzystywali imiona znane (np. Michael) lub nieznanne (np. Pikle). Okazało się, że dzieci które osiągnęły wysokie wyniki w teście zapamiętywania niby-słów, szybciej zapamiętywały imiona niż równie inteligentne dzieci, które słabo powtarzały niby-słowa (A. Baddeley, 1998). Alan Baddeley w książce "Pamięć. Poradnik użytkownika." dowodzi, że człowiek ucząc się nic nie znaczących sylab, próbuje nadawać im znaczenie w celu łatwiejszego zapamiętania. Dlatego nauczanie się

ciągu sylab bez znaczenia oraz ciągu wyrazów o silnym znaczeniu, choć nie powiązanych ze sobą logicznie, niewiele się różnią.

Psychologowie badają pamięć wyznaczając badanym różne zadania wymagające pamięci sprawdzając, jak sobie z nimi radzą. (A. Baddeley, 1998) Dwa kryteria zwykle decydują o wyborze metody w konkretnym badaniu. Pierwsze z nich to wybór miary pamięci, a więc takiej lub innej formy odtwarzania. Drugie to cecha pamięci (trwałość, szybkość, dokładność, gotowość), którą w danym badaniu chcemy wyeksponować (Kurcz, 1995). Jednym ze sposobów badania ludzkiej pamięci jest wybiórcza interferencja. Baddeley proponuje sprawdzenie jakości zapamiętywanych numerów telefonów, które wszyscy powtarzamy sobie w głowie, poprzez zakłócenie tego procesu wypowiedzeniem przez kogoś bezsensownego słowa. Autor sugeruje, że wprowadzenie takiego dystraktora pogorsza jakość zapamiętywania.

Współcześnie jesteśmy poddani działaniu wielu bodźców, które pogarszają koncentrację. Muzyka u jednych stymuluje proces nauki a innym ją uniemożliwia. Przywołując opracowania dotyczące zachowania się mózgu podczas ekspozycji muzycznych warto przytoczyć prace autorów z Niemiec, w których wskazane zostały struktury mózgowia, ulegające pobudzeniu w procesie słuchania muzyki i jej wpływu na emocje. Stwierdzono, że układ limbiczny, czyli: hipokamp, zakręt hipokampa, obszary skroniowe, wysepki mózgu, brzuszne ciało prążkowane i zakręt obręczy są szczególnie wrażliwe na działanie muzyki (Kalinowska & Kułak, 2010). Czy jednak pobudzenie przez muzykę struktur odpowiedzialnych za pamięć jest odpowiednio duże by mogło pomóc w nauce? Należy pamiętać, że wykonanie zadania poprawia się, w miarę wzrostu poziomu pobudzenia aż do uzyskania wartości, powyżej której ulega pogorszeniu. Związek ten znany jest jako prawo Yerkesa-Dodsona (A. Baddeley, 1998).

W innym badaniu zostaje postawiona podobna teza: specjalnie dobrana muzyka pozwala uczyć się szybciej niż wydaje się to możliwe i zmienia osobowość z taką łatwością, że nie mogliśmy nawet o tym marzyć (...) metoda ta angażuje cały mózg, świadomość i podświadomość, wyobraźnię, zmysły, emocje i ciało (Bujanowski et al., 2014). Georgi Łozanow ze współpracownikami (za: Marciniak, 2004) wysnuli wniosek, że muzyka (głównie barokowa) dodatkowo wpływa na procesy uczenia, znacznie je przyspieszając. Prowadzili badania na studentach czytając im teksty do nauki. Słuchali oni w tym samym czasie koncertów Wolfganga Amadeusza Mozarta, Ludwiga van Beethovena i Johanna Brahmsa. Wynikiem badań okazała się być poprawa szybkości uczenia, koncentracji, poczucia własnej wartości a nawet zniwelowanie bólu głowy. Naukowcy stwierdzili, że muzyka, utrzymana w tempie 60 uderzeń na minutę, pomaga w procesie przyspieszonego uczenia się (Bujanowski et al., 2014).

Odnosząc się do przytoczonych badań, w oparciu o ich wyniki, przeprowadziłyśmy eksperyment, który weryfikuje hipotezę, iż dodatkowe bodźce, takie jak muzyka wokalnie-instrumentalna utrudniają zapamiętywanie wyrazów i uczenie się ich ze słuchu. Hipoteza ta została sformułowana w celu sprawdzenia tego, czy muzyka może także negatywnie wpływać na proces nauki, stanowiąc dystraktor pętli fonologicznej.

## 2. Metoda

### 2.1 Badani

Przebadano N = 30 osób, w tym 17 kobiet ( 56,67 % ) i 13 mężczyzn ( 43,33 % ). Średni wiek wyniósł M = 39,43 lat (SD = 5,9 ). Wszystkie osoby badane posiadały wyższe wykształcenie.

### 2.2 Metody doboru próby

Badanych rekrutowano metodą doboru przypadkowego. Dobór do grupy badawczej i kontrolnej był systematyczny - co druga osoba znajdowała się w grupie kontrolnej.

## 2.3 Metodologia badań

Użyta w badaniu metoda polega wysłuchaniu oraz powtórzeniu przez badanego ciągu wyrazów w dowolnej kolejności. Metoda ta sprawdza funkcjonowanie pamięci krótkotrwałej słuchowej. Wyrazy użyte w badaniu to: malachit, kraj, łąka, ptaki, morze, pomarańcze, pejzaż, wieczór, gruszka, fontanna. Zadaniem grupy kontrolnej było odtworzenie szeregu po jego trzykrotnym powtórzeniu przez eksperymentatora. Odstęp między kolejnymi powtórzeniami wynosił 3 sekundy. Odpowiedzi badanych były nagrywane w celu bezbłędnej oceny. Grupa eksperymentalna wykonywała to samo zadanie z towarzyszeniem dystraktora. Był nim utwór Krzysztofa Kamila Baczyńskiego “ Znów wędrujemy” w aranżacji Grzegorza Turnaua. Badani odsłuchiwali go z głośnika w trakcie dyktowania przez eksperymentatora szeregu wyrazów, tak że słyszeli zarówno materiał do zapamiętania jak i dystraktor. Odpowiedzi badanych zostały następnie ocenione przez policzenie poprawnie odtworzonych wyrazów na 10 możliwych.

## 2.4 Procedura

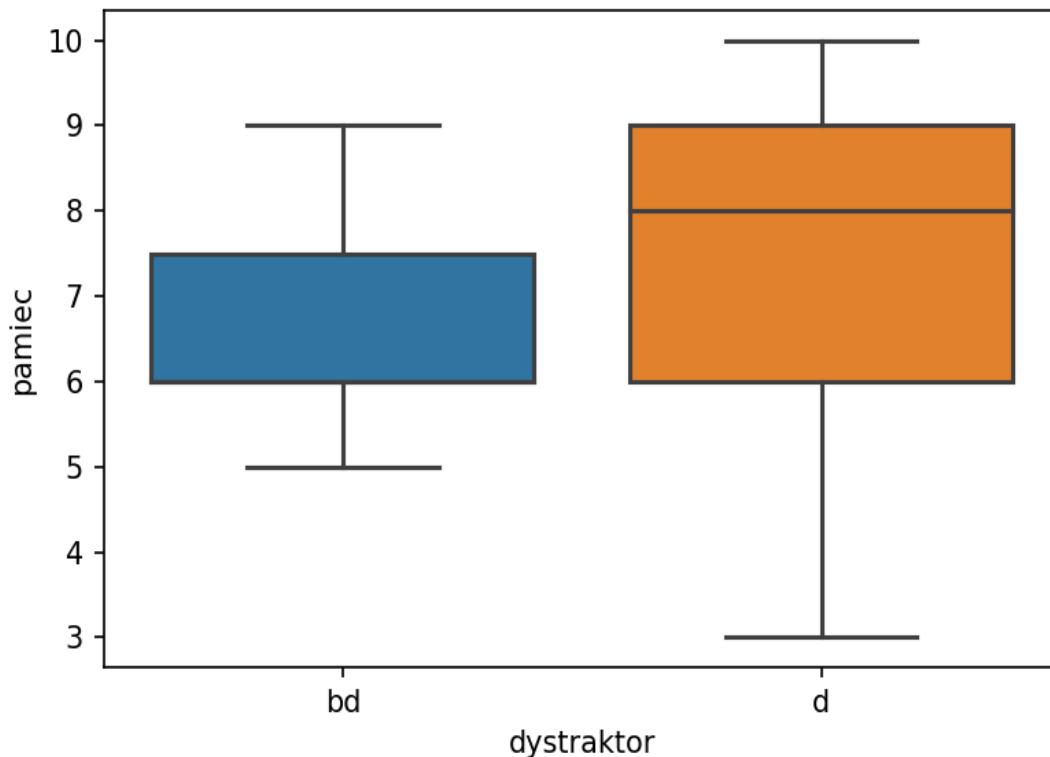
Przed przystąpieniem do eksperymentu badany wypełnił kwestionariusz, który zawierał pytanie o wiek, płeć oraz wykształcenie. Każdy został poinformowany o tym kto, z ramienia jakiej instytucji i w jakim celu przeprowadza eksperyment. Została także podana ogólna informacja o tym co zostanie zbadane. Udział w badaniu był dobrowolny, można było zrezygnować z niego w dowolnym momencie. Badani nie ponosili żadnych kosztów. Eksperyment nie wywierał na badanych negatywnych skutków psychicznych ani fizycznych. Badanie było anonimowe. Z każdą z tych informacji badani zostali zaznajomieni, jak również z tym, że będą mogli uzyskać wyniki w postaci artykułu. Przystąpienie do głównej części eksperymentu następowało po tym, jak badany wyraził swoją zgodę na udział. Następnie każdej z grup zostało podane odpowiednie polecenie do zadania. W razie wątpliwości badany miał czas na zadanie pytania. Gdy szereg wyrazów został trzykrotnie powtórzony eksperymentator włączał dyktafon w celu nagrania odpowiedzi.

## 2.5 Analiza statystyczna

W celu zbadania wpływu muzyki wokally - instrumentalnej na pamięć wykonano test t-Studenta. Wszystkie obliczenia wykonano w języku Python przy użyciu bibliotek Pandas, Numpy i SciPy. Wykres przygotowano przy użyciu biblioteki *Seaborn*.

## 3. Wyniki

W celu porównania wyników obu grup policzono średnią ilość zapamiętanych wyrazów. Dla grupy badawczej  $M = 7,4$  (  $SD = 2,1$  ) a dla grupy kontrolnej  $M = 6.6$  (  $SD = 1,24$  ). Wynik ten przedstawiono na wykresie typu boxplot (Rycina 1) .Różnice w ilości zapamiętanych wyrazów pod względem muzycznego dystraktora lub jego braku okazały się nieistotne statystycznie;  $t = -1.271$  ;  $p > 0,05$ .



Rycina 1

## 4. Dyskusja

Nieistotny statystycznie wynik ma prawdopodobnie związek ze zbyt małą ilością osób, które wzięły udział w badaniu. Próba mogła być niereprezentatywna. Na wykresie 1. można zaobserwować większą różnicę wyników skrajnych w grupie eksperymentalnej, co zbliża wartości średnich obydwu grup do siebie. Ponadto niniejszy eksperyment uwzględnia wpływ tylko jednej zmiennej na jakość zapamiętywania. O sprawności pamięci badanych mogły decydować: przeciążenie pamięci, pora dnia, indywidualne różnice w pojemności pamięci czy pobudzenie emocjonalne. Według Alana Baddeley'a pobudzenie ma istotny wpływ na pamięć ludzką - im wyższe (do pewnego stopnia), tym lepiej zapamiętujemy (A. Baddeley, 1998).

Należy wspomnieć, iż eksperyment ten nie był replikacją żadnego wcześniejszego. Opierał się on na badaniach Alana Baddeley'a i Idy Kurcz, którzy badali pamięć po przez zadania na zapamiętanie ze słuchu wyrazów asemantycznych. Warunek ten został zmieniony w tym badaniu na użycie słów występujących w danym języku. Istnieje prawdopodobieństwo, że pozostaje to nie bez znaczenia dla otrzymanych wyników.

Prawdopodobnie kluczowym czynnikiem, który zbliżył wartości średnich było to, że dystraktorem był utwór, którego słowa stanowiły materiał do zapamiętania. Z wypowiedzi niektórych badanych można wysnuć wniosek, że było to pomocne przy wykonaniu zadania. Dla innych natomiast stanowiło to dużą przeszkodę w zapamiętywaniu, co sami przyznawali. Zjawisko to zaistniało prawdopodobnie przez indywidualne różnice w sferze podzielności uwagi i skupienia na zadaniu.

Pojemność pamięci i jej sprawność są cechą indywidualną każdego człowieka. Wydawać by się mogło, że powyższe cechy pamięci korelują z wykształceniem. Inną pamięcią dysponuje biegły prawnik a inną pracownik budowlany. Prawnik korzysta z zasobów pamięci długotrwałej i krótkotrwałej codziennie natomiast budowniczy zdecydowanie mniej. Ponadto aby zostać prawnikiem należy przejść wymagające studia, podczas których pamięć jest cały czas trenowana. W przypadku budowniczego posiadanie wykształcenia nie jest konieczne. Uczestnikami tego eksperymentu byli ludzie z wyższym wykształceniem, ich pamięć powinna być zatem na wysokim poziomie. Jednak w grupie badawczej występują bardzo niskie wyniki ( 3 na 10 zapamiętanych wyrazów ). Sytuacja ta mogła być funkcją obecności dystraktora, jak również różnic indywidualnych: prawnik, który mocno podupada na zdrowiu nie będzie w stanie wiele się nauczyć w przeciwieństwie do zdrowego, pracującego na świeżym powietrzu robotnika. Niewątpliwą wadą badań nad pamięcią jest to, że nie mogą uwzględnić one wszystkich czynników, które istotnie wpływają na jej jakość.

W przytoczonych badaniach nad wpływem muzyki na pamięć wykazano, że jest on dodatni. Celem niniejszego badania nie było obalenie tej tezy, tylko sprawdzenie czy może być ujemny. Wykorzystano do tego celu muzykę, wokalnoinstrumentalną, co miało zweryfikować czy pojawiające się w jej tekście słowa będą stanowić przeszkodę dla pracy pętli fonologicznej. Wyniki mogą sugerować, że części badanych z grupy badawczej sytuacja ta sprzyjała nauce. Niewiadomą jednak pozostaje czy zawdzięcza się to słowom piosenki czy samej muzyce. Jest to pole do dalszych badań nad rolą muzyki w procesach poznawczych.

Z niniejszego badania można wysnuć wniosek, iż jakość uczenia się zależy od wielu czynników, w tym różnic indywidualnych. Nadal jednak nie można jednoznacznie ocenić jaki wpływ ma słuchanie muzyki na naukę oraz pamięć operacyjną. Czy piosenka może być tym dystraktorem, o którym wspomina Baddeley i który może zakłócić działanie elementu pętli fonologicznej jakim jest system prób? Niewątpliwie dla niektórych osób tak.

## 5. Bibliografia:

- Baddeley, A. (1998). *Pamięć. Poradnik użytkownika*. Warszawa: Prószyński i S-ka SA.
- Baddeley, A., & Baddeley, A. (2012). The phonological loop. *Working Memory, Thought, and Action*, 51(June), 35–62. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198528012.003.0003>
- Baddeley, A. D. (1983). Functional aspects of human memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences*, Vol. 302, pp. 311–324.
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The Phonological Loop as a Language Learning Device. *Psychological Review*, 105(1), 158–173. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.1.158>
- Blakemore, S.-J., & Frith, U. (2008). *Jak uczy się mózg?* (Blackwell). Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Bujanowski, Z., Nogaj, A. A., Jankowski, W., Wojtanowska-Janusz, B., Klimas-Kuchtova, E., Nieznańska, M., ... Machnikowska-Peschken, M. (2014). *Zeszyty Psychologiczno-Pedagogiczne Centrum Edukacji Artystycznej Zeszyt nr 2*. Retrieved from <http://cea-art.pl/pub/z-2-caly-m.pdf#page=35>
- Kalinowska, A. K., & Kułak, W. (2010). Wpływ muzyki na organizm ludzki. *Fizjoterapia*, 18(4), 77–82. <https://doi.org/10.2478/v10109-010-0074-z>
- Kurcz, I. (1995). *Pamięć. Uczenie się. Język*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Mietz, K. (2016). *PAMIĘĆ, RUTYNIZACJA A NABYWANIE JĘZYKA – EKSPERYMENT PSYCHOLINGWISTYCZNY Wprowadzenie*. (2), 52–72.