

## Muzyka Mozarta czy biofeedback? O regulacji rytmów mózgowych

O dziełach i geniuszu Wolfganga Amadeusza Mozarta napisano już wiele rozpraw, studiów i biografii, artykułów i przyczynków. Są one rezultatem badań prowadzonych przez szerokie grono specjalistów – muzykologów, teoretyków muzyki, krytyków muzycznych. Nie dziwi więc fakt, iż ich celem było – i pozostaje do dziś – ukazanie twórczości genialnego kompozytora w kontekście estetyki, epoki, ewolucji stylu i gatunku, wskazanie na indywidualizm Mozarta – człowieka i indywidualność jego muzyki. Jednakże niezwykłość tych kompozycji polega nie tylko na ich artyzmie, ale także na zawartej w nich sile oddziaływania na prawidłowe funkcjonowanie słuchacza w sensie fizjologicznym.

Prawidłowe funkcjonowanie każdego człowieka odnosi się do stanu i aktywności jego ciała i umysłu, a także relacji między procesami psychicznymi i czynnościami całego organizmu. Już z ludzkiej samoobserwacji wynika powszechne przekonanie, że muzyka ma wpływ na samopoczucie, emocje czy stopień odczuwanego zrelaksowania. To przekonanie spowodowało podjęcie w połowie XX wieku specjalistycznych badań nad wpływem muzyki na człowieka.

Wszelka aktywność człowieka wynika z pracy mózgu, w czasie której mózg generuje potencjały elektryczne, określane jako fale mózgowie (Hans Berger, 1929). Są one odpowiedzialne za przekazywanie impulsów<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> „Neurony są wyjątkowo pobudliwymi komórkami. Odpowiadają one na rozmaite bodźce i przetwarzają je na energię impulsu nerwowego. Bodźce elektryczne, chemiczne czy mechaniczne mogą zaburzać potencjał spoczynkowy, zwiększając przepuszczalność błony komórkowej

między neuronami kory mózgowej. Jeśli przekazywanie impulsów jest utrudnione, to informacje w nich zawarte zostaną utracone. Badania wpływu muzyki na człowieka (Alfred Tomatis<sup>2</sup>) pokazały, że bodźce dźwiękowe<sup>3</sup> – odbierane przez ucho w czasie słuchania muzyki i transformowane w nerwowym systemie słuchowym w neuronalne impulsy – dynamizują impulsację neuronów w korze mózgowej, co wywołuje wiele objawów pozytywnych dla prawidłowego funkcjonowania człowieka, takich, jak m.in. poprawa procesów pamięciowych, wzrost kreatywności, harmonizowanie napięcia mięśniowego, opóźnienie objawów zmęczenia czy poprawa koordynacji ruchowej.

Wspomniana powyżej dynamizacja kory mózgowej jest efektem synchronizacji fal mózgowych, w czasie której poszczególne części mózgu pracują w tym samym rytmie. Jeśli dwie fale mózgowie – występujące w dwóch miejscach kory mózgowej – jednocześnie osiągają maksimum natężenia oraz jego minimum, to stan synchronizacji fal mózgowych jest wysoki. Taki stan umożliwia sprawne przekazywanie pobudzeń między neuronami (sprawny przekaz impulsów) zarówno wewnątrz półkuli mózgowej, jak i między półkulami. Warto w tym miejscu przypomnieć, iż synchronizacja międzypółkulowa ma wpływ na akt poznania, w którym dochodzi do zjednoczenia analitycznego (lewa półkula) i syntetycznego (prawa półkula) przetwarzania informacji.

Rytmu mózgowo mają zdolność osiągania różnych wartości, które z kolei zależą od stanu świadomości oraz umiejscowienia (części kory mózgowej lub ośrodków podkorowych). Związek między typem fali mózgowej a wywołanym przez nią stanem świadomości przedstawia poniższa tabela.

Typ fali mózgowej	Zakres częstotliwości	Cechy charakteryzujące fale	Charakter aktywności umysłowej
1	2	3	4
Delta	0,5-4 Hz	Rzadko i spontanicznie generowane, o znacznej amplitudzie i niewielkiej częstotliwości.	Stan głębokiego snu <sup>4</sup> , nieświadomy. Okresowo występują dynamiczne marzenia senne.

dla kationów sodu. Jeśli błona komórkowa jest tylko nieznacznie podrażniona, może skończyć się na lokalnym zaburzeniu potencjału. Natomiast bodziec wystarczająco silny może wzbudzić potencjał czynnościowy, innymi słowy przewodzenie impulsu nerwowego". (E. Solomon, L. Berg, D. Martin, i in., *Biologia*. Warszawa 2000, s. 822).

<sup>2</sup> A. Tomatis, A., *The Conscious Ear*, Station Hill Press, 1991.

<sup>3</sup> Energia mechaniczna bodźca jest przetwarzana w energię elektryczną, która prowadzi do powstania potencjału receptorowego, czyli stanu depolaryzacji receptora na skutek działania bodźca. Powstanie potencjału receptorowego warunkuje wywołanie potencjału czynnościowego, który jest lokalną zmianą potencjału elektrycznego komórki nerwowej w czasie jej aktywności.

<sup>4</sup> Stan snu charakteryzują dwie fazy: snu paradoksalnego (faza REM) i snu normalnego (faza SEM). Faza REM występuje okresowo (co ok. 90 min.) i zajmuje ok. 1/4 całego czasu snu, a mózg wysyła wówczas nieregularne fale beta. Faza SEM charakteryzuje się występowaniem spontanicznie generowanych fal delta (za: Solomon, *op. cit.*, s. 847).

1	2	3	4
Theta	4-8 Hz	Występują krótkookresowo, z dużą amplitudą i bardzo wysokim wskaźnikiem synchronizacji.	Stan wysokiej kreatywności, głębokiej medytacji oraz powolnego opadania w sen. Często obserwowane występowanie spontanicznej hipnagogii <sup>5</sup> , która pojawia się w czasie „pólsnu”, a także iluzji i omamów przy pewnym poziomie świadomości. Występowanie marzeń sennych ma w tym stanie charakter mniej dynamiczny i jest nacechowane emocjonalnie.
Alfa	8-12 Hz	Są emitowane rytmicznie, z dość dużą amplitudą (a zatem także synchronizacją).	Stan całkowitego spoczynku (oczy zamknięte), także stanu relaksu, odprężenia; osiągnięcie górnej granicy częstotliwości wskazuje też stan wzmożonej uwagi przy oczekiwaniu na pojawienie się bodźca; dolną granicę częstotliwości osiąga mózg znajdujący się na granicy snu i czuwania.
Beta	13-30 Hz	Charakteryzują się zmienną amplitudą i wysoką częstotliwością, odpowiadającą częstości pobudzenia. Mała amplituda tych fal odpowiada niewielkiej synchronizacji fal mózgowych.	Stan wzmożonej aktywności umysłowej, do którego należy proces przetwarzania informacji. Wzrost częstotliwości odpowiada większemu pobudzeniu, które często osiąga nadmierny poziom prowadzący do powstania reakcji stresowej.

Regulacja rytmów mózgowych pozwala nauczyć się osiągać żądany stan umysłu (stan świadomości). Można jej dokonać poprzez wykorzystanie jednej z dwóch powszechnie znanych metod, tj. biofeedbacku lub terapii muzyką.

Biofeedback, czyli biologiczne sprzężenie zwrotne, jest metodą odkrytą przez neurotechnologię – interdyscyplinarną dziedzinę medycyny. Postęp nauki spowodował, że można polepszać możliwości psychiczne człowieka poprzez trening i wykorzystanie specjalistycznej diagnostyczno-terapeutyczno-stymulacyjnej aparatury medycznej,

<sup>5</sup> Poświęcanie czasu na rozwiązywanie jakiegoś problemu oznacza świadome przetwarzanie informacji. Kiedy zaprzestajemy działań i rezygnujemy z pracy umysłowej, nasz mózg ciągle jest aktywny, mimo że nie zdajemy sobie z tego sprawy. Ta nieświadoma praca jest często bardziej efektywna, ponieważ pozbawiona jest przynajmniej niektórych ograniczeń wynikających z uprzedzeń lub utartych schematów myślenia. Jej efekt pojawia się czasem w postaci intuicji. Najczęściej jednak ukazuje się pod postacią obrazów w trakcie trwania hipnagogii. Efekty takiej nieświadomej aktywności umysłowej, pojawiającej się w „pólsnie”, z reguły ujawniają się w postaci symboli.

opartej na technice komputerowej. Biofeedback jest metodą umożliwiającą świadomą modyfikację własnej aktywności fizjologicznej dzięki wykorzystaniu informacji zwrotnych o jej przebiegu, uzyskanych za pomocą aparatury pomiarowej. Człowiek poddawany biofeedbackowi otrzymuje z urządzenia monitorującego sygnały o stanie fizjologicznym swojego organizmu. Dzięki temu może świadomie modyfikować funkcje, które normalnie nie są kontrolowane świadomie, m.in.: fale mózgowe, rezystancję elektryczną skóry, temperaturę skóry czy napięcie mięśniowe. Ocena stanu fizjologicznego ludzkiego organizmu jest możliwa poprzez obserwację: poszczególnych pasm fal mózgowych (neurofeedback lub biofeedback ElektroEncefaloGraficzny), wielkości napięcia mięśniowego (biofeedback ElektroMioGraficzny), wielkości elektrycznego przewodzenia skóry (biofeedback GSR – Galvanic Skin Response lub biofeedback BSR – Basal Skin Response), rytmu i długości wydechów (biofeedback oddechowy) czy też temperatury skóry (biofeedback temperaturowy). W każdej odmianie biofeedbacku człowiek uczy się osiągać właściwy stan fizjologiczny. Za pomocą neurofeedbacku można nauczyć się pozytywnie zmieniać wzorzec wytwarzanych fal mózgowych (wzmacniać pożądane i hamować niepożądane fale mózgowe), co bezpośrednio daje możliwość regulacji konkretnych stanów świadomości.

Jak pokazały badania, słuchanie muzyki jest alternatywą wobec neurofeedbacku metodą, wpływającą na pracę mózgu i wywoływanie określonych stanów świadomości<sup>6</sup>. Okazało się, że muzyka może „wymusić” na mózgu pożądane stany aktywności umysłowej, które utrzymują się w organizmie tak długo, jak długo trwa oddziaływanie muzyki. Przewaga muzyki nad biofeedbackiem wynika z braku konieczności stosowania skomplikowanej aparatury medycznej, a także z powszechności kontaktu człowieka z muzyką, która towarzyszy mu już od zarania dziejów. Dzięki stworzeniu poprzez muzykę sprzyjającej atmosfery można zredukować stres, spowolnić oddech czy też wyrównać rytm serca. Jednakże nagromadzona wiedza o fizycznych właściwościach dźwięków (częstotliwość – wysokość, natężenie – głośność, struktura widma – barwa), które konstytuują muzykę, pozwoliła na bardziej świadome wykorzystanie i dobieranie jej cech (wysokości dźwięków, głośność, barwa, czas trwania dźwięków, tempo ich prezentacji) do stymulacji poziomu aktywności umysłowej<sup>7</sup>.

Dźwięki słuchanej muzyki są transformowane w impulsy nerwowe, które na drodze neurologicznej są przesyłane do układu siatkowego i kory mózgowej. Układ siatkowy, będący skomplikowanym szlakiem nerwowym, pobudza tzw. „gotowość czynnościową”, odpowiada więc za podtrzymywanie stanu świadomości i czuwania, które wiążą się z aktywnością umysłową. Odpowiada także za moment przejścia do stanu świadomej aktywności umysłowej w chwili obudzenia z głębokiego snu, kieruje skupieniem uwagi i sprawnością kojarzenia. W tym kontekście układ siatkowy wpływa na regulację rytmów fal mózgowych (wywołanie określonego stanu aktywności umysłowej wiąże się z obecnością fal mózgowych danego typu). Mózg automatycznie i aktywnie reguluje wszystkie funkcje organizmu w taki sposób, aby podtrzymać homeostazę, która jest automatyczną zdolnością organizmu do utrzymywania równowagi wewnątrzustrojowej.

---

<sup>6</sup> J. Leeds, *The Power of Sound: How to Manage Your Personal Soundscape for a Vital, Productive and Healthy Life*, Healing, Arts Press 2001.

<sup>7</sup> Steinbach, *Klangeterapie – Transformation durch heilende Klänge*, Veflag Bruno Martin Sudergellersen 1990.

Próbując utrzymać homeostazę, układ siatkowy w naturalny sposób, przez cały czas monitoruje i wymusza utrzymywanie trwających stanów falowej aktywności kory mózgowej.

Wspomniane powyżej mechanizmy są charakterystyczne dla każdej słuchanej muzyki, ale badania pokazały, że pewne rodzaje muzyki posiadają większą siłę oddziaływania na funkcjonowanie ludzkiego organizmu (w tym także mózgu) niż inne. Od czasów pierwszych doświadczeń Alfreda Tomatisa<sup>8</sup>, sprawdzających oddziaływanie muzyki wielu kompozytorów na funkcjonowanie ludzkiego organizmu, upowszechniło się przekonanie, iż muzyką, która najlepiej stymuluje mózg, są utwory Wolfganga Amadeusza Mozarta. Wśród wielu kontynuatorów badań na szczególną uwagę zasługuje Don Campbell<sup>9</sup>, który specyficzne działanie muzyki na wszelką aktywność człowieka nazwał „efektem Mozarta”. Obserwacje uzyskane z badań potwierdziły powiązanie rodzaju słuchanego utworu z reakcjami zachodzącymi w organizmie człowieka. Utwory klasyfikowano m.in. ze względu na: tonację, tempo, zakres częstotliwości pojawiających się dźwięków. W wyniku badań stwierdzono, że muzyka Mozarta ma szczególny charakter, gdyż potrafi wpływać na układ nerwowy i aktywność sensomotoryczną, poprawia pamięć i koncentrację. W ogólnym ujęciu wyznaczono szczególne cechy tej muzyki, które wywołują powyższe efekty. Tymi cechami są m.in.: jasna i przejrzysta forma, wysokie pasmo częstotliwości dźwięków (determinuje wysokie rejestry wysokości dźwięków), niezwykła wielość form, temp i nastrojów. Wielość i różnorodność kompozycji Mozarta dała możliwość podzielenia tej twórczości na grupy w zależności od efektu, jaki wywołuje.

Według Campbella i innych badaczy „efektu Mozarta”, wśród utworów, które aktywizują mózg, stymulują procesy myślowe, regenerują organizm i podnoszą jego vitalność, znajdują się np.:

- *Koncert skrzypcowy D-dur* nr 2 KV 211,
- *Koncert skrzypcowy G-dur* nr 3 KV 216,
- *Koncert skrzypcowy D-dur* nr 4 KV 218,
- *Koncert skrzypcowy A-dur* nr 5 KV 219,
- *Koncert fortepianowy A-dur* nr 23 KV 488,
- *Koncert fortepianowy c-moll* nr 24 KV 491,
- *Symfonia A-dur* nr 29 KV 201,
- *Symfonia D-dur „Haffnerowska”* nr 35 KV 385,
- *Symfonia Es-dur* nr 39 KV 543,
- *Symfonia A-dur* nr 29 KV 201,
- *Symfonia G-dur* nr 32 KV 318,
- *Symfonia g-moll* nr 40 KV 550,
- *Symfonia C-dur „Jowiszowa”* nr 41 KV 551,
- wszystkie kwartety smyczkowe,
- kontredanse,
- *Symfonia koncertująca Es-dur* na skrzypce, altówkę i orkiestrę KV 364.

---

<sup>8</sup> J.R. Kershner, *Evaluation of the Tomatis Listening Program*. „Canadian Journal of Special Education” 2, 1986, s. 1-32.

<sup>9</sup> D. Campbell, *The Mozart Effect, Tapping the Power of Music to Heal the Body, Strengthen the Mind and Unlock the Creative Spirit*, Harper Paperbacks 1997.

Natomiast wśród utworów, które mają działanie wyciszające i relaksujące, znajdują się np.:

- cz. 1 – Allegro z *Koncertu klarnetowego A-dur* KV 622,
- cz. 2 – Andante z *Koncertu fortepianowego C-dur* nr 21 KV 467,
- Adagio z *Serenady B-dur* nr 10 „*Grand Partita*” KV 361,
- cz. 3 – Concertante. Andante grazioso z *Serenady* nr 9 KV 320,
- aria Cherubina – *Voi che sapete* (akt II) z *Wesela Figara* KV 492

A wśród utworów, które stymulują koordynację ruchową i koncentrację oraz uczą stosować ruch i rytmikę, wymienia się np.:

- arię „szampańską” – *Finch' an dal vino* (akt I) z *Don Giovanniego* KV 527,
- Rondo alla turca z *Sonaty A-dur* KV 33,
- *Marsz D-dur* nr 1 KV 335,
- *Kontredans C-dur* na orkiestrę „*La Bataille*” KV 535.

Konfrontacja cech niektórych z wyżej wymienionych utworów z wynikami specjalistycznych badań pozwala potwierdzić zasadność dokonanych klasyfikacji. Słuchanie muzyki jest złożonym zjawiskiem, włączającym psychologiczne, emocjonalne, neurologiczne i sercowo-naczyniowe zmiany wraz z behawioralnymi modyfikacjami oddychania. Wymienione obszary zmian mogą być wywołane stylem muzyki (np. klasyczna versus rockowa), typem melodii, strukturą harmoniczną, rytmem, tempem czy dynamiką. Fizjologzy stwierdzili, że rytmy ciała (bicie serca, fale mózgowe, tempo oddychania itd.) łatwo dopasowują się do cech muzyki.

Melodia zbudowana z dźwięków o wysokich częstotliwościach (wysokich) synchronizuje się z rytmem pracy serca. Muzyka wykonywana na instrumentach strunowych, dla których charakterystyczny jest zakres częstotliwości od ok. 5 do ok. 8 kHz, wzmacnia rytmy mózgowe, odpowiadające za aktywną pracę mózgu<sup>10</sup>.

Słuchanie muzyki w wolnych tempach, w których pulsacja rytmiczna przebiega w wymiarze ok. 60 uderzeń na minutę, odpowiada rytmowi wolno bijącego serca, co pomaga w osiągnięciu stanu odprężenia. Spokojne tempo następstw dźwięków obniża ciśnienie krwi, zmniejsza liczbę uderzeń serca, dzięki czemu odzyskuje ono normalny rytm. Następują dogodne warunki do uzyskania stanu relaksacji, gdyż fale mózgowe przechodzą z rytmu beta do alfa, a taki rytm pracy mózgu pozwala obniżyć poziom stresu i pobudza system immunologiczny. Udowodniono także, że istnieje ścisła zależność między funkcjami umysłu i organizmu (Georgij Łozanow<sup>11</sup>). Np. zapamiętywanie zostaje znacznie wzmocnione poprzez zsynchronizowanie oddechu z muzyką (przy odpowiednim poziomie koncentracji). Mózg człowieka potrzebuje trzy razy więcej tlenu niż reszta ciała, stąd też tak istotne jest jego dotlenienie poprzez odpowiednią technikę oddychania. Okazało się, że przy metrum 4/4 dwie ćwierćnoty powinien zajmować wdech, cztery ćwierćnoty zatrzymanie oddechu i dwie ćwierćnoty wydech. W ten sposób cykl wypełnia 2 takty. Z badań wynika także, że dla przyswojenia informacji i prawidłowej pracy mózgu najistotniejsza jest faza zatrzymania oddechu. Wynika stąd, że

---

<sup>10</sup> M. Mockel, L. Rucker, T. Stork, et al. *Immediate physiological responses of healthy volunteers to different types of music: cardiovascular, hormonal and mental changes*. „*Eur J Physiol Occup Physiol*” 68, 1994, s. 451-459.

<sup>11</sup> G. Łozanow, *Sugestologija*, Sofia 1971.



muzyka o wskazanej metryce reguluje prawidłowy rytm oddychania, a to z kolei wpływa na intensyfikację procesów pamięciowych.

Stwierdzono także, że występowaniu stanów świadomości, podczas których pojawiają się szczególne uzdolnienia, towarzyszy rytm fal mózgowych alfa. Wówczas mózg jest z jednej strony odprężony, a z drugiej pobudzony do większego wysiłku. Na synchronizację półkul mózgowych i osiąganie rytmu alfa ma wpływ muzyka, która reguluje rytm oddychania. Ponadto muzyka ulepsza i utrwala zapamiętywanie, gdyż stymuluje układ limbiczny, będący emocjonalnym centrum mózgu, co ma bezpośredni wpływ na efektywność procesu uczenia się.

Tonalna, a także wyzbyta nadmiaru dysonansów muzyka zwiększa też poziom katecholamin oraz serotoniny, które są neuroprzebieżnikami czynnie uczestniczącymi w procesach wymagających wysokiej aktywności umysłowej. Stąd repertuar późnoromantyczny czy muzyka reprezentująca nurt ekspresjonistyczny nie posiadają takich cech; nagromadzenie dysonansów, i to nierozwiązywanym, oraz często silnie schromatyzowany materiał dźwiękowy nie sprzyjają wzrostowi poziomu serotoniny i w związku z tym nie nasilają procesów wymagających dużej aktywności umysłowej. Pracy, w której niezbędna jest taka aktywność, powinna towarzyszyć muzyka klasyczna, a przede wszystkim muzyka Mozarta.

Z kolei długo utrzymujący się wysoki poziom dynamiczny muzyki powoduje podwyższenie ciśnienia krwi i przyspiesza rytm serca.

Wprawdzie wśród psychologów i neurofizjologów, a także otolaryngologów, genetyków czy inżynierów dźwięku nie ma zgodnego stanowiska co do wpływu muzyki Mozarta na zachodzące w ludzkim organizmie zmiany, to jednak wyniki kompleksowych bądź bardziej szczegółowych badań pokazują, że osoby poddane działaniu muzyki wykazują zmiany behawioralne, których podłożem są często stymulacje na poziomie molekularnym (cząsteczkowym).

Przykładem może być sceptyczna ocena wpływu muzyki Mozarta na ludzki organizm, którą wyraża Howard Gardner z Harvardu (Cambridge University, Massachusetts) wobec obserwowanego neurochemicznego efektu pobudzania wzrostu nowych neuronów u osób słuchających Sonaty D-dur na dwa fortepiany W. A. Mozarta (KV 448). Pod wpływem przywołanego eksperymentu Fran Rauscher (neurolog z Uniwersytetu w Wisconsin)<sup>12</sup> oraz Hong Hua Li (genetyk z Uniwersytetu Stanford w Kalifornii) wykazały molekularną podstawę „efektu Mozarta”. W czasie słuchania tego utworu badani szybciej i poprawniej – w porównaniu z osobami niesłuchającymi muzyki – wykonywali test, który wymagał przestrzennego wyobrażenia i rozumowania. Wśród tej grupy badanych zaobserwowano także przyspieszone i wzmożone procesy chemiczne i fizyczne w cząsteczkach komórek nerwowych. Natomiast Gardner uważa, że wpływ muzyki Mozarta na obserwowane zmiany neurochemiczne i procesy mentalne może być związany ze szczególnym wpływem muzyki na ludzki organizm w ogóle, a nie konkretnie muzyki Mozarta<sup>13</sup>.

Podobne wątpliwości na temat wpływu muzyki właśnie Mozarta ma Robert Stamper (okulista z Kalifornijskiego Uniwersytetu w San Francisco). Wyraził je w opinii doświadczenia opisanego w *The British Journal of Ophthalmology* przez badaczy z ze-

---

<sup>12</sup> F. Rauscher, G. Ky. Shaw, *Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis*. „Neuroscience Letters” 185, 1995, s. 44-47.

<sup>13</sup> E. Singer, *Molecular basis for Mozart effect revealed*. „New Scientist. com news service”, 2004.

społu Vanessy Macedo<sup>14</sup>. Badacze zaobserwowali poprawę przestrzenno-czasowego rozumowania pod wpływem „efektu Mozarta”, co ich zdaniem może sugerować, że słuchanie Mozarta może dokonywać torowania<sup>15</sup> (*priming*) ścieżek neuronalnych, odpowiedzialnych za obrazy wizualne.

Badania przeprowadzone na dwóch grupach słuchaczy – muzykach i nie-muzykach – dostarczyły wielu informacji o wpływie stylu muzyki (uwzględniano struktury: harmoniczne, melodyczne, rytmiczne i tempo utworu) oraz czasu trwania muzyki i jej powtarzalności na reakcje sercowo-naczyniowe i oddechowe<sup>16</sup>.

W odniesieniu do stylu muzycznego stwierdzono, że wszelkie reakcje sercowo-naczyniowe zależą od tempa utworu. Okazało się, że wolne tempo wywołuje spadek skurczowego i rozkurczowego ciśnienia krwi, obniża puls i stosunek między niskoczęstotliwościowymi a wysokoczęstotliwościowymi składnikami zmienności szybkości pracy serca (LF:HF, przy czym LF zawiera się w przedziale od 0,03 do 0,15 Hz a HF w zakresie od 0,15 do 0,4 Hz)<sup>17</sup>. Doświadczenia pokazały także, że przy zmniejszającym się tempie muzyki zmniejsza się szybkość oddychania. Zauważono także, że słuchacze nie preferowali określonych struktur melodycznej i harmonicznej w zależności od tempa muzyki. Zmiany szybkości oddychania, wartości ciśnienia krwi, tempa bicia serca i stosunku LF:HF są proporcjonalne nie tylko do tempa muzyki, ale też do złożoności struktury rytmicznej. Natomiast czas trwania powtarzalnych struktur melo-rytmicznych wywołuje proporcjonalny do czasu spadek przepływu krwi mózgowej, który z kolei głównie jest odpowiedzialny za lokalne zapotrzebowanie metaboliczne<sup>18</sup>. Rytmiczność przebiegu utworu muzycznego wywołuje także nieznaczny wzrost reakcji w prawej półkuli. Jednakże techniczne ograniczenia nie pozwalają oszacować różnic ilościowych w reakcjach między półkulami<sup>19</sup>.

Wydawałoby się, że szybkie tempo ruchliwych figur melo-rytmicznych w Allegrze z *Koncertu klawetowego A-dur KV 622* Mozarta nie sprzyja wywołaniu stanu relaksacji. Jednakże barwna, ciekawa linia melodyczna sprzyja koncentracji uwagi – jest intrygująca. Dynamiczne tempo aktywizuje i sprzyja postawie zrelaksowanej. Ponadto, celem wyeksponowania barwy poszczególnych rejestrów klawetu, Mozart ograniczył skład instrumentów dętych do fletów, fagotów i rogów. Symetryczna budowa fraz i wyrów-

---

<sup>14</sup> <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/health/4920658.stm>

<sup>15</sup> „Efekt torowania polega na tym, że bodziec pojawiający się wcześniej modyfikuje poprawność i łatwość rozpoznawania albo – szerzej – przetwarzania bodźców pojawiających się później. [...] Torowanie automatyczne pojawia się wtedy, kiedy bodziec poprzedzający i bodziec właściwy nie są ze sobą związane” [w:] T. Maruszewski, *Psychologia poznania. Sposoby rozumienia siebie i świata*, Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2001, s. 168-169.

<sup>16</sup> L. Bernardi, C. Porta, P. Sleight, *Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence*, „Heart” 2006, 92, s. 445-452.

<sup>17</sup> A. Malliani, M. Pagani, F. Lombardi, et al., *Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain*, „Circulation” 84, s. 482-492.

<sup>18</sup> S. Nakamura, N. Sadato, T. Oohashi, et al., *Analysis of music-brain interaction with simultaneous measurement of regional cerebral blood flow and electroencephalogram beta rhythm in human subjects*, „Neuroscience Letters” 225, 1999 s. 222-226.

<sup>19</sup> S. Evers, J. Dannert, D. Rodding, et al., *The cerebral haemodynamics of music perception: a transcranial Doppler sonography study*, „Brain” 122, 1999 s. 75-85.



nana rytmika, a także powtarzalność i podobieństwo motywów sprzyjają wyrównaniu rytmów czynnościowych w organizmie słuchacza, co sprzyja odprężeniu i relaksacji.

**I.**

**Allegro  
Tutti**

2 Flauti  
2 Fagotti  
2 Corni in A  
Clarinetto principale in A  
Violino I  
Violino II  
Viola  
Violoncello  
Contrabasso

2  
10  
Fl.  
Fg.  
Cor. (A)  
Cl.pr. (A)  
Vl.  
Vla.  
Vc. e Cb.

Fl.  
Fg.  
Cor. (A)  
Cl.pr. (A)  
Vl.  
Vla.  
Vc. e Cb.

20  
Fl.  
Fg.  
Cor. (A)  
Cl.pr. (A)  
Vl.  
Vla.  
Vc. e Cb.

W kontekście wyżej wskazanych obserwacji *Andante* z *Koncertu fortepianowego C-dur* nr 21 KV 467 Mozarta w pełni charakteryzuje się cechami, które zapewniają osiągnięcie stanu relaksacji. W stanie relaksu następuje wyrównanie i wzajemne dostrojenie się wszystkich rytmów ciała: oddechu, bicia serca, metabolizmu, a przede wszystkim aktywności mózgu. Redukcja aparatu wykonawczego, regularna pulsacja rytmiczna i powtarzalność struktur sprzyja zestrojeniu rytmów ciała z pulsacją struktur dźwiękowych.

Wskazywane wcześniej właściwości rejestru i barwy instrumentów smyczkowych sprawiają, że wśród utworów, których słuchanie pobudza aktywność umysłową i przyspiesza rytmy czynnościowe ludzkiego organizmu, znajdują się wszystkie koncerty skrzypcowe Mozarta. W *Koncertie skrzypcowym A-dur* nr 5 KV 219 dodatkowymi czynnikami dynamizującymi rytmy mózgowie są struktury motywów i tematów, które cechuje ruch i energia, często związane z pasażowym następstwem dźwięków.

Narastająca dynamika całego utworu jest szczególnie widoczna w ostatniej części tego Koncertu, w której kompozytor zastosował porywający, mozaikowy układ szeregu żywiołowych, pełnych temperamentu tanecznych struktur, których realizacja dokonuje się w bardzo szybkim tempie, co ma bezpośredni wpływ na wzmożenie oddechu, bicia serca i zaktywizowanie fal mózgowych beta u słuchacza.

Wśród wielu opinii na temat „efektu Mozarta” często pojawia się przekonanie, że decydujący wpływ na aktywizowanie funkcji umysłowych ma ogólny nastrój kompozycji<sup>20</sup>. Jest to zagadnienie bardzo złożone, ale już badania nad dźwiękami mowy dostarczyły dowodów, że zmiany parametrów akustycznych tych dźwięków mają wpływ na

<sup>20</sup> K. Nantais, E. Schellenberg, *The Mozart effect: an artifact of preference*. „Psychological Science” 10, 1999 s. 370-373.

odczytywanie komunikowanej emocji<sup>21</sup>. Warto zwrócić uwagę, iż z tych badań wynika, że smutek jest wiązany z niskim poziomem częstotliwości dźwięków (niskie rejestry wysokości) i ich wąskim ambitusem, a także z małą częstością zmian wysokości, niskim poziomem głośności oraz wolnym tempem. Natomiast strach wiąże się z wysokimi rejestrami dźwięków i ich szerokim ambitusem oraz dużą zmiennością, a także z bardzo wysokim poziomem głośności i szybkim tempem prezentacji. Ponadto dostrzeżono, że dekodowanie przedstawionych przez muzykę emocji, zwłaszcza radości i smutku, jest wyuczzone w procesie muzycznej socjalizacji. W badaniach wyróżnia się także cztery płaszczyzny, na których dokonuje się indywidualne przeżycie wyrazu muzyki. Płaszczyznami tymi – za Klausem Ernstem Behnem – są: płaszczyzna wegetatywna wyrazu muzycznego uaktywniająca się w tempie muzyki i, jako najważniejszy czynnik, płaszczyzna gestyczna, odpowiadająca za psychiczną aktywizację słuchacza, która charakteryzuje się istnieniem analogii między gestami muzycznymi a językowymi i motorycznymi, z których wywodzi się stan emocjonalny; płaszczyzna kontekstualna i asocjacyjna, które pomagają dookreślić emocjonalne znaczenie muzyki, wynikające z doświadczeń życiowych bądź z nawyków słuchowych odbiorcy<sup>22</sup>.

*Symfonia Es-dur nr 39 KV 543* Mozarta doskonale ilustruje ten pogląd. Bez wątpienia jest utworem pełnym wdzięku i pogody. Taki nastrój wnosi pogodny, utrzymany w kołyszącym tanecznym rytmie, temat cz. 1 – *Allegro*. Radosny charakter tematu jest także wywołany wysokim rejestrem dźwięków i ich stosunkowo dużą zmiennością.

<sup>21</sup> K.R. Scherer, *Die Vokale Kommunikation emotionaler Erregung*, w: *Vokale Kommunikation. Non-verbale Aspekte des Sprachverhaltens*, Beltz – Weinheim & Basel 1985, s. 297-306.

<sup>22</sup> K.E. Behne, *Musik – Kommunikation oder Geste*, w: *Gefühl als Erlebnis – Ausdruck als Sinn*, Laaber 1982.

W cz. 2 – *Andante con moto* tej *Symfonii* pogodny nastrój utrzymuje miarowy ruch z przewagą rytmu punktowanego, wykorzystany w przejrzystej okresowej formie. Powtarzalność odcinków tej części sprzyja także wywołaniu stanu relaksacji, bowiem słuchacz percypuje ten utwór, uruchamiając płaszczyznę asocjacyjną wyrazu muzycznego. Wysoki rejestr partii pierwszych skrzypiec sprzyja wywołaniu pogodnego nastroju.

**II**  
*Andante con moto*

Kontynuacji pogodnego nastroju sprzyja także cz. 3 – *Menuet*, która w tanecznych odcinkach zyskuje wręcz rubaszny charakter.

**III**  
*Menuetto Allegretto*



Wreszcie Finał Symfonii (Allegro) kontynuuje swawolny nastrój, porywając tanecznym, wirującym rytmem, utrzymującym się do końca tej części. Wysoki poziom głośności i duża zmienność wysokości dźwięków podtrzymuje afektowanie radosnego nastroju, który słuchacz łatwo percypuje.

60

Cl.

Tuba (Ba)

VI.

Vla.

Vc. e B.

*Da Capo*

**Finale IV**  
Allegro

Flauto

2 Clarineti in B

2 Fagotti

2 Corni in Es

2 Trombe in Es

Timpani in Es-B

Violino I

Violino II

Viola

Violoncello e Basso

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

Przytoczone powyżej obserwacje i wnioski o szczególnym wpływie muzyki, zwłaszcza muzyki Mozarta, na zmiany w funkcjonowaniu ludzkiego organizmu i pracę mózgu są przede wszystkim efektem badań na wybranych populacjach i porównywania otrzymywanych wyników z charakterystyką grup ludzi, którzy nie byli poddawani oddziaływaniu muzyki. Mają one charakter statystyczny. W centrum obserwacji znajdują się głównie badani, a przedmiotami obserwacji są ich psychologiczne, emocjonalne, neurologiczne i sercowo-naczyniowe zmiany wraz z behawioralnymi modyfikacjami oddychania. Mniejszą uwagę przywiązuje się do szczegółowej – z perspektywy psycho-akustycznej – analizy cech muzyki, która jest bodźcem wywołujących i obserwowanych zmian psychicznych i czynnościowych u badanych osób. Poszerzenie zakresu badań o ten aspekt (cechy fizyczne i wrażeniowe bodźców dźwiękowych – słuchanej muzyki) wymagałoby połączenia wyników badań w obszarze psychologii i neurofizjologii człowieka z obszarem psycho-akustycznej analizy bodźców. Ponadto wskazane byłoby odniesienie obserwacji psycho-akustycznych do poziomu muzykologicznej analizy dzieła, czyli wiązanie cech wrażeniowych dźwięków konstytuujących muzykę z elementami dzieła muzycznego. W rezultacie badania wpływu muzyki na ludzki organizm nabrałyby bardziej interdyscyplinarnego charakteru, co jest zalecane w kognitywnych badaniach muzyki.

Choć opinie na temat zauważania znacznego wpływu każdej muzyki na funkcjonowanie ludzkiej aktywności umysłowej i organizmu są raczej zgodne, to jednak wielu badaczy tego zjawiska spiera się co do podstaw przypisywania tego efektu wyłącznie muzyce Mozarta. Niemniej jednak w wielu ośrodkach z sukcesem prowadzi się tera-



pię zaburzeń psychicznych i czynnościowych przy zastosowaniu właśnie muzyki tego kompozytora. Od czasów pierwszych badań „efektu Mozarta” listy „aktywizujących” czy „relaksujących” utworów powiększają się także o muzykę innych kompozytorów, ale charakteryzują ją cechy podobne do dzieł genialnego Salzburgczyka<sup>23</sup>.

W tej perspektywie odpowiedź na pytanie, która z metod regulacji rytmów mózgowych powinna zyskać przewagę, wydaje się oczywista.

---

---

### Summary

The text acquaints readers with the question of stimulation of brain rhythms in the context of today's achievements of neurobiology and music therapy. Domination of a defined brain rhythm, i.e., a rhythm in the brain's action currents, corresponds to a specific condition of human consciousness. Studies show that brainwaves of desired frequency can be evoked by influencing a patient's brain with specific acoustic signals. The aim of this paper is to demonstrate that, in this respect, biofeedback and music therapy can be applied, especially with the use of Mozart's music.

---

<sup>23</sup> Najwięcej informacji o zalecanym terapeutycznie repertuarze można znaleźć na stronach *The Mozart Effect Resource Center* ([www.mozarteffect.com](http://www.mozarteffect.com)). W Polsce ośrodki terapeutyczne, które stosują muzykoterapię, włączają metody odnoszące się do „efektu Mozarta”; np. Centrum Edukacji, Diagnostyki i Terapii w Warszawie stosuje metodę m.in. u dzieci z zespołami ADD lub ADHD. Z inicjatywy Centrum opublikowano pracę, która jest rezultatem kilkunastoletnich doświadczeń wykonywanych w Zakładzie Psychologii Klinicznej Centrum Zdrowia Dziecka oraz Niepublicznych Poradniach Psychologiczno-Pedagogicznych (R. Borowiecka, *Uczę się z Mozartem*. CPE 2005).