

## **Znaczenie muzykoterapii w rehabilitacji neurologicznej**

### **Music therapy in neurological rehabilitation settings**

Elżbieta Galińska

Klinika Nerwic IPiN w Warszawie

#### **Summary**

The neurologic music therapy is a new scope of music therapy. Its techniques deal with dysfunctions resulting from diseases of the human nervous system. Music can be used as an alternative modality to access functions unavailable through non-musical stimulus. Processes in the brain activated by the influence of music can be generalized and transferred to non-musical functions. Therefore, in clinical practice, the translation of non-musical therapeutic exercises into analogous, isomorphic musical exercises is performed. They make use of the executive peculiarity of musical instruments and musical structures to prime, cue and coordinate movements. Among musical components, a repetitive rhythm plays a significant role. It regulates physiologic and behavioural functions through the mechanism of entrainment (synchronization of biological rhythms with musical rhythm based on acoustic resonance). It is especially relevant for patients with a deficient internal timing system in the brain. Additionally, regular rhythmic patterns facilitate memory encoding and decoding of non-musical information hence music is an efficient mnemonic tool. The music as a hierarchical, compound language of time, with its unique ability to access affective/motivational systems in the brain, provides time structures enhancing perception processes, mainly in the range of cognition, language and motor learning. It allows for emotional expression and improvement of the motivation for rehabilitation activities. The new technologies of rhythmic sensory stimulation (i.e. Binaural Beat Stimulation) or rhythmic music in combination with rhythmic light therapy appear. This multimodal forms of stimulation are used in the treatment of stroke, brain injury, dementia and other cognitive deficits. Clinical outcome studies provide evidence of the significant superiority of rehabilitation with music over the one without music.

**Słowa kluczowe:** muzykoterapia neurologiczna, neurobiologiczne mechanizmy działania muzyki, techniki rehabilitacji muzyczno-neurologicznej

**Key words:** neurologic music therapy, neurobiological mechanisms of action of music, neurologic music therapy interventions.

## Wstęp

W związku z rozwojem nowych technik neurobiologicznych (PET i fMRI), w których obserwuje się aktywność mózgu w trakcie wykonywania zadań, zwłaszcza umysłowych, wzrosła liczba badań nad neuroplastycznością mózgu oraz reorganizacją połączeń korowych. W efekcie znacznie rozwinęła się neurobiologia poznawcza, także w zakresie klinicznym. Technika fMRI pozwala bowiem na bardziej szczegółową lokalizację obszarów mózgu, które są włączone w generowanie symptomów psychopatologicznych, np. pomaga zidentyfikować aktywność kory słuchowej towarzyszącą halucynacjom słuchowym w schizofrenii. Z drugiej strony może być także używana do identyfikowania rejonów, które podtrzymują strategie radzenia sobie (coping), prężność i odporność ego (resilience), a także efekty leczenia [1].

Możliwość obserwowania mózgu podczas przetwarzania informacji muzycznej przyczyniła się do lepszego rozumienia, jak muzyka działa w terapii, a w efekcie – do bardziej precyzyjnego opracowania podstaw naukowych muzykoterapii. Dotychczasowe jej ujęcie z perspektywy nauk społecznych nie dostarczało dowodów, w jaki sposób muzyka funkcjonuje w terapii jako środek zmiany. Teorie behawioralne, psychoanalityczne czy humanistyczne, na których bazowała muzykoterapia, podkreślały jej wartość ze względu na zdolność muzyki do ułatwiania ekspresji emocjonalnej i integracji społecznej [2]. Te efekty nadal są ważne dla współczesnej praktyki terapeutycznej, jednak począwszy od lat 90. nowoczesne techniki obrazowania mózgu, nagrywania fal mózgowych i analizy kinematycznej ruchu, umożliwiły lepsze rozumienie procesów międzyneuronalnych w okolicach mózgu zaangażowanych w percepcję i produkcję muzyki [3]. W konsekwencji na gruncie muzykoterapii, zarówno w zakresie badań, jak i praktyki klinicznej, nastąpiła zmiana paradygmatu: od nauki społecznej do modelu neurobiologicznego [3]. Wskutek tej ewolucji powstała muzykoterapia neurologiczna [2]. Jej techniki zajmują się kognitywnymi, sensorycznymi i motorycznymi dysfunkcjami wynikającymi z uszkodzeń układu nerwowego człowieka. Znajdują zastosowanie w rehabilitacji neurologicznej, terapii neuropediatrycznej, terapii neurogeriatrycznej i neurorozwojowej.

### Specyfika muzyki jako bodźca polisensorycznego w rehabilitacji neurologicznej

Muzyka z perspektywy neurobiologicznej definiowana jest jako „złożony, ustrukturyzowany czasowo język dźwiękowy, który pobudza mózg ludzki: równocześnie na poziomie sensorycznym, motorycznym, percepcyjno-kognitywnym i emocjonalnym oraz stymuluje i integruje połączenia neuronowe w specyficzny dla niej sposób” [4, s. 526]. Badania kliniczne wskazują, że uruchomione pod wpływem muzyki procesy w mózgu mogą podlegać generalizacji i transferowi na funkcje niemuzyczne, dając pożądane i wymierne efekty terapeutyczne [2, 5–7]. Jest to możliwe ze względu na to, że muzyka jest przetwarzana w wielu obszarach mózgu, nie tylko słuchowym. Na muzykę reaguje cały mózg, aczkolwiek w bardzo zróżnicowany sposób. Główne znaczenie dla wielomodalnego odbioru i sensomotorycznej integracji nerwowej przypisuje się dolnemu czołowemu zakrętowi mózgu (inferior frontal gyrus – IFG)

zwykle odnoszonymu do pola Broki. Zostaje on aktywowany podczas słuchania, widzenia czy wykonywania poszczególnych działań, zwłaszcza muzycznych. Mówi się tu o domniemanym systemie neuronów lustrzanych i jego hipotetycznej roli jako supramodalnego hierarchicznego procesora [7]. Badania morfometryczne [8] ujawniły, że w dolnym zakręcie czołowym występuje większa objętość substancji szarej mózgu u muzyków w stosunku do osób niebędących muzykami. Wynik ten jest zbliżony ze stwierdzanymi zmianami nie tylko funkcji, lecz również i struktur mózgu zachodzącymi pod wpływem treningu muzycznego zastosowanego wobec niemuzyków [5, 7–10]. Trening muzyczny jest bowiem zarazem treningiem wspomnianej sieci neuronowej, tj. dolnych czołowych obszarów, i dowodem na zachodzenie międzymodalnego transferu nabywanych umiejętności, co skutkuje poprawą w zakresie funkcjonowania behawioralnego i kognitywnego. Zjawisko to określa się terminem międzymodalnej plastyczności mózgu [7].

Na muzykę reaguje cały mózg, przy czym różne jego obszary reagują na odmienne elementy muzyczne, np. wysokość dźwięku jest przetwarzana w prawych płatach skroniowych kory – obszarze, który zarządza prozodią mowy [11, 12]. Przetwarzanie sygnałów rytmicznych angażuje przedczołową korę motoryczną, mózdzek i inne obszary skutkujące stymulacją różnych sieci neuronowych [13]. Obszary limbiczne mózgu powiązane z emocjami angażują się w przetwarzanie rytmu i tonalności. Podczas słuchania fragmentów muzyki dających intensywne przeżycie przyjemności włączają się obszary mózgu powiązane z pozytywnymi emocjami i systemem nagrody. Systemy pamięci mogą być stymulowane przez pamięć skojarzeniową połączoną ze szczególnymi utworami muzycznymi lub strukturami harmonicznymi, które indukują emocjonalne odpowiedzi [6].

Niektóre obszary przetwarzania neuronowego elementów muzycznych i niemuzycznych funkcji są podzielne (tzn. te same systemy przetwarzają zarówno bodźce muzyczne, jak i niemuzyczne), a inne są dystynktywne. Na przykład mowa i śpiewanie są pośredniczone przez różne sieci neuronowe [12, 13]. Muzyka wpływa na stopień uwagi i pobudzenie w mózgu przy użyciu obu półkul, z tego względu okazuje się, że uczenie się materiału werbalnego poprzez pieśni daje większy dostęp do różnych konfiguracji sieci neuronowych i lepszy efekt niż uczenie się poprzez werbalną prezentację. Wynikiem złożonej interakcji muzyki z obszarami mózgu, które ją przetwarzają, jest zdolność do angażowania dodatkowych obszarów i połączeń u pacjentów z niepełnosprawnościami neurologicznymi. Muzyka może być zatem używana jako alternatywna modalność, dająca dostęp do funkcji niedostępnych za pomocą niemuzycznego bodźca i dostarczająca alternatywnych dróg transmisji dla przetwarzania informacji w mózgu [2, 5–8].

### Mechanizmy działania muzyki w muzykoterapii neurologicznej

Michael Thaut [2], uważany w Stanach Zjednoczonych za twórcę muzykoterapii neurologicznej, identyfikuje 4 mechanizmy działania muzyki w rehabilitacji neurologicznej, które określa jako:

1. stymulację rytmiczną i entrainment – zestrojenie z „pulsacją muzyczną”, synchronizację rytmów biologicznych z muzycznymi (począwszy od aktywności

- neuronowej, poprzez rytmy: oddechowy, sercowy, mózgowe i inne, aż po złożone układy fizjologiczne), na zasadzie rezonansu akustycznego [9]. „Dostrojenie opisuje czynność, w której dwa procesy oscylacyjne wchodzą ze sobą w interakcję w taki sposób, że dostosowują się do siebie do tego stopnia, że synchronizują się we wspólnej fazie i/lub periodyczności” [14, s. 11]. Poprzez mechanizm dostrojenia rytm reguluje funkcje fizjologiczne i behawioralne. Stymulacja rytmiczna ma wpływ na proces koordynacji i organizacji czasowej materiału zmysłowego, zwłaszcza w zakresie kontroli motorycznej i mowy. Rytmiczne dostrojenie nie tylko reguluje funkcje czasowe, lecz także dostarcza szablonu dla orientacji przestrzennej i nadaje strukturę dynamice zachowania. Słuchowe dostrojenie dotyczy także nastroju, który natychmiast dostosowuje się do klimatu emocjonalnego muzyki;
2. przetwarzanie informacji ujętej we wzory – muzyka jest złożonym bodźcem czasowym, zorganizowanym w różnego rodzaju wzory, począwszy od wzorów spektralnych w warstwie psychoakustycznej, po hierarchiczne struktury rytmiczne w warstwie schematu formy muzycznej. Strukturalizowanie czasu (timing) jest kluczowym komponentem w neuronalnym przetwarzaniu informacji [15]. Wzory rytmu muzycznego i synchronizacja z nimi mogą ułatwiać tworzenie wzorów czasowych w procesie aktywacji sieci neuronowej. Badania wskazują, że muzyka ma unikalną zdolność angażowania mózgu, będąc językiem działającym w czasie. Ćwiczenia ruchowe z towarzyszącą im muzyką mogą wzmacniać siłę i wytrzymałość napięcia mięśniowego, a także zwiększać giętkość i zręczność ruchu, kontrolę ciała i jego witalność oraz wpływać korzystnie na system sercowo-naczyniowy. Muzyka nie tylko motywuje do ruchu, lecz także dostarcza struktury rytmicznej w rehabilitacji chodu oraz wzorów sygnałowania, tj. uruchamiania ruchu, np. w chorobie Parkinsona. Działanie takie określane jest jako technika wzmacniania wzorów sensoryczno-motorycznych (patterned sensory enhancement). Używa ona wzorów muzycznych dla tworzenia funkcjonalnych wzorów i sekwencji ruchowych oraz dla wzmocnienia kierunku i trafności pojedynczych ruchów ramion i rąk, np. podczas sięgania, chwytania;
  3. przetwarzanie neurologiczne zróżnicowanych parametrów muzycznych (differential neurological processing) – przez różne struktury mózgu, nie tylko słuchowe (opisane wyżej), pozwala na dostęp do rejonów uszkodzonych i kompensacyjne przejęcie ich funkcji przez alternatywne połączenia. Jest to możliwe z tego względu, że systemy przetwarzania neuronalnego w odniesieniu do niektórych muzycznych i niemuzycznych funkcji są wspólne, a w przypadku innych są dystynktywne [2]. Przejmowanie i tym samym przywracanie funkcji umożliwia plastyczność mózgu, tj. zdolność komórek nerwowych do tworzenia nowych połączeń, zwłaszcza pod wpływem treningu muzycznego [5, 7, 8, 10, 16] (por. zjawisko torowania neurologicznego przez bodziec muzyczny);
  4. odpowiedź afektywno-estetyczną typu: pobudzenie (arousal), motywacja, emocje – muzyka jest silnym bodźcem emotogennym, który wzbudza [17], a także komunikuje emocje i znaczenia poprzez percepcję jej symbolicznej, wewnętrznej struktury elementów muzycznych, jak również poprzez emocjonalne odpowiedzi, które zostają z nimi połączone w procesie skojarzeniowego uczenia się [18]. Mu-

zyka ma wyjątkową zdolność docierania do systemów afektywno-motywacyjnych w mózgu, które mają ważne funkcje regulacyjne w organizacji zachowania, zmian zachowania i uczeniu się. Odpowiednie stany afektywne mogą wpływać na funkcje poznawcze: uwagę, percepcję, pamięć, uczenie się, a także na funkcje wykonawcze i reakcje fizyczne. Uważa się, że jest to główny mechanizm efektywności muzykoterapii.

### Wyniki badań klinicznych

Spośród elementów muzycznych największą rolę w rehabilitacji neurologicznej, zwłaszcza sensomotorycznej, odgrywa czynnik metroritmiczny, czyli puls, metrum, rytm oraz wszelkie wzory organizacji czasowej muzyki. Wykazano, że rytm może służyć jako antycypacyjne i ciągle odniesienie czasowe, w którym pacjent porusza się, odwzorowując wewnętrzny, stabilny szablon czasowy. Ma to szczególne znaczenie dla pacjentów z deficytem wewnętrznego systemu strukturyzowania czasu w mózgu [4]. Rytm w muzykoterapii neurologicznej ma funkcję stymulującą, sygnałową i koordynującą, poprzez mechanizm dostrajania.

Badania kliniczne (przegląd [4]) wykazały istotną statystycznie wyższość rehabilitacji z muzyką pod względem parametrów kinematycznych nad rehabilitacją bez muzyki. Na przykład w rehabilitacji motorycznej porażenia połowiczego rytm poprawiał symetrię czasową kroków oraz symetrię długości kroków i wprowadzał bardziej zrównoważony wzór aktywacji mięśniowej w EMG między nogą porażoną a nieporażoną. W chorobie Parkinsona (PD) sygnał rytmiczny wpływał na uruchomienie ruchu i regulował kroczenie. Pacjenci otrzymywali program ćwiczeń domowych na okres 3–4 tygodni, który polegał na spacerowaniu 30 min. każdego dnia z muzyką. Stwierdzono tu wyższość stymulacji metronomem, w stosunku do muzycznej, inaczej niż u osób zdrowych [19]. Sygnałowanie rytmiczne metronomem okazało się przydatne także dla poprawy precyzji przestrzenno-czasowo-ruchowej u pacjentów po udarze [5]. Okazało się jednak, że niektórzy pacjenci z PD reagują lepiej na muzykę synkopowaną, w której akcent przypada pomiędzy stawianymi przez nich krokami (a nie zgodnie z krokiem). Taka struktura rytmiczna pozwala im na większą swobodę ruchu [13]. Podobnie pacjenci badani po 20 miesiącach od wystąpienia udaru uzyskali większą poprawę motoryki małej (w teście 9 otworów; po 15 sesjach grania porażoną ręką przez okres trzech tygodni), gdy grali na tzw. „opóźnionym” keyboardzie (który produkował ton opóźniony losowo o interwał czasowy między 100 a 600 ms, a więc dawał opóźniony feedback słuchowy) w stosunku do normalnego [5]. Wyniki te kwestionują rolę antycypacji oraz efektywność ścisłej czy mechanicznej regularności sygnałowania rytmicznego, zwłaszcza metronomem. Stawia się hipotezę, że modyfikowany instrument muzyczny uczył w sposób niejawni niezależności od feedbacku słuchowego [5]

Muzyka może ułatwiać wybudzanie ze stanów śpiączki. W Polsce w Szpitalu Uniwersyteckim w Bydgoszczy dla dzieci po urazie niedokrwienno-niedotlenieniowym OUN aplikowana jest ok. dwóch godzin dziennie muzyka relaksacyjna o częstotliwości ok. 5–8 Hz [20], podobnie jak w Klinice „Budzik” w Szpitalu w Międzyzlesiu

w Warszawie. Muzykoterapia typu improwizacje na instrumentach, śpiewu i wokalizacji w dialogu z terapeutą według metody Nordoffa-Robbinsa została zastosowana wobec pacjentów po przebytych stanach przedłużonej śpiączki (średni czas trwania 52 dni), średnio 154 dni od początku śpiączki do rozpoczęcia rutynowego programu rehabilitacji [21]. Muzykoterapię rozpoczęto po 15 dniach od wprowadzenia rehabilitacji. Kryterium włączenia do badań był brak kontaktu werbalnego oraz stan minimalnej świadomości (poniżej ośmiu punktów wg GCS). Muzykoterapia była aplikowana trzy razy w tygodniu przez 20–40 min. w zależności od poziomu uwagi pacjenta. Pełniła rolę komunikacji niewerbalnej. Uzyskano istotną poprawę w zdolnościach komunikacyjnych i interakcyjnych oraz istotną redukcję niepożądanych zachowań: inercji oraz agitacji psychoruchowej, ale dopiero po miesiącu stosowania muzykoterapii (pomiar przeprowadzono wielokrotnie) [21].

Specjalne znaczenie zyskała muzyka w terapii dzieci z padaczką, zwłaszcza od 1993 r., kiedy to Frances Rauscher i wsp. odkryli tzw. efekt Mozarta, czyli pozytywny wpływ Sonaty D-dur na 2 fortepiany KV 448 na funkcje poznawcze. Termin ten wkrótce objął wszelkie pozytywne oddziaływania muzyki [22]. Wprawdzie efekt ten nie jest jednoznaczny, jeśli chodzi o wpływ na IQ osób badanych (zob. metaanalizy z 40 badań; size effect 0,37 [23]), jednakże nie jest kwestionowany w odniesieniu do leczenia padaczki. Liczne replikacje badania KV 448, także w odniesieniu do pacjentów w stanie śpiączki, potwierdzają antyepileptyczny efekt tego utworu [24], potwierdzony także w badaniach na zwierzętach [25]. Ma to niezwykle istotne znaczenie, gdyż sama relaksacja bez muzyki nie redukuje liczby napadów epileptycznych [26], podobnie jak niekiedy nieskuteczne jest leczenie farmakologiczne [26]. Zwykle aplikuje się dzieciom raz dziennie przed snem ośmiominutowe Allegro con spirito z sonaty KV 448 przez sześć miesięcy. Redukcja wyładowań padaczkopodobnych u dzieci z epilepsją widoczna w zapisie EEG następuje już w trakcie słuchania muzyki i utrzymuje się po zakończeniu słuchania [27]. Okazało się, że w takim samym stopniu redukuje liczbę wyładowań Sonata fortepianowa C-dur KV 545 [28] (słuchano obu sonat z głośnością 60–70 dB). Jej charakterystyki widma akustycznego okazały się podobne do tych z KV 448. Warto zaznaczyć, że obie sonaty są utrzymane w tonacji majorowej, która może mieć pozytywny wpływ na nastrój. Ważną rolę pełni tu fortepian, bowiem wersja smyczkowa tej samej sonaty KV 448 nie redukowała wyładowań [29]. Pozytywne efekty muzyki Mozarta uzyskiwano w padaczce uogólnionej i środkowomózgowej, a także odpornej na leczenie [26]. Potwierdzają to metaanalizy 12 badań, wskazując, że u 84% pacjentów nastąpiło istotne statystycznie zmniejszenie międzynaapadowych wyładowań epileptycznych podczas (o 31,24 %) i po (o 23,74%) słuchaniu muzyki Mozarta, zwłaszcza u tych z wyższym IQ oraz z wyładowaniami uogólnionymi i środkowomózgowymi oraz w epilepsji idiopatycznej [24]. Wzrost wyładowań podczas słuchania KV 448 stwierdzono w przypadku ognisk epileptycznych o pochodzeniu potylicznym, zwłaszcza gdy towarzyszyło im upośledzenie umysłowe [27]. Autorzy przypuszczają, że być może kora potyliczna nie angażuje się w przetwarzanie informacji muzycznej. Mukherjee i wsp. [30] wskazują na niższą reaktywność parasympatyczną i zaburzenia układu wegetatywnego u pacjentów z nieuleczalną padaczką. Być może muzyka, wzmacniając tonus parasympatyczny, może korzystnie wpływać



na epilepsję. Z drugiej strony jest możliwe, że słuchanie muzyki modyfikuje szlaki dopaminoergiczne, przyczyniając się do korzystnych efektów w terapii epilepsji [28, 31] (badano tu *Divertimento D-dur* Mozarta KV 205).

### Techniki muzykoterapii w rehabilitacji neurologicznej

Ze względu na potwierdzone empirycznie transfer procesów mózgowych uruchomionych pod wpływem muzyki na niemuzyczne funkcje, w praktyce klinicznej dokonuje się translacji ćwiczeń i bodźców terapeutycznych niemuzycznych na analogiczne ćwiczenia muzyczne. Thaut [2] określa je jako izomorficzne w stosunku do niemuzycznych w tym sensie, że dzielą tę samą funkcjonalną strukturę<sup>1</sup>. Muzyka powinna dostarczać motywacji estetycznej i mieć wartość artystyczną, tj. odznaczać się odpowiednim stopniem złożoności formalnej, a także zawierać optymalne wzory muzyczne dla ćwiczeń rehabilitacyjnych (np. skok interwałowy w linii melodycznej w kierunku wstępującym może torować ruch ręki w górę).

Istnieją dziesiątki technik NMT, które dotyczą trzech obszarów oddziaływań: sensomotorycznego (zob. wyżej), logopedycznego, tj. obszaru mowy i języka (terapia intonacją melodyczną, np. dla pacjentów z afazją Broki, muzyczna stymulacja mowy, rytmiczne sygnałowanie mowy w celu kontrolowania inicjowania mowy i jej tempa, np. dla pacjentów z chorobą Parkinsona, z dyzartrią [13, 32], głosowa terapia intonacyjna, śpiewanie terapeutyczne, ćwiczenia oddechowe i motoryczne ust, np. w leczeniu dysfagii u pacjentów po udarze, rozwijanie mowy i języka za pomocą treningu muzycznego [33], trening komunikacji symbolicznej za pomocą muzyki) i kognitywnego (muzyczny trening orientacji sensorycznej, muzyczny trening obszaru zaniedbywanego, trening percepcji słuchowej, muzyczny trening kontroli uwagi, trening mnemoniki muzycznej, skojarzeniowy trening pamięci i nastroju, muzyczny trening funkcji wykonawczych) [4, 34]. W przypadku leczenia dziecięcego porażenia mózgowego wprowadzana jest ponadto akupunktura, która daje istotnie lepsze efekty w zakresie motoryki dużej (pełzania, klęczenia, stania i chodu) oraz redukcji lęku, gdy jest łączona z godzinną muzykoterapią: 30 minut słuchania preferowanej muzyki oraz 30 minut grania na instrumentach lub śpiewu czy tańca po zabiegu akupunktury. Codzienna terapia trwała tu 84 dni [35]. Stosowane są także techniki wibroakustyczne wzmacniające dźwięki o niskiej częstotliwości 40, 60 i 80 Hz [9]. Wprowadzanie tła muzycznego podczas terapii małych dzieci, np. z porażeniem Erba, redukowało ilość płaczu oraz zwiększało satysfakcję rodziców włączanych do zabiegów pielęgnacyjnych [36]. Badano także i modyfikowano nieskoordynowane wzory relacji między matką a dzieckiem [37].

Obok elementów muzycznych, takich jak metrytmika, agogika, melodyka, harmonia, barwa dźwięku, dynamika, w rehabilitacji neurologicznej ważną rolę odgrywa instrument muzyczny. Poszczególne grupy instrumentów mogą być przydatne w określonych zaburzeniach. Na przykład, aby wydobyć dźwięk na ganie, trzeba mocno kręcić nadgarstkiem prawej ręki, aby rezonował podczas grania bęben

<sup>1</sup> Na gruncie polskiej muzykoterapii pojęcie izomorfizmu wprowadziła E. Galińska już w latach 80. XX w.

djembe, trzeba go mocno trzymać między kolanami. Żeby zwiększyć pojemność płuc i pogłębić oddech, a przy okazji dotlenić się, można zaproponować pacjentowi granie na flecie prostym. Możliwości wyboru odpowiedniego instrumentu dla celów rehabilitacyjnych są tu niewyczerpane, tym bardziej że instrumenty mogą być używane w sposób niekonwencjonalny i umieszczane w różnych miejscach, aby ułatwić praktykowanie pożądaných ruchów funkcjonalnych (a także mogą być modyfikowane jak „opóźniony” keyboard, zob. wyżej). Podobnie niewyczerpane są możliwości pracy z muzyką i śpiewem w rehabilitacji mowy i języka, zwłaszcza w przypadku afazji czy dyzartrii, a także funkcji poznawczych, np. treningu uwagi, percepcji, pamięci [13, 38]. U pacjentów ze stwardnieniem rozsianym następowała poprawa pamięci, gdy uczyli się oni materiału werbalnego w formie śpiewanej. W zapisie EEG widoczny był wtedy istotny wzrost koherencji w dolnym paśmie częstotliwości fal alfa, w obszarach czołowych kory, niewystępujący bez muzyki [38]. Muzyka (ulubione piosenki) przywracała pamięć autobiograficzną u pacjentów po udarze, przy czym wywoływane wspomnienia były pozytywne [39]. Zastosowana NMT we wczesnej fazie po udarze lewo- lub prawopółkulowej środkowej tętnicy mózgu (badanie prowadzono tydzień, trzy miesiące i sześć miesięcy po udarze) pokazała, że: 1) słuchanie przyjemnej muzyki może mieć krótkoterminowy efekt facylitacyjny na świadomość wizualną pacjentów z wizualnym zaniedbywaniem, które jest skojarzone z funkcjonalnym sprzężeniem między obszarami mózgu odpowiedzialnymi za regulację emocji i uwagi, 2) codzienne długoterminowe słuchanie muzyki może poprawiać pamięć sensoryczną, werbalną i koncentrację uwagi, a także nastrój, jak również indukować zmiany strukturalne w substancji szarej we wczesnym stadium po udarze [40].

Muzyka jest niezwykle efektywnym narzędziem mnemonicznym nie tylko w chorobach neurodegeneracyjnych (np. w chorobie Alzheimera), ale także w terapii dzieci z deficytami uwagi, pamięci i trudnościami w uczeniu się (np. w ADHD). U 65% dzieci i nastolatków z diagnozą ADHD stwierdzono przedczołową dezaktywację korową (fale theta 4–8 Hz), która rozpoczynała się, gdy pacjent był proszony o wykonanie zadania umysłowego (przeciwnie niż u osób bez ADHD). Badacze postawili hipotezę, że jest to jedną z przyczyn nadaktywności dziecięcej, którą należy rozumieć jako potrzebę zewnętrznego dostymulowania się. Muzyka może z łatwością regulować zapotrzebowanie na stymulację sensoryczną i wpływać na wzory fal mózgowych [41]. Powstają w tym celu nowe techniki relaksacji muzycznej, takie jak nagranie ścieżki dźwiękowej (20 minut), która rozpoczyna się od szybkiej muzyki, dostosowanej do stanu pobudzenia i niepokoju pacjenta (na zasadzie iso)<sup>2</sup> i stopniowo spowalnia tempo, aby np. zredukować nasilone ruchy mimowolne i dyskinezy oraz nadaktywność oddechową oraz akcji serca i w efekcie ułatwić zasypianie pacjentom z PD i chorobą Huntingtona [13].

<sup>2</sup> Zasada iso rozpowszechniona w muzykoterapii oznacza dostosowanie tempa i charakteru wyrazowego muzyki do tempa psychicznego i nastroju pacjenta, jako punktu wyjścia do dalszych działań terapeutycznych. Wywodzi się ona z tzw. isopatycznej muzykoterapii Arystotelesa, w przeciwieństwie do allopatycznej pitagorejskiej, działającej wg zasady *contraria contrariis curantur* (co można wywieść z pitagorejskiej zasady harmonii jako zgodności przeciwieństw) zob. E. Galińska (1987) *Dzieje poglądów na lecznicze działanie muzyki*. *Archiwum Historii i Filozofii Medycyny PAN*, nr 50, 2, s. 235-256 i nr 50, 3, s. 405-426.



Najnowsze techniki rehabilitacji neurologicznej powstają na podstawie nowych technologii, np. stymulacja za pośrednictwem tzw. dwuusznego dudnienia [42], w którym jeden ton jest prezentowany do jednego ucha i podobny ton o nieco innej częstotliwości (od 1 do 30 Hz) jest prezentowany do drugiego ucha, tworząc dla słuchacza słuchowy efekt dudnienia. Ta technika modyfikuje bieżącą aktywność mózgu, zwiększając stan czuwania i zmieniając nastrój. Inną techniką multimodalną, skuteczną w leczeniu udarów, obrażeń mózgu, stanów otępiennych i innych kognitywnych deficytów, jest stymulacja audiowizualna, tj. użycie rytmicznej muzyki w połączeniu z rytmiczną terapią światłem. Efekty lecznicze tych nowych sposobów stymulacji mózgu mogą być kontrolowane zwłaszcza poprzez neurofeedback łączony z fMRI (a nie tylko z EEG). Pozwala to obserwować nie tylko zmienioną aktywność w poszczególnych rejonach mózgu, lecz także wzory interakcji lub funkcjonalnej łączności między obszarami mózgu [1].

### Uwagi końcowe

Muzykoterapia neurologiczna zdominowała aktualnie w Stanach Zjednoczonych inne zakresy muzykoterapii. Dostarcza bowiem dowodów na to, że długoterminowy trening muzyczny, skojarzony z uczeniem się sensomotorycznych umiejętności, może być silnym stymulatorem zmian neuroplastycznych zarówno w dorosłym, jak i rozwijającym się mózgu. Integruje przy tym procesy percepcji i działania oraz łączy obszary w mózgu, które w inny sposób nie mogą być połączone [2, 5–8, 12, 16, 38]. Zwiększa też motywację do leczenia, aktywując u pacjenta układ nagrody. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że muzyka jako złożony bodziec akustyczny o silnym działaniu emocjonalnym może być narzędziem obosiecznym: może obniżać nastrój, nasilać niepokój i prowokować zachowania autodestrukcyjne, może stać się „obiektem autystycznym” i pogłębić izolację od otoczenia, może wywoływać ataki epilepsji (zob. padaczka muzykogenna opisana pierwszy raz w Polsce przez Mierzejewskiego w 1884 r., a następnie przez A. Piotrowskiego w 1959 r. [9]), może produkować „natręctwa muzyczne”, gdy muzyka jest zbyt prosta i „chwytliwa”, może „przestymulowywać”, przed czym przestrzegają specjaliści z oddziałów opieki neonatalnej, może ujawniać deficyty pacjenta, których nie jest on w stanie skompensować, co naraża go na frustrację i obniżenie samooceny [9]. Od muzykoterapeuty wymagane są zatem wysokie kompetencje zawodowe. Minęły bowiem czasy, kiedy muzykoterapię traktowano jako „słodki”, luksusowy dodatek do leczenia [2]. Stwierdzenie to nie pozostaje w sprzeczności z faktem, że NMT może zaspokajać potrzeby emocjonalne pacjentów, podnosić nastrój, obniżać poziom lęku i bólu, dostarczać energii i satysfakcji w żmudnych treningach rehabilitacyjnych, a także jest niekiedy jedynym środkiem kontaktu – przynajmniej niewerbalnego.

Muzykoterapia neurologiczna jest zakresem muzykoterapii najbardziej opartym na dowodach empirycznych. Przytaczane w artykule badania były randomizowane, kontrolowane i dokonywano w nich wielokrotnych pomiarów na różnych etapach rehabilitacji muzyką. Jednakże jest to raczej metoda eksperymentalna niż dyscyplina z konkretnymi wytycznymi dotyczącymi leczenia, aczkolwiek podejmowane są pró-

by standaryzacji i komputeryzacji wybranych technik [43, 44], które są zapowiedzią opracowywania standardów dla tego zakresu medycyny. Z tego względu referując wyniki badań przytaczano tu moment wprowadzenia NMT do leczenia, czas trwania interwencji, a także, w miarę możliwości, lokalizację uszkodzenia mózgu, w odniesieniu do którego interwencja była stosowana. We wszystkich doniesieniach z literatury, także polskich [20], podkreśla się ważność wczesnej i codziennej rehabilitacji muzyką. Zapowiadana w najbliższym czasie edycja oksfordzkiego „Handbook of Neurologic Music Therapy” być może przyniesie oczekiwane wskazówki medyczne.<sup>3</sup>

### Piśmiennictwo

1. Linden D. *The Biology of Psychological Disorders*. New York: Palgrave Macmillan; 2012.
2. Thaut MH. *Rhythm, music and the brain: scientific foundations and clinical applications*. New York: Routledge; 2005.
3. de l’Etoile S. *Processes of music therapy: clinical and scientific rationales and models*. W: Hallam S, Cross I, Thaut M. red. *The Oxford handbook of music psychology*. Oxford, New York: Oxford University Press; 2011. s. 493–502.
4. Leins AK, Spintge R, Thaut M. *Music therapy in medical and neurological rehabilitation settings*. W: Hallam S, Cross I, Thaut M. red. *The Oxford handbook of music psychology*. Oxford, New York: Oxford University Press; 2011. s. 526–536.
5. Altenmüller E, Schlaug G. *Neurologic music therapy: The beneficial effects of music making on neurorehabilitation*. *Acoust. Sci. Technol.* 2013; 34(1): 5–12.
6. Tomaino CM. *Music and limbic system*. W: Bejjani F. red. *Current research in arts and medicine*. Chicago: A Capella Books; 1993. s. 393–398.
7. Schlaug G. *Music, musicians, and brain plasticity*. W: Hallam S, Cross I, Thaut M. red. *The Oxford handbook of music psychology*. Oxford, New York: Oxford University Press; 2011. s. 197–207.
8. Sluming V, Barrick T, Howard M, Cezayirli E, Mayes A, Roberts N. *Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca’s area in male symphony orchestra musicians*. *Neuroimage* 2002; 17: 1613–1622.
9. Galińska E. *Muzykoterapia*. W: Wciórka J, Pużyński S, Rybakowski J. red. *Psychiatria. Metody leczenia. Zagadnienia etyczne, prawne, publiczne, społeczne*. Wyd. 2. Wrocław: Elsevier, Urban & Partner; 2012. s. 365–376.
10. Fujioka T, Ross B, Kakigi R, Pantev C, Trainor LJ. *One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children*. *Brain* 2006; 129: 2593–2608.
11. Patel AD. *Music, language and the brain*. New York: Oxford University Press; 2008.
12. Peterson DA, Thaut MH. *Music increases frontal EEG coherence during verbal learning*. *Neurosci. Lett.* 2007; 412(3): 217–221.
13. Tomaino CM. *Using rhythmic auditory stimulation for rehabilitation*. W: Berger J, Turow G. red. *Music, science, and the rhythmic brain. Cultural and clinical implication*. New York, London: Routledge; 2011. s. 11–121.

<sup>3</sup> Pozycja ta ukazała się na rynku w 2014 r. – przyp. red.

14. Berger J, Turow G. red. *Music, science, and the rhythmic brain. Cultural and clinical implication*. New York, London: Routledge; 2011.
15. Galaretta M, Hestrin S. *Spike transmission and synchrony detection in networks of GABAergic interneurons*. *Science* 2001; 291: 1560–1563.
16. Särkämö T, Pihko E, Laitinen S, Forsblom A, Soinila S, Mikkonen M. i wsp. *Music and speech listening enhance the recovery of early sensory processing after stroke*. *J. Cogn. Neurosci.* 2010; 22: 2716–2727.
17. Juslin PN, Sloboda JA. red. *Handbook of music and emotion. Theory, research, applications*. Oxford: Oxford University Press; 2011.
18. Berlyne DE. *Aesthetics and psychobiology*. New York: Appleton, Century and Crofts; 1971.
19. Enzensberger W, Oberländer U, Stecker K. *Metronomtherapie bei Parkinson patienten*. *Nervenarzt.* 1977; 12: 972–977.
20. Szymkuć I, Kurylak A, Lach-Inszczyk S, Mackiewicz-Milewska M, Hagner W, Hagner-De-rengowska M. *Rehabilitacja i pielęgnacja dzieci po urazie niedokrwienno-niedotlenieniowym ośrodkowego układu nerwowego – opisy przypadków*. *Med. Paliat. Prakt.* 2011; 5(2): 59–63.
21. Formissano R, Vinicoa V, Penta F, Matteis M, Brunelli S, Weckel JW. *Active music therapy in the rehabilitation of severe brain injured patient during coma recovery*. *Ann. Ist. Super. Sanita* 2001; 37(4): 627–630.
22. Campbell D. *L'effet Mozart sur les enfants: éveiller l'imagination et la créativité par la musique*. Ivry Cedex: Le Jour; 2001.
23. Pietschning J, Voracek M, Forman AK. *Mozart Effect-Shmozart Effect: A meta-analysis*. *Intelligence* 2010; 38(3): 314–323.
24. Dastgheib SS, Layegh P, Sadghi R, Fovoughipur M, Shoeibi A, Gorji A. *The effects of Mozart's music on interictal activity in epileptic patients: systematic review and meta-analysis of the literature*. *Curr. Neurol. Neurosci. Rep.* 2014; 14(1): 420.
25. Marzban M, Shahbazi A, Tondar M, Soleimani M, Bakhshayesh, Moshkforoush A. i wsp. *Effect of Mozart music on hippocampal content of BDNF in postnatal rats*. *Basic Clin. Neurosci.* 2011; 1(2): 21–26.
26. Lin LC, Lee WT, Wang CH, Chen HL, Wu HC, Tsai CL. i wsp. *Mozart K.448 acts as a potential add-on therapy in children with refractory epilepsy*. *Epilepsy and Behav.* 2011; 20(3): 490–493.
27. Lin LC, Lee WT, Wu HC, Tsai CL, Wei RC, Mok HK. i wsp. *The long-term effect of listening to Mozart K.448 decreases epileptiform discharges in children with epilepsy*. *Epilepsy Behav.* 2011; 21(4): 420–424.
28. Lin LC, Lee MW, Wei RC, Mok HK, Wu HC, Tsai CL. i wsp. *Mozart K. 545 mimics Mozart K. 448 in reducing epileptiform discharges in epileptic child*. *Epilepsy Res.* 2010; 89(2): 238–245.
29. Lin LC, Lee WT, Wu HC, Tsai CL, Wei RC, Jong YJ. i wsp. *Mozart K.448 and epileptiform discharges: effect of ratio of lower to higher harmonics*. *Epilepsy Res.* 2010; 89(3): 238–245.
30. Mukherjee S, Tripathi M, Chandra PS, Yadav R, Choudhary N, Sagar R. i wsp. *Cardiovascular autonomic functions in well-controlled and intractable partial epilepsies*. *Epilepsy Res.* 2009; 85(2): 261–269.
31. Sutoo D, Akiyama K. *Music improves dopaminergic neurotransmission: demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation*. *Brain Res.* 2004; 1016(2): 255–262.
32. Thaut MH, McIntosh GC, McIntosh KW, Hömberg V. *Auditory rhythmicity enhances movement and speech motor control in patients with Parkinson's disease*. *Funct. Neurol.* 2001; 16: 163–172.

33. Kim Soo Ji. *Music therapy protocol development to enhance swallowing training for stroke patients with dysphagia*. J. Music Ther. 2010; 47(2): 102–119.
34. Bukowska A. *Muzykoterapia neurologiczna*. W: Stachyra K. red. *Modele, metody i podejścia w muzykoterapii*. Lublin: Wydawnictwo UMCS; 2012. s. 165–178.
35. You Hb, Liu Yf, Wu Lx. *Acupuncture combined with music therapy for treatment of 30 cases of cerebral palsy*. J. Tradit. Chin. Med. 2009; 29(4): 243–248.
36. Rahlin M, Cech D, Rheault W, Stoecker J. *Use of music during physical therapy intervention for an infant with Erb's palsy: A single-subject design*. Physiother. Theory Pract. 2007; 23(2): 105–117.
37. Gilboa A, Roginsky A. *Examining the dyadic music therapy treatment (DUET): the case of a CP child and his mother*. Nordic J. Music Ther. 2010; 19(2): 103–132.
38. Thaut MH, Peterson D, McIntosh GC. *Temporal entrainment of cognitive functions. Musical mnemonics induce brain plasticity and oscillatory synchrony in neural networks underlying memory*. Ann. N. Y. Acad. Sci. 2005; 1060: 243–254.
39. Baird A, Samson S. *Music evoked autobiographical memory after severe acquired brain injury: Preliminary findings from a case series*. Neuropsychol. Rehabil. 2014; 24(1): 125–143.
40. Särkämö T, Tervaniemi M, Laitinen S, Forsblom A, Soinila S, Mikkonen M. i wsp. *Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke*. Brain 2008; 131(3): 866–876.
41. Russel H, Turow G. *Rhythmic sensory stimulation of the brain: the possible use of inexpensive sensory stimulation technologies to improve IQ test scores and behavior*. W: Berger J, Turow G. red. *Music science, and the rhythmic brain*. New York, London: Routledge; 2011. s. 154–201.
42. Turow G, Lane J D. *Binaural beat stimulation: altering vigilance and mood states*. W: Berger J, Turow G. red. *Music, science, and the rhythmic brain*. New York, London: Routledge; 2011. s. 122–136.
43. Harris B. *Identifying neurologic music therapy techniques amenable to automation*. International Conference on Frontiers in Education – FECS 2007: 409–412.
44. Eunju, J. *Psychometric validation of a music-based attention assessment: revised for patients with traumatic brain injury*. J. Music Ther. 2013; 50(2): 66.

Adres: Elżbieta Galińska  
Klinika Nerwic  
Instytut Psychiatrii i Neurologii  
02-957 Warszawa, ul. Sobieskiego 9

Otrzymano: 7.12.2013

Zrecenzowano: 22.01.2014

Otrzymano po poprawie: 16.03.2014

Przyjęto do druku: 14.04.2014