

## Wpływ muzyki na organizm ludzki

Effect of music on human body

Numer DOI: 10.2478/v10109-010-0074-z

Anna Karolina Kalinowska, Wojciech Kułak

Klinika Rehabilitacji Dziecięcej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku  
Clinic of Child Rehabilitation, University Clinical Hospital in Białystok

### Streszczenie:

Poniższy artykuł poświęcony jest zagadnieniom oddziaływania muzyki na ludzki organizm. Celem pracy jest przytoczenie przykładów badań z lat 2000-2010, które wskazują na jej leczniczy wpływ na stan fizyczny i emocjonalny człowieka. Przedstawiono prace poruszające wpływ muzyki w zespole Retta, padaczce, plastyczności mózgu, krążeniu mózgowym, zaburzeniach zachowania i śnie. Ponadto naukowcy wskazują, które obszary mózgowia ulegają aktywacji podczas słuchania muzyki, a także opisują zachowanie się czynności bioelektrycznej mózgu w trakcie ekspozycji na bodziec dźwiękowy.

**Słowa kluczowe:** muzyka, mózg, emocje, czynność bioelektryczna mózgu.

### Abstract:

This article presents the effect of music on human body and contains a review of papers from the last decade, which have confirmed therapeutic effect of music on the physical and emotional condition of patients. The papers cited in the review describe the impact of music in the therapy of Retts syndrome, epilepsy, brain malleability, cerebral circulation, behavioural and sleep disorders. Moreover, scientist indicate, which areas of brain become activated when listening to music and describe bioelectrical behaviour of brain during exposure to sonic stimulus.

**Key words:** music, brain, emotions, bioelectrical activity of the brain.

Muzyka i jej wpływ na człowieka jako zagadnienia medyczne i psychologiczne były przedmiotem licznych badań i obserwacji już od dawna. Wiele podań i dokumentów potwierdza zainteresowanie tym tematem. Mieszkańcy starożytnego Egiptu, Asyrii i Babilonu postrzegali muzykę jako siłę nadprzyrodzoną czczonych przez nich bóstw [1]. Równocześnie w tym czasie, tj. 2-3 tys. lat p.n.e. zaobserwowano, że muzyka może pełnić rolę kształtującą ludzkie zachowania i postawy. Już wtedy dokonano się podziału muzyki na dobrą i złą. Wiele starożytnych ludów, m.in.: Chińczycy, Hindusi, plemiona Judei, a także Grecy i Rzymianie posługiwali się muzyką jako narzędziem medycznym [1, 2]. W średniowieczu pojawiło się tanecznictwo: w nieopohamowanym tańcu całe grupy ludzi wędrowały od wioski do wioski przy wórze piszczałek i bębnów tańcząc i radując się [1]. W wieku siedemnastym francuski badacz Roger obserwował wpływ muzyki na zaburzenia psychiczne swoich podopiecznych [1]. Wykazał on, że muzyka działa uspokajająco w przypadkach nagłych wzburzeń, np. w stanach histerycznych. Kolejny siedemnastowieczny badacz – niemiecki teolog i jezuita, medyk i teoretyk muzyki Athanasius Kircher – wyróżnił dwa rodzaje muzyki: *humana* i *mundana* [1]. Badacz ten stworzył również dwie odmiany kuracji muzycznej i jasno określił wskazania i przeciwwskazania do niej. Według Kirchera muzyka jest pomocna w leczeniu takich jednostek chorobowych, jak: podagra, stany podgorączkowe, amputacje kończyn

Music and its effect on the human body as medical and psychological issues have been subject to study and observation since the ancient times. Inhabitants of the ancient Egypt, Assyria or Babylon perceived music as a supernatural power of the deities they worshiped [1]. Ancient people also observed around that time (3000-2000 BC) that music may also shape human attitudes and behaviours. They began dividing music as good or bad. Many ancient cultures, such as the Chinese, Hindu, Judeic tribes, Greeks or Romans used music as a medical tool [1, 2]. In medieval times, people performed ecstatic dancing – groups of people wandered from place to place dancing and merrying to the music of fifes and drums [1]. In the 17<sup>th</sup> century, French scientist Roger observed the influence of music on his patients with mental disorders [1]. He showed that music has a calming effect on people in states of high agitation (histerical states). Another scientist of the 17<sup>th</sup> century Athanasius Kircher – German Jesuit, theologian, medic and theorist of music – distinguished to types of music: *humana* and *mundana* [1]. He also created to types of musical treatment and clearly defined indications and contraindications for using them. According to Kircher, music is useful in treatment of the following conditions: gout, subfebrile states, limb amputations and heart attacks. In the 19<sup>th</sup> century scientists such as Retard, Cornig, Quartant and Vescelius used music for therapy of aphasia and amusia that often accompanies the former, in

i udary serca. W XIX wieku uczeni tej miary, jak: Retard, Comring, Quartant i Vescelius wykorzystywali muzykę w leczeniu afazji i często towarzyszącej jej amuzji, w stanach gorączkowych w celu regulowania czynności oddechu i tętna, łagodzenia objawów po narkozie oraz objawów nerwicy w zastosowaniu muzyki podczas snu [1]. Dzięki pracom wymienionych uczonych można zaobserwować zmiany kierunku zainteresowań badaczy wpływem muzyki nie tylko na stan psychiczny pacjentów, lecz również na reakcje wegetatywne, m.in.: na krążenie i ciśnienie tętnicze krwi, czynność serca, oddychanie i pracę mięśni. Jak widać nasi przodkowie wyciągnęli wiele wniosków dotyczących muzyki i jej wpływu na organizm ludzki, na jego psychikę i niektóre narządy oraz układy. Są to jednak wnioski oparte na obserwacjach, niekiedy domysłach czy fantastycznych i magicznych poglądach [1, 2]. Nie miały one możliwości sprawdzenia praktycznego, aż do XX wieku, który to wiek przyjął muzykoterapię w poczet metod medycznych w oparciu o badania naukowe z zakresu psychiatrii, psychologii, filozofii i fizjologii [1, 2].

Muzyka wpływa na cały organizm ludzki, obejmując swym działaniem aspekt fizyczny i psychologiczny. Zanim jednak ujawni swoje terapeutyczne działanie musi wprawdzie zostać rozpoznana przez mózg. Jak zatem się to dzieje? Istnieje kilka teorii wyjaśniających ten mechanizm: teoria miejsca i teoria częstotliwości. Teoria miejsca wyjaśnia, od czego zależy percepcja wysokości dźwięku. Uważa się, że rozmaicie zlokalizowane ruchy membrany odpowiadają różnym częstotliwościom dźwięku. Tętno o wysokiej częstotliwości wywołują najsilniejszy ruch w obrębie podstawy ślimaka, czyli tam, gdzie znajdują się okienka owalne i okrągłe. Tętno niskie zaś wywołują najsłabsze drgania po przeciwnej stronie podstawy ślimaka. Reasumując, według teorii miejsca wysokość dźwięku jest rozpoznawana przez mózg w zależności od miejsca najsilniejszego drgania w błonie podstawnej struktury ślimaka wywołanej falą dźwiękową.

Teorią uznawaną niegdyś za przeciwną do teorii miejsca jest teoria częstotliwości, która określa „wysokość rozłożenia reakcji neuronalnych w czasie”. Zakłada ona, że neurony odpowiadają pobudzeniem tylko na odpowiednie częstotliwości dźwięków, z tego względu, że na częstotliwości dźwięków wysokich pobudzenie neuronów nie jest wystarczające. Jednakże i w tym przypadku nauka poradziła sobie dzięki zasadzie salwy, według której następuje jednoczesna aktywacja neuronów w odpowiedzi na wysokie częstotliwości dźwięków [3].

Wiek XX przyniósł nowe możliwości obrazowania pracy mózgu: funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI) oraz pozytonową tomografię emisyjną (PET) [3, 4].

Ocena wpływu muzyki na mózg i inne narządy oraz struktury ludzkiego organizmu nastrocza wiele problemów oraz trudności, stąd nie jest do końca poznana i wyjaśniona. Należy jednakże do zagadnień poruszanych już od dawna, zwłaszcza w aspekcie psychologii [4]. Badania oceny wpływu muzyki na funkcje mózgu i działanie pozostałych narządów oraz układów wykonywano na zwierzętach i ludziach. Doświadczenia przeprowadzane na szczurach przez japońskich naukowców: Suto i Akiyama wykazały, że pod wpływem muzyki Mozarta ciśnienie tętnicze krwi tych zwierząt ulega obniżeniu. Tłumaczono to działaniem neurotransmiterów, m.in.: dopaminy [5].

Inni japońscy uczeni Goto i wsp. przeprowadzili doświadczenie wśród pacjentów z zaburzeniami świadomości oceniając krążenie mózgowe [6]. Uzyskane efekty terapii analizowali dzięki wykorzystaniu spektroskopii podczerwieni mózgu, za pomocą której można było obserwować topografię mózgu. Wykorzystano cztery rodzaje muzyki, przy ćwiczeniach na trampolinie. W przypadku osób zdrowych stwierdzono, że muzyka uaktywnia głównie korę

subfebrile states for control of heart and breath rate, alleviation of postanaesthetic or neurotic symptoms by musical input during sleep [1]. Thanks to reports of the afore-mentioned scientists, we may observe a change in the interest of scholars regarding the effect of music not only on mental condition of patients, but also on vegetative reactions such as blood circulation and pressure, heart function, respiration and muscle function. As it can be seen, our ancestors have learned a lot regarding music and its influence on the human body, psyche and some of its organs and systems. However, their conclusions were based only on observations or speculations [1, 2]. There were no possibilities of verifying whether they were true or not up until the 20<sup>th</sup> time, when music therapy was acknowledged as a medical method on the basis of research in the fields of psychiatry, psychology, philosophy and physiology [1, 2].

Music influences the entire human body, having effect on physical and psychological condition of the human. However, before music manifests its therapeutic potential it has to be recognised by the brain. How does it happen? There are several theories that explain this mechanism: theory of place and theory of frequency. The theory of place defines factors that determine perception of the pitch of sounds. It is believed that variously localised membrane movements reflect different frequencies of sound. High frequency tones cause the strongest movements at the base of the labyrinth, where round and oval windows are located. On the contrary, low frequency tones produce vibrations at the opposite end of the labyrinth. In other words, according to the theory of place, recognition of the pitch of sound by the brain is related to the location of strongest vibrations in basement lamina of the labyrinth structure evoked by a sonic wave.

The theory of frequency, which used to be thought of as the opposite of the theory of place, defines the “rate of distribution of neuronal response in time”. It assumes that neurons respond with animation to certain sonic frequencies because the animation of neurons is not sufficient for high pitched sounds frequencies. However, science found a way to solve this case by means of a volley of sounds that evokes simultaneous activation of neurons in response to high sonic frequencies [3].

The 20<sup>th</sup> brought new possibilities of imaging brain activity such as MRI or PET [3, 4].

Evaluation of the effect of music on brain and other organs or structures of the human body creates many problems and difficulties, thus the criteria are still being defined and modified. However, this issue has been debated on for a long time, especially its psychological aspect [4]. The studies on the evaluation of the effect of music on brain activity and function of other organs or systems have been carried out on animals and people. Experiments on rats performed by Japanese scientists Suto and Akiyama showed that blood pressure of those animals decreased under the influence of Mozart music. It was explained as the action of neurotransmitters f.e. dopamine [5].

Other Japanese scientist Goto et al. assessed brain circulation in patients with consciousness disorders [6]. The effects of applied therapy were evaluated by means of IR brain spectroscopy, which allows observation of brain topography. Four kinds of music were used, while patients exercised on a trampoline. In the case of healthy patients, it was observed that music mainly activates brain cortex of the right hemisphere having little impact on the left hemisphere. Level of hemoglobin increased significantly in the right temporal lobe and fell in the left one. In the case of patients with consciousness disorders, brain activity is also dominant in the right hemisphere, yet it is connected with the activity of speech and sound memory areas during re-

mózgową prawej półkuli mózgowej, a w mniejszym stopniu lewej półkuli. Stężenie hemoglobiny wykazywało znaczny wzrost w prawym i spadek w lewym płacie skroniowym. W przypadku pacjentów z zaburzeniami świadomości aktywność mózgu także wyraża się w prawej półkuli, jednakże zaakcentowana jest i połączona z aktywnością obszarów mowy i pamięci dźwięku podczas słuchania muzyki. Mózgowy przepływ krwi w tych rejonach mózgu ulega zwiększeniu [6].

Udowodniono także, że muzyka wpływa na plastyczność mózgu. Poprzez słuchanie muzyki aktywowane są procesy regeneracyjne i naprawcze neuronów mózgu. W procesach biorą udział także hormony sterydowe, m.in.: kortyzol, testosteron, estrogen i niektóre proteiny, których zwiększone uwalnianie także zachodzi na drodze pobudzenia muzyką [7]. Fakt ten stwarza nowe możliwości w terapii, np. choroby Alzheimera i zaburzeń pamięci. Słuchanie muzyki, które zwiększa uwalnianie hormonów sterydowych, może być ciekawszą i bardziej akceptowaną przez pacjentów terapią aniżeli stosowanie tabletek i zastrzyków [7].

Inni japońscy naukowcy, Yasuhara i Sugiyama, prowadzili badania nad wykorzystaniem terapii muzyką wśród dzieci cierpiących na chorobę Rett'a [8]. Oceniali wpływ muzyki na umiejętności manualne i celowość ruchu, możliwości komunikacyjne oraz rozwój psychiczny i umysłowy dzieci. Terapia muzyką przeprowadzana była w formie 30 minutowych sesji raz w tygodniu. Zajęcia prowadzone były przez tego samego terapeutę i pianistę jednocześnie. Stwierdzono rozwój umiejętności słuchania, grania na instrumentach, śpiewania i wykonywania z powodzeniem zamierzonych czynności ruchowych, poprawę koordynacji oko-ręka i zachowań społecznych [8].

Z kolei uczeni Savarimuth i Bunnell rozpatrywali kwestie efektów terapii muzyką wśród pacjentów z problemami przyswajania wiedzy, którym także często towarzyszą zaburzenia zachowania, takie jak agresja i autoagresja [9].

Terapia muzyką jest bardzo skuteczna w zachowaniach destrukcyjnych. Powoduje lepsze opanowanie emocjonalne i fizyczne wśród agresywnych pacjentów. Badacze przypuszczają, że przez projektowanie skutecznych terapii redukuje się ich niewłaściwe zachowania, a te jednostki będą mieć lepszą szansę na zostanie ocenionymi pozytywnie w społeczeństwie [9]. Terapia muzyczna oparta jest na korzyściach, które mogą być bardzo przydatne w ułatwianiu i poprawianiu integracji społecznej. Tę terapię z powodzeniem można proponować ludziom z problemami z przyswajaniem wiedzy, by integrowali się ze środowiskiem, w którym mogą się rozwijać, rozszerzać umiejętności społeczne, poznawcze i fizyczne, przez co mogą poprawiać swoje życie. Pacjentom z problemami z przyswajaniem wiedzy towarzyszy często poczucie lęku i gniewu, dlatego terapia muzyką powinna być także skierowana na te obszary działań. Muzykę dobiera się indywidualnie w oparciu jednak o preferencje muzyczne pacjentów. Należy także pamiętać, że muzyka to bardzo potężne i mocne oręż, dlatego wybór i konstruowanie terapii muzycznych powinno być dokonywane bardzo rozsądnie [9].

Kolejne badanie, które podejmuje tematykę wpływu muzyki dotyczy zagadnienia padaczki wśród dzieci. Muzycznemu eksperymentowi poddano 58 dzieci (30 chłopców, 28 dziewczynek) z padaczką w wieku od 1 do 19 lat. Spośród tych pacjentów 40 z nich z normalnym poziomem inteligencji, 18 z obniżonym IQ. Chorzy mieli napady uogólnione toniczno-kloniczne oraz ogniskowe [10]. Do stymulacji muzycznej wykorzystano Sonatę Mozarta na fortepian KV.448 i jej cyfrową modulację na smyczki. Do oceny skuteczności terapii muzyką wykorzystano badanie EEG, które rejestrowało czynność bioelektryczną mózgu na 8 minut przed zastosowaniem muzyki, 8 minut podczas słuchania muzyki oraz po 8 minutach od zakoń-

czenia muzyki. Brain circulation in those regions of brain becomes increased [6].

It also has been proved that music has an effect on brain malleability. Listening to music activates regeneration processes of brain neurons. The following steroid hormones are a part of the regeneration process: cortisol, testosterone, estrogen and certain proteins, which are secreted in greater amounts after excitation with music [7]. This fact creates new possibilities in therapy of f.e. Alzheimer diseases or memory disorders. From a patient point of view, listening to music, which facilitates secretion of steroid hormones may be a more interesting and better accepted form of therapy than taking pills or injections [7].

Other Japanese researchers, Yasuhara and Sugiyama conducted studies over the use of musical therapy in children with Rett's syndrome [8]. They assessed the impact of music on manual skills and purposefulness of movements, communication capacity or psychic and mental development of the children. Musical therapy was performed in the form of 30 minute-long session once a week. Each session was managed by the same therapist and pianist at the same time. The following effects were observed: development of audition skills, playing and signing skills, successful execution of locomotor activities, improvement of eye-hand coordination and development of social behaviours [8].

Savarimuth and Bunnell studied the effects of musical therapy in patients with cognition problems, who often display behavioural disorders such as aggression and autoaggression [9].

Musical therapy is highly effective treatment of destructive behaviours. It facilitates better emotional and physical composure among aggressive patients. Researchers speculate that creating effective methods of therapy results in reduction of improper behaviour and those individuals have higher chances of getting better social approval [9]. Musical therapy is based on benefits, which may be very useful in facilitating and improving of social integration. This therapy may be successfully recommended for people with cognition problems, so that they can integrate better with the environment they live in, develop and expand their social, cognitive and physical skills and thus improve their lives. Patients with cognition problems often complain that they feel insecure and frustrated, therefore, the therapy with music should be directed at counteracting of those feelings. Music should be chosen on an individual basis in accord with patients' preferences. However, one should keep in mind that music is a powerful tool and thus its selection and structure of musical therapies should be approached with great care and sensibility [9].

Another study, which undertakes the issue of music concerns epilepsy in children. A musical experiment was conducted on 58 individuals with epilepsy aged 1 to 19 years (30 males and 28 females). Among those patients, 40 had normal IQ and 18 had lower IQ level. Patients suffered from clonic-tonic and focal seizures [10]. Mozart's piano sonata KV.448 and its digital modulation for strings were used for musical stimulation. Effectiveness of the therapy was evaluated by means of an EEG test, which registered bioelectrical activity of the brain for 8 minutes before audition, 8 minutes during audition and 8 minutes after audition. Noise level oscillated between 60 and 70 dB [10]. Changes of frequency of seizures were observed – symptoms were reduced from 24,06%±32,00% during audition to 18,30% ± 48,05% after exposure to music. A reduction of number of seizures was observed in majority of patients – 47 (81%). Greater improvement of EEG record was observed in patients suffering from clonic-tonic seizures. During exposure to music some of the patients



czeniu słuchania. Natężenie dźwięku wynosiło 60-70 dB [10]. Zaobserwowano zmiany w częstości występowania zmian napadowych, które zostały zredukowane z  $24,06\% \pm 32,00\%$  podczas słuchania muzyki i  $18,30\% \pm 48,05\%$  po ekspozycji muzycznej. Większość pacjentów – 47 (81%) demonstrowała zmniejszenie częstości zmian napadowych. Większą poprawę zapisu EEG zaobserwowano u pacjentów z napadami uogólnionymi. Podczas ekspozycji muzycznej niektórzy pacjenci wykazywali normalny obraz EEG, taki jak w sytuacji braku zaburzeń padaczkowych. W obrazie EEG nie zaobserwowano istotnych zmian między stanem czuwania a snu [10]. Najlepsze efekty stwierdzono u pacjentów ze zmianami napadowymi w płatach czołowych i występującymi o charakterze uogólnionym. Uczni sugerują, że prawdopodobnie w celu zmniejszenia zmian napadowych należy posłużyć się utworami muzycznymi o podstawowych tonach i prostszej harmonii w przypadku niektórych pacjentów [10].

Przywołując opracowania dotyczące zachowania się mózgu podczas ekspozycji muzycznych warto przytoczyć prace autorów z Niemiec, w których wskazane zostały struktury mózgowia, które ulegają 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 [11].

Podobnie naukowcy ze Szwajcarii i Kanady, którzy podzieli muzykę na przyjemną i nieprzyjemną, wskazali, które struktury mózgu są przez nie pobudzane. Według tych badaczy muzyka przyjemna uaktywnia wiele ośrodków korowych, układ limbiczny i paralimbiczne struktury. Aktywność rejonów obszarów mózgowia można zaobserwować w lewej oczno-czołowej korze, przedniej i grzbietowej obręczy, obszarze ciała modzełowatego i jądrze półleżącym, a także w obu okolicach słuchowych. Muzyka nieprzyjemna natomiast powodowała aktywację mózgu w obu tylnych skroniowo-potylicznych okolicach i mózdzku. Wyniki te zaobserwowali za pomocą badania fMRI [12, 13].

Z kolei posługując się badaniem EEG Wu i wsp., stwierdzili zmiany, jakie następują w trakcie słuchania muzyki w czasie różnych faz snu REM („rapid-eye movement” – faza szybkich ruchów gałek ocznych), NREM („nonrapid eye movement” – faza, w której nie występują szybkie ruchy gałek ocznych) i SWS („slow wave sleep” – sen wolnofalowy) [14]. Muzycznemu eksperymentowi poddano 35 studentów (20 mężczyzn i 15 kobiet) w przedziale wiekowym od 21 do 28 lat, którzy słuchali różnych fragmentów muzyki podczas snu. Wykorzystano model Thayera w celu oszacowania muzycznych emocji, który opisuje emocje w dwóch wymiarach: walencji i pobudzeniu. Walencja określa muzykę jako przyjemną lub nieprzyjemną, natomiast pobudzenie odnosi się do aktywności muzyki, która przekłada się na aktywność lub pasywność emocji. Dwie wyżej wymienione struktury muzyczne i niektóre składowe muzyki, takie jak: wysokość dźwięku, rytm, tonalność, głośność odgrywają ważną rolę w ekspresji emocji. Na przykład, szybkie tempo („dense rhythm cadence”) z reguły reprezentuje wysoki poziom pobudzenia, natomiast wolne tempo („sparse rhythm cadence”) indukuje niski poziom emocji [14]. W EEG zarejestrowano różnice w częstotliwości i amplitudzie fal mózgowych między fazami NREM a REM i SWS. Różne fragmenty muzyki w poszczególnych fazach snu wykazują różnice w zależności od ich muzycznej struktury. W fazie REM występowały znaczne wysokości dźwięków i szybkie tempo, stąd wniosek, że te warianty znamionują wysokie stany pobudzenia mózgu. W fazie SWS odnotowano niskie wysokości dźwięków i prosty rytm. To z kolei wskazuje na zmniejszenie stanów pobudzenia mózgu [14]. Ocena muzycznych emocji, oparta na teście Thayera wykazała, że

showed normal EEG image. No significant changes were observed in EEG image between being awake and sleep [10]. Best effects were observed in patients with paroxysmal changes of frontal lobes and generalized paroxysmal changes. Researchers suggest that in order to reduce paroxysmal changes one should most probably use musical pieces of basic composition and harmonics for certain cases [10].

Quoting reports regarding brain activity during exposure to music, it is worth to mention studies of German researchers, who marked the structures of the encephalon, which become activated due to exposure to music and emotions it carries. It was observed that the hippocampus, hippocampal gyrus, temporal regions, insular lobes, abdominal striate body and cingulate gyrus are highly sensitive to music [11].

The researchers from Switzerland and Canada, who divided music to pleasant and unpleasant and indicated, which structures of brain are stimulated. According to those researchers, pleasant music activates many cortical centers, hippocampus and paralimbic structures. The activity of brain areas may be observed in the left frontal-ocular cortex, frontal and dorsal cingulate, corpus callosum and nucleus accumbens, and in both auditory regions. Unpleasant music caused activation of brain in both posterior temporo-occipital regions and cerebellum. Those changes were observed by means of fMRI [12, 13].

Using EEG, Wu et al. observed changes, which take place during exposure to music in various phases of sleep – REM (rapid-eye-movement), NREM (non-rapid-eye-movement) and SWS (slow wave sleep) [14]. A musical experiment was conducted on 35 students (20 males, 15 females) aged 21 to 28 years, who listened to various fragments of music during sleep. Thayer's model was used to assess musical emotions. This model describes emotions in two dimensions: valence and agitation. Valence defines music as pleasant or unpleasant, while agitation refers to the activity of music, which is translated to activity or passiveness of emotions. Two afore-mentioned musical structures and some elements of music such as pitch of sound, rhythm, tonality or loudness play an important role in the expression of emotions. For instance, a dense rhythm cadence most often represents high level of agitation, while a sparse rhythm cadence induces low level of emotions [14]. Significant differences in frequency and amplitude of brain waves were observed between NREM, REM and SWS phases. Various fragments of music show differences depending on their musical structure in different phases of sleep. High pitched sounds, quick pace in the REM phase gave a conclusion that those variants indicate high states of brain activity. Low pitched sounds and simple rhythm were recorded in SWS phase, which indicates decreased brain activity [14]. Evaluation of musical emotions based on Thayer's model showed that the states of agitation in the REM and SWS phases differed significantly ( $p < 0.01$ ). Findings show that music in the REM phase causes higher agitation than in the SWS phase, which indicates that musical stimuli are more effective in the REM phase. Conclusion: states of agitation in the REM phase are higher than those in the SWS phase in all of the participants of the experiment, but they had different scores in the test [14].

Summing up, apart from the multidimensional influence of music on the brain and other organs and structures of the human body we need to mention the role of music in promotion of health. It may be discussed with regard to both healthy and ill people. Promotion of health has developed rapidly in recent times and has been accepted by the health industry. It uses various methods and techniques, which may successfully be introduced in everyday living in order

stany pobudzenia w fazie REM i SWS różniły się istotnie ( $P < 0,01$ ) Z badania wynika, że muzyka w fazie REM wykazuje wyższe stany pobudzenia niż w fazie SWS, co wskazuje na to, że muzyka w fazie REM wykazuje większą aktywność. Wniosek: stany pobudzenia fazy REM są wyższe niż fazy SWS u wszystkich uczestników, przy tym punkty uzyskane przez nich z testu są różne [14].

Reasumując wieloaspektowy wpływ muzyki na mózg i inne narządy oraz struktury organizmu, warto jeszcze wspomnieć o roli muzyki w promocji zdrowia. Można o niej mówić zarówno w odniesieniu do ludzi zdrowych, jak i chorych. Promocja zdrowia w ostatnim czasie bardzo szybko się rozwinęła i została zaakceptowana przez „przemysł” zdrowotny. Wykorzystuje ona różnego rodzaju metody i techniki, które mogą być z powodzeniem wdrażane w codzienne ludzkie życie w celu zredukowania stresu i ułatwienie osiągnięcia relaksu. Jednym z narzędzi spełniającym oba te cele jest właśnie muzyka. W 1987 roku Harvey opisał relacje muzyki, mózgu i medycyny jako całość biomedycznej terapii [15]. Muzyka może działać pozytywnie na układ nerwowy i hormonalny, a także wpływać na zdrowie organizmu przez aktywowanie procesów immunologicznych i regeneracyjnych. W procesie wyciszania emocji i redukcji stresu oraz osiągania poziomu relaksacji bierze udział układ limbiczny, który „współpracując” z siecią neuronalną, decyduje o postrzeganiu emocji oraz udzieleniu odpowiedzi psychologicznej na nie. Układ limbiczny wpływa także na nasze motywacje, aby wydobyć maksymalne rezerwy naszego organizmu [15].

## Wnioski

1. Muzyka wpływa na stan fizyczny człowieka, czyli na mózg, układy i struktury biologiczne oraz funkcje wegetatywne, a także na stan psychiczny, czyli kształtowanie osobowości, zachowań, i rozwijanie percepcji.
2. Przytoczone przykłady badań potwierdzają pozytywny aspekt działania muzyki na niektóre choroby i zaburzenia.
3. W zakresie oddziaływania dźwięku na organizm ludzki jest jeszcze wiele do odkrycia, lecz przy dzisiejszym tempie rozwoju badań medycznych i naukowych zapewne w niedługim czasie terapia muzyką wejdzie do kanonu podstawowych procedur medycznych.

## Piśmiennictwo References

- [1] Natanson T. *Wstęp do nauki o muzykoterapii*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk, 1978, 15-24.
- [2] Lecourt E. *Muzykoterapia, czyli jak wykorzystywać siłę dźwięków*. Videograf II Sp. z o.o., Chorzów 2008, 13-20.
- [3] Zimbardo P. G. *Psychologia i życie*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999, 80-81, 252-253.
- [4] Levitin D. J. i wsp. *Current advances in the cognitive neuroscience of music*. Ann. N. Y. Acad. Sci., 2009, 1156, 211-231.
- [5] Sutoo D. i wsp. *Music improves dopaminergic neurotransmission: demonstration based on effect of music on blood pressure regulation*. Brain Res., 2004, 1016, 255-262.
- [6] Goto Y. i wsp. *Cerebral circulation of consciousness disorder patient using near-infrared spectroscopic topography during brain rehabilitation by music exercise therapy*. International Congress Series, 2002, 1232, 549-554.
- [7] Fukui H. i wsp. *Music facilitate the neurogenesis, regeneration and repair of neurons*. Med. Hypotheses., 2008, 71, 765-769.
- [8] Yasuhara A. i wsp. *Music therapy for children with Rett syndrome*. Brain & Dev., 23, S82-S84.
- [9] Savarimuthu D. i wsp. *The effects of music on clients with learning disabilities: a lecture review*. Complement Ther. Nurs. Midwifery., 2002, 8, 160-165.
- [10] Lin L. C. i wsp. *Mozart K.448 and epileptiform discharges: Effect of ratio of lower to higher harmonics*. Epilepsy Research, 2010, 89, 238-245.
- [11] Koelsch S. *Investigating emotion with music*. Ann. N.Y. Acad. Sci., 2005, 1060, 412-418.
- [12] Maeder P. i wsp. *Neuroanatomical correlate of emotional response to pleasant and unpleasant music: a human fMRI study*. NeuroImage, 2001, 13, 5, S442.
- [13] Blood A. J. i wsp. *fMRI study examining neural correlates of chills in response to subject-select music*. NeuroImage, 2000, 11, 5, S238.

to reduce stress and facilitate achieving relaxation. Music is one of the tools for fulfilling both of those goals. In 1987, Harvey defined relations of music, brain and medicine as biomedical therapy [15]. Music may act in a positive way on the nervous and hormonal system, and influence the health of the body by activation of immunological and regenerative processes. The limbic system plays a major role in the process of calming of emotions and reducing stress. It “cooperates” with the neuronal network and determines perception of emotions as well as provides psychological response to them. The limbic system also has influence on our motivations, so that we can release the maximum potential of our body [15].

## Conclusions

1. Music has influence on the physical condition of the human, on the brain, system and biological structures as well as on the psychic condition i.e. shaping of personality, behaviour and development of perception.
2. Presented studies confirm the positive aspect of music's influence on certain diseases and disorders.
3. There is a lot to be discovered in the field of sonic impact on the human body, however with current pace of developments in medicine and science, it may be expected that music therapy will become a part of standard medical procedures.

- [14] Wu D. i wsp. *Music Composition from the brain signal: representing the mental state of music*. Comput Intell Neurosci., 2010, 267671.
- [15] Kroun R. E. *Music listening of facilitate relaxation and promote wellness: Integrated aspects of our neuro-physiological responses to music*. Arts in Psychotherapy., 2007, 34, 134-141.

**Adres do korespondencji:**  
**Address for correspondence:**

Anna Karolina Kalinowska  
Klinika Rehabilitacji Dziecięcej  
Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego  
w Białymstoku  
ul. Waszyngtona 17  
15-274 Białystok  
e-mail: kalinowska\_anna84@wp.pl

**Wpłynęło/Submitted: XII 2010**  
**Zatwierdzono/Accepted: XII 2010**