

Magdalena Peterek

Akademia Tarnowska, Tarnów

ORCID 0009-0003-6365-5063

Neurobiologiczne podłoże stymulacji rozwoju funkcji językowych dziecka za pomocą frazy melodycznej

Neurobiological basis of stimulation of the development of language functions child using a melodic phrase

Streszczenie

Obserwując rozwój filogenetyczny i ontogenetyczny człowieka, można zauważyć, że podstawą ruchu, niezbędnego zarówno dla rozwoju organizmu, jak i nawiązania interakcji społecznych, jest rytm. Pierwotne formy komunikacji oparte na ruchu, w tym ruchu tanecznym, ewoluowały w kierunku komunikacji w języku fonicznym. Autorka artykułu szuka punktów wspólnych pomiędzy frazą melodyczną i frazą językową, wskazuje na struktury w korze słuchowej, aktywizujące się w czasie percepcji dźwięków instrumentalnych i językowych. Przedstawia obiektywne badania, które udowadniają, że wykształcenie muzyczne nie jest obojętne dla poziomu umiejętności językowych. Wiedza ta otwiera zupełnie nowe możliwości terapeutyczne. Zaplanowany trening muzyczny doprowadza do zmian strukturalnych i funkcjonalnych w mózgu dziecka, co zwiększa jego zdolności poznawcze i umiejętności przetwarzania językowego.

Słowa kluczowe: rytm, ruch taneczny, fraza melodyczna, fraza językowa, planum temporale

Abstract

Observing both the phylogenetic and ontogenetic development of man, it can be seen that the basis of movement, so necessary for the development of the organism and the establishment of social interactions, is rhythm. The original forms of communication based on movement, including dance movement, evolved towards communication in the language of voice. The author of the article looks for common points between a melodic phrase and a linguistic phrase, points to structures in the auditory cortex that are activated during the perception of instrumental and linguistic sounds. It presents objective research which indicates that musical education is not indifferent to the level of language skills. Which opens up completely new therapeutic

possibilities. Planned musical training leads to structural and functional changes in the child's brain, which increases his cognitive abilities and language processing skills.

Keywords: rhythm, dance movement, melodic phrase, linguistic phrase, planum temporale

Jedną z form pierwotnej, niedoskonałej jeszcze postaci komunikacji pomiędzy ludźmi lub ich grupami był taniec. Istnieje wiele różnych teorii, które wyjaśniają genezę ruchu tanecznego. Jedna z nich mówi, że został on zainicjowany przez rytm. Rytmiczne uporządkowanie ruchów towarzyszyło człowiekowi pierwotnemu w trakcie pracy i walki o przetrwanie. Ułatwiało mu codzienne życie. Było również źródłem przyjemności. To teoria promowana przez Karla Buchera, niemieckiego socjologa, który twierdził, że „rytm odpowiada naturalnej konstrukcji ludzkiego organizmu, porządkuje nasze czynności, pozwala na zaoszczędzenie wysiłku przy uzyskaniu maksimum korzyści” (Turska, 1965, s. 93). Takie podejście daje pierwszeństwo rytmowi, bowiem to właśnie on poprzedzał ruch. Kolejno rytmiczne ruchy przekształciły się w taniec o charakterze użytkowym, magicznym, erotycznym, widoczny na rysunkach już z epoki późnego paleolitu, znajdujących w grotach i jaskiniach między innymi Francji, Hiszpanii, Afryki (Turska, 1965). Postaci na ścianach jaskiń tańczą zawsze w grupie lub w parach, co pokazuje, że aktywność ta ma charakter społeczny. Współcześni badacze (Cieszyńska-Rożek, 2020) podkreślają wartość tańca dla rozwoju poznawczego jednostki. Dzieje się tak poprzez aktywizowanie neuronów zwierciadlanych¹. Dzięki nim możemy powtarzać ruchy zaobserwowane u partnera tanecznego, skupiamy uwagę na jego twarzy, odczytujemy z niej emocje. Dzielimy z nim wspólne pole uwagi, co stanowi podstawę rozwoju poznawczego.

Filogenetyczne rozważania nad genezą ruchu tanecznego mają swoje odzwierciedlenie w ontogenetycznym rozwoju każdej jednostki ludzkiej. Wczesne doświadczenie rytmu bicia serca matki, ruchu jej łona dyktowanego rytmem oddechu, rytmicznego brzmienia jej głosu daje dziecku poczucie bezpieczeństwa. Już od około 23. tygodnia życia płodowego pojawia się u dziecka ruchowa reakcja na dźwięk (Eliot, 2003; Cieszyńska, Korendo, 2007). To właśnie rytm stanowi bodziec do aktywizacji ruchowej w życiu prenatalnym każdego człowieka. W trakcie aktywności ruchowej w mięśniach i nabłonku naczyń powstaje białko BDNF (to neurotroficzny czynnik, który odpowiada za proces neurogenezy i tworzenia się synaps (Cieszyńska, 2020; Hannaford, 1998). Możliwość rejestrowania dźwięków docierających nie tylko z organizmu matki, ale również ze świata zewnętrznego aktywizuje procesy rozwoju sensoromotorycznego dziecka, stymuluje przebieg percepcji bodźców słuchowych w okresie prenatalnym, warunkując tym samym dalszy progres w ich rozwoju już po narodzinach (Hebb, 1973; Przetecznik-Gierowska, Tyszkowa, 1996; Klimas-Kuchtowa, 2006). Dźwięki i melodie zapamiętane przez dziecko w okresie prenatalnym pozwalają mu

¹ Neurony zwierciadlane to grupy komórek, które uaktywniają się wówczas, gdy obserwujemy lub chcemy imitować ruchy drugiej osoby. Neurony lustrzane są umiejscowione w górnej bruzdzie skroniowej, dolnym płacie ciemieniowym oraz dolnym zakręcie czołowym (Cieszyńska-Rożek, 2020).

zachować równowagę pomiędzy okresami aktywności i snu już po narodzinach (Fijałkowski, 1988; Siudak, 2018). Schematy sensomotoryczne, które dziecko tworzy w pierwszych dwóch latach życia, poznając najbliższe otoczenie zarówno fizyczne, jak i społeczne (Piaget, 1969; Prillwitz, 1996), stają się podstawą tworzenia pojęć w jego umyśle. Aby dziecko mogło dokonywać operacji myślowych nie tylko na poziomie konkretno-obrazowym, musi nadać nazwę zdobytym doświadczeniom, zakodować je w systemie językowym, jaki słyszy jako pierwszy od najbliższego otoczenia. Jest nim język macierzysty przyswajany przez dziecko w sposób naturalny na drodze słuchowej. Język werbalny to najdoskonalsza forma komunikacji międzyludzkiej. Proces nabywania go przez dziecko nie zawsze przebiega w sposób spontaniczny, istnieje wiele czynników, które przeszkadzają, a nawet uniemożliwiają jego akwizycję. Dziecko przechodzi żmudny proces od reakcji ruchowych na bodźce płynące ze środowiska do reakcji na poziomie werbalnym.

Pierwsze badania funkcjonalne mózgu wskazywały, że percepcja mowy i muzyki zależy od podobnych struktur, ale w przeciwległych półkulach mózgowych. Podczas słuchania muzyki, odtwarzania melodii, śpiewania pobudzone są obszary płata skroniowego oraz okolicy przedczołowej w płacie prawym. Natomiast podczas słuchania mowy oraz jej nadawania pobudzone są ośrodki słuchowe i ruchowe mowy w płacie skroniowym i czołowym po stronie lewej. Kolejne badania wykazały, że obie półkule mózgowe pracują równocześnie na tym samym materiale, czynią to jednak na dwa różne sposoby (holistyczny i analityczny), jednocześnie ściśle ze sobą współdziałając (Szeląg, 2005). Holistyczne opracowywanie rzeczywistości przez prawą półkulę jest uzupełniane sekwencyjną analizą jego poszczególnych elementów w półkuli lewej. Aby dziecko było gotowe do nauki języka macierzystego, a także innych języków fonicznych, najpierw musi być gotowe do odtwarzania sekwencji ruchów, angażując całe ciało, następnie tylko mięśnie dłoni czy narządów artykulacyjnych. Nie bez znaczenia pozostają sekwencje obrazków, wzorów i schematów zapamiętywane przy użyciu narządu wzroku. Szczególnie ważną umiejętnością jest również zatrzymywanie w pamięci i odtwarzanie sekwencji dźwięków instrumentów perkusyjnych, prostego rytmu czy melodii granej na dzwoneczkach (Cieszyńska, Korendo, 2007).

Logopedzi, prowadząc zajęcia w ramach wczesnej interwencji logopedycznej, stymulują rozwój językowy małego dziecka, również tego z trudnościami rozwojowymi, zaczynając od elementów języka, które są spostrzegane i zapamiętywane przez struktury w prawej półkuli mózgowej. To dźwięki samogłosek, odgłosów wydawanych przez zwierzęta lub inne zjawiska przyrody, rzeczowniki nazywające osoby z najbliższego otoczenia malucha, nazwy zabawek w mianowniku, ale także krótkie frazy wierszyków czy piosenek. Posługują się obrazami oraz etykietami, gdzie elementy językowe zapisane są wielką, bezszeryfową czcionką. Stopniowo zaczynają stosować zadania oparte na spostrzeganiu i odtwarzaniu sekwencji. To już rola struktur językowych w korze lewej półkuli mózgowej. Początkowo są to proste sekwencje samogłosek, wyrazów dźwiękonaśladowczych, sylab, z których powstają pierwsze słowa (Cieszyńska, Korendo, 2007).

Istnieje kilka podstawowych czynności mózgu, warunkujących odbiór i rozumienie języka. Należą do nich: zapamiętywanie sekwencji (ruchów, obrazów, dźwięków),

percepcja czasu oraz identyfikacja dźwięków mowy (Szeląg, Szymaszek, 2006). Za różnicowanie cech dystynktywnych fonemów odpowiedzialna jest kora asocjacyjna, to struktura zwana *planum temporale*². „W latach sześćdziesiątych XX wieku Geschwind i Levitsky odkryli, że [...] jest ona znacznie większa w lewej półkuli mózgu niż analogiczna struktura po stronie prawej” (Szeląg, Szymaszek, 2006, s. 18). Badania fMRI, obrazujące aktywność mózgu w czasie słuchania, wykazały duże pobudzenie tego obszaru w trakcie identyfikacji dźwięków mowy. Jak wynika z dotychczasowych doniesień naukowych, ta część mózgu wykazuje szczególną asymetrię u muzyków. Im wcześniej osoba podejmuje naukę gry na instrumencie, tym przewaga kory słuchowej po stronie lewej jest większa. Muzycy oraz kompozytorzy, odtwarzając oraz tworząc sekwencje melodyczne, korzystają z właściwości lewej półkuli podczas sekwencyjnego opracowywania materiału muzycznego oraz w identyfikacji kolejnych dźwięków. Co więcej, wykształceni muzycy z wyraźną asymetrią tego obszaru (po stronie lewej) dużo lepiej radzą sobie z zadaniami językowymi. To pozwala sądzić, że nie tylko wrodzone zdolności, ale zaplanowany trening muzyczny może pozytywnie wpłynąć na nasze umiejętności wokalne-instrumentalne (Meyer, Elmer, Jancke, 2012), a pośrednio również językowe.

Obecnie dysponujemy już obiektywnymi wynikami badań, które ukazują, że muzyka pozytywnie wpływa na uczenie się słów oraz ich długoterminowe zapamiętywanie (Ma i in., 2020; Zaatar i in., 2024). Jednoznacznie wskazuje się również na pozytywną korelację pomiędzy wykształceniem muzycznym a umiejętnościami semantycznymi (Yi i in., 2017; Zaatar i in., 2024), co nasuwa wniosek, że struktury mózgowe odpowiadające za przetwarzanie semantyczne oraz analizę i odtwarzanie melodii mają ze sobą ścisły związek. Muzyka zarówno wokalna, jak i instrumentalna szczególnie aktywuje zakręt skroniowy górny, obustronnie w odcinku przednim, gdzie znajduje się obszar zwany *planum temporale* (Whitehead i Armony, 2018; Zaatar i in., 2024). Ponadto zbadano, że melodie znane z wcześniejszego doświadczenia aktywują jednocześnie kilka obszarów czołowo-ciemiennych, przede wszystkim grzbietowo-boczną korę przedczołową, zakręt nadbrzeżny/kątowy i przedklinek³. Dzięki temu z pamięci przywoływane są obrazy ruchowe oraz aktywowana jest sieć neuronalna odpowiadająca za emocje (Castro i in., 2020; Zaatar i in., 2024). Posiadanie takiej wiedzy uzasadnia odwoływanie się w terapii językowej do melodii i piosenek, z którymi dziecko zetknęło się we wczesnym dzieciństwie.

² *Planum temporale* to struktura położona w dolnej części płata skroniowego ku tyłowi od zakrętów Heschla, wzdłuż bruzdy Sylwiusza. Uszkodzenie tej struktury powoduje różne objawy w zależności od umiejscowienia w półkuli prawej bądź lewej. Obustronne uszkodzenie powoduje agnozę słuchową (brak identyfikacji uprzednio znanych dźwięków, mimo zachowania słuchu fizycznego). Tylko prawostronne uszkodzenie powoduje amuzję (deficyt w rozpoznawaniu melodii), natomiast lewostronne uszkodzenie doprowadza do afazji recepcyjnej, charakteryzującej się zaburzeniami słuchu fonematycznego i deficytami w rozumieniu mowy (Szeląg, Szymaszek, 2006).

³ Przedklinek to struktura znajdująca się na przyśrodkowej powierzchni półkul mózgu, zalicza się do płata ciemiennego. Odpowiada za pamięć zdarzeń i momentów z życia jednostki wraz z ich bagażem emocjonalnym, odpowiada za przywoływanie obrazów wizualnych oraz emocji im towarzyszących (Narkiewicz, 2004).

Kolejnym przedstawianym przez naukowców dowodem jest eksperyment, w którym przebadano reakcje na dźwięki mowy w języku angielskim u rodzimych użytkowników tego języka (bez wykształcenia muzycznego) oraz wykształconych muzyków, dla których był to język drugi (nie macierzysty). W obiektywnym badaniu reakcji odpowiednich struktur mózgowych u obu tych grup zarejestrowano zbliżony stopień pobudzenia, co jest dowodem na pozytywny wpływ muzyki na zwiększenie wrażliwości akustycznej, a tym samym podniesienie umiejętności odbioru i rozróżnienia fonemów danego języka (Intartaglia i in., 2017; Zaatari i in., 2024)⁴.

Obecny poziom wiedzy na temat wpływu, jaki umiejętności muzyczne mogą mieć na rozwój językowy człowieka, nakazuje nieco zweryfikować dotychczasowe podejście do wczesnych stymulacji językowych u małego dziecka.

Język nadawany i odbierany jest w sposób linearny, sekwencyjny w procesie, który trwa w określonym czasie. Towarzyszy mu jednak prozodia wypowiedzi (rytm, melodia i akcent), a także mimika oraz ruchy całego ciała, ułatwiające zrozumienie i zapamiętanie treści nadawanego komunikatu. Muzyka jest formą, w której to wiele różnych instrumentów może kreować przestrzeń, brzmiąc w dźwięcznej jednoczesności, jeżeli dźwięki te zestawione są harmonijnie, jej odbiorowi towarzyszy uczucie przyjemności, a nawet piękna. Nie należy zapominać, że instrumenty te muszą grać określoną melodię (czyli sekwencję dźwięków), która przebiega na danej osi czasowej, gdzie jej poszczególne elementy (nuty) powinny być odtworzone w chronologicznym porządku i odpowiednim rytmie. Istnieje wiele cech wspólnych pomiędzy frazą melodyczną a frazą językową. Melodia towarzysząca wypowiedzi werbalnej nie tylko wpływa korzystnie na jej płynność i prozodię, ale również na identyfikację i zapamiętanie poszczególnych elementów językowych.

Słuch fonemowy nie jest wrodzoną właściwością układu nerwowego. Kształtuje się on w ontogenezie od bardzo wczesnego etapu rozwojowego (Eliot, 2003; Siudak, 2018), już w okresie prenatalnym. Dlatego też zasadne jest stymulowanie słuchu dziecka w łonie matki poprzez świadome i zaplanowane stymulacje określonymi utworami muzycznymi. Granice jego rozwoju mogą być wyznaczone przez zasób fonemowy odpowiedni dla języka, w którym mówi najbliższe otoczenie dziecka. Mimo ich wyznaczenia słuch może nadal się rozwijać poprzez uczenie się kolejnych języków obcych (Szeląg, Szymaszek, 2006), a w świetle powyższych rozważań również poprzez naukę gry na instrumencie.

Dlatego też w czasie terapii logopedycznej należy aranżować nie tylko ćwiczenia polegające na identyfikacji źródła dźwięków, ich ilości, natężenia, rodzaju, nie wystarczy też pracować nad identyfikacją i odtwarzaniem ich sekwencji. To melodia, która powstaje w konsekwencji tego odtwarzania, ma istotne znaczenie dla dziecka, ponieważ jest to melodia znanej już wcześniej ze słuchu piosenki. Piosenki, która może pozytywnie kojarzyć się z dziecięcą zabawą, radością, poczuciem bezpieczeństwa.

Należy postawić też sobie pytanie, jakie melodie będą łatwo zapamiętywane przez dzieci? Na rynku jest dużo opracowań muzycznych dla najmłodszych, mają one jednak formę dość mocno rozbudowaną treściowo, wokalnie i instrumentalnie.

⁴ Tłumaczenie własne: Zaatari i in., (2024, s. 1–8).

Tymczasem należałoby zastanowić się, jaki charakter powinny mieć melodie i piosenki użyte w terapii małego dziecka. Co będzie sprzyjać ich zapamiętywaniu?

Linie melodyczne piosenek powinny mieć prosty, nieskomplikowany charakter. Kierunek melodii może się wznosić, opadać lub też być oparty na przebiegach trójdźwiękowych⁵. Frazy melodyczne powinny posiadać prostą budowę interwałową⁶, obejmującą niewielki ruch np. sekundowy, tercjowy, a całość nie może wychodzić poza odległość oktawy (8 dźwięków). Wartości rytmiczne: ósemki (dźwięki krótkie), ćwierćnuty (dźwięki dłuższe) i półnuty (dźwięki długie) powinny tworzyć nieskomplikowane rytmy dostosowane do rytmu tekstów piosenek. Wydłużanie i skracanie długości dźwięków musi być intuicyjne i zsynchronizowane z budową sylabową tekstów. Same teksty, czterofrazowe, mówią o bliskich dziecku elementach rzeczywistości (osobach, rzeczach, czynnościach, emocjach), z którymi ma kontakt na co dzień. Powtarzające się refreny piosenek powinny sprzyjać zapamiętaniu samogłosek, wyrazów dźwiękonaśladowczych, pierwszych słów.

Znajomość czytania nut z pięciolinii nie musi być koniecznym warunkiem odczytania melodii, gdyż wysokości dźwięków mogą być opisane za pomocą nazw literowych oraz zaznaczone kolorem, co umożliwia odszukanie ich na prostych instrumentach muzycznych (np. dzwonekch diatonicznych). To otwiera zupełnie nowe możliwości w wykorzystaniu materiału muzycznego. Logopeda może wykorzystać melodie nie tylko w ćwiczeniach słuchowych, ale również do tego, aby dziecko mogło odtwarzać sekwencję dźwięków ze wzoru, a z czasem ją zapamiętać i samodzielnie zagrać na prostym instrumencie perkusyjnym lub klawiszowym. Samodzielne wykonanie melodii piosenek na instrumentach muzycznych, zarówno przez terapeutę, jak i dziecko, dostarcza dodatkowych, pozytywnych przeżyć, zbliża do siebie uczestników zajęć oraz zapewnia trwałe efekty terapii.

Pracując na co dzień w gabinecie z małymi dziećmi i ich rodzicami, obserwuję ich pozytywne reakcje na pomysł wprowadzania do terapii piosenek. Stymulując zapamiętywanie samogłosek, śpiewam piosenki i jednocześnie „opowiadam” zawartą w nich treść za pomocą obrazków oraz odpowiednich zabawek (lalki, misia, świnki Pepy, samolotu, osy itd.). Rodzice obecni w czasie zajęć terapeutycznych szybko zapamiętują melodie i słowa. Śpiewają je później, jadąc z dzieckiem samochodem lub w domu, a to utrwala połączenia nerwowe, które nastąpiły w trakcie terapii i doprowadza do zapamiętania materiału językowego. Natomiast w trakcie pracy ze starszymi dziećmi w ramach ćwiczeń sekwencji odtwarzamy na dzwonekch diatonicznych melodię znanej piosenki, śledząc ich kolorowe schematy na kartoniku. Nic nie może się równać radości dziecka, które mimo swych trudności rozwojowych, uderzając w odpowiednie sztabki dzwonekch, gra ze słuchu znaną mu wcześniej melodię!

⁵ Trójdźwięk – najprostszy akord o budowie tercjowej, składający się z trzech dźwięków.

⁶ Interwał muzyczny to różnica wysokości dwóch dźwięków.

Bibliografia

- Cieszyńska-Rożek J. (2020). *Neurobiologiczne podstawy rozwoju poznawczego. Ruch*. Kraków: Wydawnictwo Centrum Metody Krakowskiej.
- Cieszyńska J., Korendo M. (2007). *Wczesna interwencja terapeutyczna. Stymulacja rozwoju dziecka od narodzin do 6 roku życia*. Kraków: Wydawnictwo Edukacyjne.
- Hannaford C. (1995). *Zmysłne ruchy, które doskonaliły umysł. Podstawy kinezyologii edukacyjnej*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Medyk.
- Klimas-Kuchtowa E. (2006). Fizjologiczna i psychologiczna konieczność prenatalnego umuzykalniania. *Edukacja Muzyczna*, 2(1).
- Meyer M., Elmer S., Jancke L. (2012). Musical expertise induces neuroplasticity of planum temporale. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 116–123.
- Narkiewicz O. (2004). Kresomózgowie środkowe. W: A. Bochenek, M. Reicher, W. Łasiński, J. Markowski, O. Narkiewicz, *Anatomia człowieka* (t. 4, s. 308). Warszawa: PZWL.
- Siudak A. (2018). Neurobiologiczne podstawy stymulacji prenatalnej narządu słuchu. W: M. Błasiak-Tytuła, A. Siudak (red.), *Neurologopedia. Neurobiologiczne podstawy wczesnej terapii zaburzeń rozwojowych* (t. 1, s. 63–72). Kraków: WiR.
- Prillwitz S. (1996). *Język, komunikacja i zdolności poznawcze niesłyszących*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Szeląg E. (2005). Mózg a mowa. W: T. Gałkowski, E. Szeląg, G. Jastrzębowska (red.), *Podstawy neurologopedii. Podręcznik akademicki* (s. 98–153). Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.
- Szeląg E., Szymaszek A. (2006). *Test do badania słuchu fonematycznego u dzieci i dorosłych*. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Turska I. (1965). *W kręgu tańca*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo „Iskry”.
- Zaatar M.T., Alhakim K., Enayeh M., Tamer R. (2024). The transformative power of music: Insights into neuroplasticity, health, and disease. *Brain, Behavior, & Immunity – Health*, 35, 1–8.

