

Wpływ muzyki na częstość rytmu serca oraz ciśnienie tętnicze — przegląd literatury

Impact of music on heart rate and blood pressure — literature review

Anna Słomiak¹,
Norbert Wąsik²,
Maciej Cymerys¹

¹Klinika Chorób Wewnętrznych i Nadciśnienia Tętniczego, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

²Klinika Neurochirurgii i Neurotraumatologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

STRESZCZENIE

Wpływ muzyki na zdrowie człowieka pozostaje niedoceniony. Parametry układu sercowo-naczyniowego, takie jak częstość rytmu serca (HR) oraz ciśnienie tętnicze (BP), ze względu na znaczenie kliniczne i łatwość pomiaru, są często śledzone w badaniach z zakresu muzykoterapii. Muzyka za pośrednictwem wywoływanych emocji wtórnie wpływa na czynność autonomicznego układu nerwowego, która manifestowana jest przez zmiany wartości BP i HR. U zdrowych osób obserwuje się wzrost HR i BP wprost proporcjonalny do tempa odsłuchiwanego utworu. Część publikacji wskazuje również, że HR i BP istotnie wzrastają podczas odsłuchu pobudzającego utworu jak i utworu, który podoba się słuchaczowi. Korzystny wpływ muzyki na tolerancję wysiłku (obniżenie HR i BP) obserwowano zarówno u osób zdrowych, jak i chorujących. Dostępne publikacje w czterech sytuacjach klinicznych tj. w okresie przedoperacyjnym, podczas wentylacji mechanicznej, u pacjentów z chorobą wieńcową oraz u pacjentów z chorobą nowotworową, wykazały istotne obniżenie HR i/lub BP pod wpływem muzyki. Głośny bodziec dźwiękowy aktywuje reakcję obrony/ucieczki. Tak zwana prostota zastosowania muzykoterapii, bezpieczeństwo interwencji, niskie koszty oraz nieinwazyjność są jej zaletami. Trwałość pozytywnych efektów muzykoterapii wymaga potwierdzenia w przyszłych, starannie zaprojektowanych i zrealizowanych badaniach. (*Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2018, tom 9, nr 3, 119–125)

Słowa kluczowe: muzykoterapia, muzyka, ciśnienie tętnicze, układ sercowo-naczyniowy, fizjologia

ABSTRACT

Impact of music on people's health remains underestimated. Cardiovascular parameters such as heart rate (HR) and blood pressure (BP) due to their significance and simplicity of measurement are frequently followed in musicotherapy studies. Music by inducing emotions and moods in listener alternates the function of the autonomic nervous system. As a result alterations of BP and HR are observed. In healthy population HR and BP rises proportionally to tempo of listened song. Part of available studies indicates also that BP and HR are rising significantly, when an individual is listening to arousing or preferable song. Beneficial impact of music on physical performance i.e. lowering of BP and HR was observed in both healthy and diseased subjects. Available studies on musicotherapy focused on four clinical scenarios i.e. perioperative period,

Adres do korespondencji:

Anna Słomiak
Klinika Chorób Wewnętrznych
i Nadciśnienia Tętniczego
UM im. Karola Marcinkowskiego
ul. Szamarzewskiego 84, 60–101 Poznań
tel. 61 854 93 77
e-mail: anna.słomiak@gmail.com

Copyright © 2017 Via Medica
ISSN 2081–2450

▶▶ Najczęstszą hipotezą przytaczaną w publikacjach jest działanie muzyki za pośrednictwem emocji ◀◀

mechanical ventilation period, coronary disease and cancer disease. In all of them decrease of HR and/or BP was observed due to music. Loud sound stimulus is able to activate fight-or-flight response. Facility of application, safety of use and low cost are advantages of the musicotherapy. Duration of positive impact of musicotherapy needs to be further investigated in well designed and thoroughly conducted studies.

(*Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2018, tom 9, nr 3, 119–125)

Key words: musicotherapy, music, blood pressure, cardiovascular system, physiology

WSTĘP

Zarówno medycyna, jak i muzyka, są sztuką. Znaczenie tej pierwszej w kształtowaniu stanu zdrowia człowieka jest niepodważalne, tymczasem wpływ muzyki pozostaje niedoceniony. Wyniki dostępnych badań dotyczących wpływu muzyki na organizm człowieka wykazują korzystne działanie przez redukcję odczuwanego lęku i bólu [1]. Ze względu na znaczenie kliniczne oraz łatwość pomiaru, parametry układu sercowo-naczyniowego, takie jak częstość rytmu serca (HR, *heart rate*) oraz ciśnienie tętnicze (BP, *blood pressure*) — w tym ciśnienie skurczowe (SBP, *systolic blood pressure*) i rozkurczowe (DBP, *diastolic blood pressure*) — są często monitorowane w badaniach nad muzykoterapią. Korzystną konsekwencją takiego stanu rzeczy jest duża liczba dostępnych badań do interpretacji i porównania. Powstały jednak liczne publikacje o niskiej jakości oraz (w konsekwencji) wykluczających się wynikach. Autorzy podejmują się przedstawić ogólny zarys wiedzy o wpływie muzyki i dźwięku na parametry układu sercowo-naczyniowego na podstawie aktualnie dostępnej literatury.

MECHANIZM, W JAKIM MUZYKA WPŁYWA NA PARAMETRY SERCOWO-NACZYNIOWE

Najczęstszą hipotezą przytaczaną w publikacjach jest działanie muzyki za pośrednictwem emocji. Muzyka i dźwięki odbierane przez część słuchową układu nerwowego są analizowane przez ośrodki w korze

mózgowej. Wyniki badań funkcjonalnych ośrodkowego układu nerwowego wykazały zmianę aktywności podwzgórza, jądra migdałowego, kory wyspy oraz kory czołowo-oczdolowej podczas słuchania muzyki. Wymienione ośrodki są bezpośrednio powiązane z odczuwaniem emocji oraz wtórnie wpływają na czynność autonomicznego układu nerwowego (co również wiadomo na podstawie badań funkcjonalnych) [2]. Pobudzenie części przywspółczulnej układu autonomicznego przez włókna postsynaptyczne wydzielające acetylocholiny wpływa na węzeł zatokowy układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca, dając efekt chrono-, dromo- i batmotropowy ujemny. Z kolejną część współczulną układu autonomicznego wydzielającą noradrenalinę z włókiem zazwojowch stymuluje receptory β w sercu i α w dużych naczyniach, w konsekwencji wpływając ino-, chrono-, dromo- i batmotropowo dodatnio na serce oraz powodując skurcz tętnic [3]. W dostępnych publikacjach zmiany wartości BP i HR są traktowane bezpośrednio jako odzwierciedlenie aktywności układu autonomicznego.

PROJEKT BADAŃ NAD WPŁYWEM MUZYKI NA PARAMETRY UKŁADU SERCOWO-NACZYNIOWEGO

Badania są zwykle prowadzone w jednej z dwóch grup: zdrowej populacji lub populacji pacjentów (z konkretnym schorzeniem lub poddawanych konkretnej procedurze medycznej). Uczestników badania dzieli się na równe grupy, z których część poddana

jest interwencji (grupa badana), a część pozostaje bez ingerencji (grupa kontrolna). Przez interwencję należy rozumieć odsłuch muzyki lub dźwięków (najczęściej przez słuchawki). Muzykę dobiera się według preferencji badanego (utwór, który jest zgodny lub nie z osobistymi preferencjami badanego) lub przez prowadzącego badanie (np. utwory radosne/smutne, o szybkim/wolnym tempie, różniące się gatunkiem). Różna jest także długość interwencji, czyli czas odtwarzania muzyki/dźwięku. Pomiar parametrów sercowo-naczyniowych odbywa się w trakcie (pomiar ciągle lub w interwałach czasowych) lub po odsłuchaniu muzyki czy dźwięków. Nie bez znaczenia jest także natężenie dźwięku, które powyżej pewnej wartości powoduje zmiany parametrów układu sercowo-naczyniowego (więcej poniżej). W polskojęzycznej literaturze dostępny jest szczegółowy projekt badania z zakresu muzykoterapii autorstwa Cylkowskiej-Nowak i wsp. [4].

WPLYW MUZYKI NA PARAMETRY UKŁADU SERCOWO-NACZYNIOWEGO W ZDROWEJ POPULACJI

Obserwacją, która najczęściej powtarza się w dostępnych badaniach, jest istotny wzrost HR podczas odsłuchu utworów, które słuchacz klasyfikuje jako przyjemne lub badacz klasyfikuje jako pobudzające, w porównaniu z HR rejestrowanym podczas odsłuchu utworów neutralnych (zarówno w ocenie badacza, jak i słuchacza) [5, 6]. Częstość rytmu serca rejestrowana podczas ciszy jest istotnie niższa niż HR podczas słuchania przyjemnego lub pobudzającego utworu [7]. Wpływ spokojnej/relaksacyjnej muzyki na HR słuchacza bywa trudny do jednoznacznego określenia ze względu na mnogość wykluczających się wyników badań. Opisano zarówno wzrost HR [8, 9], jak i spadek HR [10, 11], porównując spokojną muzykę do ciszy. Co ciekawe, można również znaleźć publikacje, w których

nie wykazano istotnego wpływu muzyki na parametry układu sercowo-naczyniowego [12, 13]. Utwory różniące się tempem (liczbą jednostek metrycznych na minutę) wywołują wzrost HR, SBP i DBP wprost proporcjonalny do ich tempa [10, 14]. Częstość rytmu serca słuchacza nie zmienia się jednak wraz ze zmianą tempa odtwarzania tego samego utworu (90 kontra 120 jednostek metrycznych na minutę) [7]. Sprzeczności występują również w ocenie wpływu na HR preferencji słuchacza co do utworu (jak bardzo podoba się słuchaczowi). Z jednej strony zaobserwowano, że preferowana muzyka, szczególnie powodująca dreszcze i gęsią skórę powoduje istotny wzrost HR [5, 15]. Z drugiej — Iwanaga i Krabs [7, 16] opisali, że w przeciwieństwie do rodzaju utworu (relaksujący/pobudzający), nasza preferencja co do utworu nie ma wpływu na wartość parametrów układu sercowo-naczyniowego. Co ciekawe, odtwarzanie bodźca dźwiękowego w postaci samego rytmu jest wystarczające do wywołania istotnego wzrostu HR i BP w porównaniu z ciszą [7]. Przeprowadzono również wiele badań nad wpływem konkretnego gatunku muzyki na parametry sercowo-naczyniowe. Wiadomo, że tradycyjna muzyka indyjska wpływa relaksująco na odbiorcę i prowadzi do istotnego obniżenia HR, SBP i DBP mierzonych po 22-minutowej sesji [17]. Natomiast europejska muzyka klasyczna w zależności od utworu może wywoływać pobudzenie lub uspokojenie. Szczególnie wyraźnie manifestowany jest spadek HR przy spokojnym utworze, który pogłębia się wraz z kolejnym jego odsłuchaniem [18].

MUZYKA A WYSIŁEK FIZYCZNY

Słuchanie muzyki dobranej według preferencji badanego podczas wysiłku submaksymalnego na bieżni zmniejsza istotnie HR (różnica średnich 7 uderzeń na min) i SBP (różnica średnich 6,4 mm Hg) [19]. Wyniki badań Savitha i wsp. [20] wykazały, że

►► Częstość rytmu serca rejestrowana podczas ciszy jest istotnie niższa niż HR podczas słuchania przyjemnego lub pobudzającego utworu ◀◀

▶▶ Słuchanie muzyki istotnie wydłuża dystans tolerowany przez pacjentów z chromaniem przestankowym — szczególnie, jeśli zwiększy się tempo odtwarzania utworu oraz spotęguje rytmiczność utworu przez wzmocnienie basów ◀◀

▶▶ Wyniki badań wykazały, że zarówno HR, jak i BP korelują z natężeniem hałasu w miejscu pracy ◀◀

zarówno wersja instrumentalna, jak i z wokalem mają korzystny wpływ na tolerancję wysiłku [20]. Muzyka okazała się również pomocna w rehabilitacji pacjentów. Słuchanie muzyki istotnie wydłuża dystans tolerowany przez pacjentów z chromaniem przestankowym — szczególnie, jeśli zwiększy się tempo odtwarzania utworu oraz spotęguje rytmiczność utworu przez wzmocnienie basów [21]. Podobny rodzaj modyfikacji utworów odsłuchiwanym podczas wysiłku fizycznego zwiększył ponad dwukrotnie (w porównaniu z brakiem muzyki) ogólną ilość czasu spędzanego na aktywności fizycznej przez pacjentów wymagających rehabilitacji kardiologicznej [22].

KLINICZNE ZASTOSOWANIE MUZYKI

Doświadczenia Krabsa i wsp. [7] dowodzą, że reakcja układu autonomicznego na muzykę u pacjentów z chorobą Leśniowskiego-Crohna nie różni się od reakcji zdrowej populacji. W ogólnym przeglądzie literatury dotyczącym wpływu muzykoterapii na parametry układu sercowo-naczyniowego chorych wykazano istotne obniżenie HR, SBP i DBP [23]. Biblioteka Cochrane przygotowała szczegółowe przeglądy systematyczne na temat wpływu muzyki na m.in. parametry układu sercowo-naczyniowego w czterech sytuacjach klinicznych: w okresie przedoperacyjnym, podczas wentylacji mechanicznej, u pacjentów z chorobą wieńcową, oraz u pacjentów z chorobą nowotworową. W grupie pacjentów oczekujących na operację słuchanie muzyki skutkowało istotnym spadkiem DBP i HR, przy niezmiennym SBP [24]. W grupie pacjentów wentylowanych mechanicznie wykazano istotnie obniżenie SBP, przy niezmiennym DBP i MABP oraz sprzecznych wynikach dotyczących wpływu muzyki na HR [25]. W grupie pacjentów z chorobą wieńcową muzyka spowodowała istotny spadek HR i SBP [26]. Po zastosowaniu muzykoterapii w grupie pacjentów z cho-

robą nowotworową zaobserwowano istotny spadek HR i BP [27]. W przeciwieństwie do pozostałych grup, w aż 13 z 30 analizowanych badań przeprowadzonych wśród pacjentów z chorobą nowotworową muzykoterapia aktywnie angażowała jego uczestników. W leczeniu nadciśnienia tętniczego, oprócz gotowych utworów, dźwięk wykorzystywany jest także do regulacji pracy układu autonomicznego przez pogłębienie i wydłużanie oddechów. Tę metodę wykorzystuje komercyjnie dostępne urządzenie „RESPeRATE”, które monitoruje oddech użytkownika i zwrótnie generuje dźwięki w fazie wdechu i wydechu celem ich wydłużenia [28]. Wyniki dwóch przeglądów systematycznych na temat muzykoterapii w leczeniu nadciśnienia tętniczego wykazały istotny efekt terapeutyczny lub też trend w jego stronę [29, 30]. Korzystny (obniżający HR i/lub BP) wpływ muzyki wykazano także u pacjentów dializowanych [31], ciężarnych ze preeklampsją [32], po operacjach kardiochirurgicznych [33], przed zabiegiem angiografii [34] oraz podczas rehabilitacji po udarze [35].

SZKODLIWOŚĆ DŹWIĘKU

Wpływ natężenia dźwięku na parametry sercowo-naczyniowe opisuje między innymi odruch przestrawu (*startle reflex*). W odpowiedzi na głośny bodziec dźwiękowy aktywowana jest reakcja obrony/ucieczki, którą mediuje między innymi część współczulna układu autonomicznego. Seria nagłych, krótkich (1 sek.) dźwięków w postaci białego szumu o natężeniu od 50 do 110 dB prowadzi do wzrostu HR [36]. Po kilkukrotnej stymulacji obserwowana jest habituacja na ten typ bodźca [36, 37]. Wyniki badań wykazały, że zarówno HR, jak i BP korelują z natężeniem hałasu w miejscu pracy [38]. Fogari i wsp. [39] wykazali, że ten niekorzystny efekt na BP utrzymuje się tylko w czasie trwania szkodliwego bodźca. Niestety, wzrost HR okazał się trwały i obser-

wowano go także po jego ustaniu [39]. Wymienione obserwacje znajdują potwierdzenie w badaniu Tessier-Sherman i wsp. [40], którzy nie znaleźli związku między ekspozycją na hałas w pracy a częstością występowania nadciśnienia tętniczego. Wykazano, że używanie środków ochrony słuchu podczas narażenia na hałas prowadzi do istotnego spadku SBP i DBP [41].

OGRANICZENIA DOSTĘPNYCH BADAŃ I NOWE KIERUNKI

W analizie bezpieczeństwa i nieinwazyjności muzykoterapii zaskakuje mała liczba pacjentów biorących udział w badaniach. Dostępne badania nie są przeprowadzane metodą ślepej próby i wykazują niejednorodność metodologiczną, oraz często brakuje w ich opisie informacji o natężeniu dźwięku oraz dokładnej charakterystyki utworów (gatunek, tempo, zabarwienie emocjonalne [wesoly/smutny]) oraz preferencji odsłuchującego (utwór się podoba/nie podoba). Interpretację dostępnych badań utrudnia mnogość pojęć opisujących rodzaj utworów zastosowanych w badaniu. Wyrażenia takie jak „soft”, „relaxing”, „sedative”, „pleasant”, „pleasurable” często pozostawiają wątpliwość, czy chodzi o spokojną muzykę relaksacyjną (rodzaj utworu w ocenie badacza lub badanego) czy o preferencje wobec utworu (jak podobał się słuchaczowi). W zdecydowanej większości badań skupiono się na efekcie muzykoterapii w czasie jej zastosowania lub krótko po interwencji. Tylko nieliczne badania oceniają trwałość efektu muzykoterapii, co ma dużo istotniejsze znaczenie kliniczne. Przyszłe badania poza polepszeniem ich jakości powinny być skierowane na wyjaśnienie sprzeczności obecnych w piśmiennictwie oraz ocenę długoterminowego efektu stosowania muzykoterapii.

PODSUMOWANIE

Muzyka ma niewątpliwy wpływ na parametry układu sercowo-naczyniowego, zarówno

wśród zdrowej populacji, jak i cierpiących z powodu chorób. Prostota zastosowania muzykoterapii, bezpieczeństwo interwencji, niskie koszty oraz nieinwazyjność, są jej istotnymi zaletami. Trwałość pozytywnych efektów muzykoterapii wymaga potwierdzenia w przyszłych, starannie zaprojektowanych i zrealizowanych badaniach.

PIŚMIENNICTWO:

1. Nilsson U. The anxiety- and pain-reducing effects of music interventions: a systematic review. *AORN J.* 2008; 87(4): 780–807, doi: [10.1016/j.aorn.2007.09.013](https://doi.org/10.1016/j.aorn.2007.09.013), indexed in Pubmed: [18395022](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18395022/).
2. Koelsch S. Brain correlates of music-evoked emotions. *Nat Rev Neurosci.* 2014; 15(3): 170–180, doi: [10.1038/nrn3666](https://doi.org/10.1038/nrn3666), indexed in Pubmed: [24552785](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24552785/).
3. Pawlak-Buś K. Zmienność rytmu zatokowego — interpretacja patofizjologiczna i metodologia pomiarów. *Folia Cardiol.* 2003(6): 719–726.
4. Cylkowska-Nowak M, Strzelecki W. Terapeutyczny wpływ muzyki relaksacyjnej i preferowanej — propozycja modelu badawczego. *Pol Pismo Muzykoterapeutyczne.* 2017(4): 4–14.
5. Salimpoor VN, Benovoy M, Longo G, et al. The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. *PLoS One.* 2009; 4(10): e7487, doi: [10.1371/journal.pone.0007487](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007487), indexed in Pubmed: [19834599](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19834599/).
6. Balteş FR, Avram J, Miclea M, et al. Emotions induced by operatic music: psychophysiological effects of music, plot, and acting: a scientist's tribute to Maria Callas. *Brain Cogn.* 2011; 76(1): 146–157, doi: [10.1016/j.bandc.2011.01.012](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.01.012), indexed in Pubmed: [21477909](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21477909/).
7. Krabs RU, Enk R, Teich N, et al. Autonomic effects of music in health and Crohn's disease: the impact of isochronicity, emotional valence, and tempo. *PLoS One.* 2015; 10(5): e0126224, doi: [10.1371/journal.pone.0126224](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126224), indexed in Pubmed: [25955253](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25955253/).
8. Iwanaga M, Kobayashi A, Kawasaki C. Heart rate variability with repetitive exposure to music. *Biol Psychol.* 2005; 70(1): 61–66, doi: [10.1016/j.biopsycho.2004.11.015](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.11.015), indexed in Pubmed: [16038775](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16038775/).
9. Iwanaga M, Tsukamoto M. Effects of excitative and sedative music on subjective and physiological relaxation. *Percept Mot Skills.* 1997; 85(1): 287–296, doi: [10.2466/pms.1997.85.1.287](https://doi.org/10.2466/pms.1997.85.1.287), indexed in Pubmed: [9293589](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9293589/).
10. Bernardi L, Porta C, Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart.* 2006; 92(4): 445–452, doi: [10.1136/hrt.2005.064600](https://doi.org/10.1136/hrt.2005.064600), indexed in Pubmed: [16199412](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16199412/).
11. Kume S, Nishimura Y, Mizuno K, et al. Music Improves Subjective Feelings Leading to Cardiac Autonomic Nervous Modulation: A Pilot Study. *Frontiers in Neuroscience.* 2017; 11, doi: [10.3389/fnins.2017.00108](https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00108).

►► W analizie bezpieczeństwa i nieinwazyjności muzykoterapii zaskakuje mała liczba pacjentów biorących udział w badaniach ◀◀

12. Möckel M, Röcker L, Störk T, et al. Immediate physiological responses of healthy volunteers to different types of music: cardiovascular, hormonal and mental changes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1994; 68(6): 451–459, doi: [10.1007/bf00599512](https://doi.org/10.1007/bf00599512).
13. Oishi K, Kamimura M, Nigorikawa T, et al. Individual differences in physiological responses and type A behavior pattern. *Appl Human Sci*. 1999; 18(3): 101–108, indexed in Pubmed: [10462841](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10462841/).
14. Bernardi L, Porta C, Casucci G, et al. Dynamic interactions between musical, cardiovascular, and cerebral rhythms in humans. *Circulation*. 2009; 119(25): 3171–3180, indexed in Pubmed: [19569263](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19569263/).
15. Benedek M, Kaernbach C. Physiological correlates and emotional specificity of human piloerection. *Biol Psychol*. 2011; 86(3): 320–329, doi: [10.1016/j.biopsycho.2010.12.012](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.12.012), indexed in Pubmed: [21276827](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21276827/).
16. Subjective and Physiological Responses to Music Stimuli Controlled Over Activity and Preference. *J Music Ther*. 1999; 36(1): 26–38, indexed in Pubmed: [10519843](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10519843/).
17. Sirtunga S, Wijewardena K, Ekanayaka R, et al. Effect of music on blood pressure, pulse rate and respiratory rate of asymptomatic individuals: A randomized controlled trial. *Health*. 2013; 05(04): 59–64, doi: [10.4236/health.2013.54a008](https://doi.org/10.4236/health.2013.54a008).
18. Iwanaga M, Ikeda M, Iwaki T. The Effects of Repetitive Exposure to Music on Subjective and Physiological Responses. *Journal of Music Therapy*. 1996; 33(3): 219–230, doi: [10.1093/jmt/33.3.219](https://doi.org/10.1093/jmt/33.3.219).
19. Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med*. 1998; 19(1): 32–37, doi: [10.1055/s-2007-971876](https://doi.org/10.1055/s-2007-971876), indexed in Pubmed: [9506797](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9506797/).
20. Cooper J, Nguyen D, Schoeller D. Maximal Sustained Levels of Energy Expenditure in Humans During Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011; 43(Suppl 1): 269, doi: [10.1249/01.mss.0000400739.99892.79](https://doi.org/10.1249/01.mss.0000400739.99892.79).
21. Bronas U. Rhythmic auditory music stimulation enhances walking distance in patients with claudication. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2017.
22. Alter DA, O'Sullivan M, Oh PI, et al. Synchronized personalized music audio-playlists to improve adherence to physical activity among patients participating in a structured exercise program: a proof-of-principle feasibility study. *Sports Med Open*. 2015; 1(1): 23, doi: [10.1186/s40798-015-0017-9](https://doi.org/10.1186/s40798-015-0017-9), indexed in Pubmed: [26284164](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26284164/).
23. Loomba R, Arora R, Shah P, et al. Effects of music on systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and heart rate: a meta-analysis. *Indian Heart Journal*. 2012; 64(3): 309–313, doi: [10.1016/s0019-4832\(12\)60094-7](https://doi.org/10.1016/s0019-4832(12)60094-7).
24. Bradt J, Dileo C, Shim M. Music interventions for preoperative anxiety. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013(6): CD006908, doi: [10.1002/14651858.CD006908.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006908.pub2), indexed in Pubmed: [23740695](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23740695/).
25. Bradt J, Dileo C. Music interventions for mechanically ventilated patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014(12): CD006902, doi: [10.1002/14651858.CD006902.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006902.pub3), indexed in Pubmed: [25490233](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25490233/).
26. Bradt J, Dileo C, Potvin N. Music for stress and anxiety reduction in coronary heart disease patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013(12): CD006577, doi: [10.1002/14651858.CD006577.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006577.pub3), indexed in Pubmed: [24374731](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24374731/).
27. Bradt J, Dileo C, Grocke D, et al. Music interventions for improving psychological and physical outcomes in cancer patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011(8): CD006911, doi: [10.1002/14651858.CD006911.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006911.pub2), indexed in Pubmed: [21833957](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21833957/).
28. Czarnecka D, Styczkiewicz K. Nowe możliwości niefarmakologicznego leczenia nadciśnienia tętniczego. *Nadciśnienie Tętnicze*. 2007; 11(1): 71–73.
29. Kühlmann AYR, Etnel JRG, Roos-Hesslink JW, et al. Systematic review and meta-analysis of music interventions in hypertension treatment: a quest for answers. *BMC Cardiovasc Disord*. 2016; 16: 69, doi: [10.1186/s12872-016-0244-0](https://doi.org/10.1186/s12872-016-0244-0), indexed in Pubmed: [27095510](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27095510/).
30. do Amaral MA, Neto MG, de Queiroz JG, et al. Effect of music therapy on blood pressure of individuals with hypertension: A systematic review and Meta-analysis. *Int J Cardiol*. 2016; 214: 461–464, doi: [10.1016/j.ijcard.2016.03.197](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.03.197), indexed in Pubmed: [27096963](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27096963/).
31. Varghese J, Joshi M. Effect of music therapy on blood pressure and anxiety in haemodialysis. *Res J Med Sci*. 2015; 3(11): 1–8.
32. Toker E, Kömürçü N. Effect of Turkish classical music on prenatal anxiety and satisfaction: A randomized controlled trial in pregnant women with pre-eclampsia. *Complement Ther Med*. 2017; 30: 1–9, doi: [10.1016/j.ctim.2016.11.005](https://doi.org/10.1016/j.ctim.2016.11.005), indexed in Pubmed: [28137517](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28137517/).
33. Trappe H. Music and medicine: The effects of music on the human being. *Appl Cardiopulm Pathophysiol*. 2012; 16(2): 133–142.
34. Buffum MD, Sasso C, Sands LP, et al. A music intervention to reduce anxiety before vascular angiography procedures. *J Vasc Nurs*. 2006; 24(3): 68–73; quiz 74, doi: [10.1016/j.jvn.2006.04.001](https://doi.org/10.1016/j.jvn.2006.04.001), indexed in Pubmed: [16952777](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16952777/).
35. Tadych A, Pospiech W, Sielski Ł. Wpływ muzykoterapii receptywnej na ciśnienie tętnicze krwi podczas zabiegów masażu leczniczego u pacjentów po przebytym udarze mózgu. *J Educ Heal Sport*. 2016; 6(10): 263–278.
36. Turpin G, Siddle DA. Cardiac and forearm plethysmographic responses to high intensity auditory stimulation. *Biol Psychol*. 1978; 6(4): 257–281, indexed in Pubmed: [568493](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/568493/).
37. Chen KH, Aksan N, Anderson SW, et al. Habituation of parasympathetic-mediated heart rate responses to recurring acoustic startle. *Front Psychol*. 2014; 5: 1288, doi: [10.3389/fpsyg.2014.01288](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01288), indexed in Pubmed: [25477830](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25477830/).
38. Lusk SL, Gillespie B, Hagerty BM, et al. Acute effects of noise on blood pressure and heart rate. *Arch Environ Health*. 2004; 59(8): 392–399, doi: [10.3200/AEOH.59.8.392-399](https://doi.org/10.3200/AEOH.59.8.392-399), indexed in Pubmed: [16268115](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16268115/).
39. Fogari R, Zoppi A, Corradi L, et al. Transient but not sustained blood pressure increments by occupational

- noise. An ambulatory blood pressure measurement study. *Journal of Hypertension*. 2001; 19(6): 1021–1027, doi: [10.1097/00004872-200106000-00005](https://doi.org/10.1097/00004872-200106000-00005).
40. Tessier-Sherman B, Galusha D, Cantley LF, et al. Occupational noise exposure and risk of hypertension in an industrial workforce. *Am J Ind Med*. 2017; 60(12): 1031–1038, doi: [10.1002/ajim.22775](https://doi.org/10.1002/ajim.22775), indexed in Pubmed: [28940215](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28940215/).
41. Lusk SL, Hagerty BM, Gillespie B, et al. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. *Arch Environ Health*. 2002; 57(4): 273–281, doi: [10.1080/00039890209601410](https://doi.org/10.1080/00039890209601410), indexed in Pubmed: [12530593](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12530593/).