

Możliwość zastosowania muzyki i wibracji w celu poprawy koordynacyjnych zdolności motorycznych dzieci z uszkodzonym słuchem. Raport z badań wstępnych

Possibilities of application of music and vibrations for improving motor coordination abilities in children with impaired hearing – pilot experiment report

Numer DOI: 10.2478/v10109-011-0009-3

Joanna Borowiec

Zakład Metodyki Wychowania Fizycznego AWF w Poznaniu
Department of Physical Education Methodology, Eugeniusz Piasecki Physical Education Academy in Poznań

Streszczenie:

Celem pracy jest ukazanie możliwości zastosowania muzyki ze wzmocnionymi wysokimi tonami i wibracji umożliwiających tzw. słyszenie kostne w procesie stymulacji rozwoju poziomu koordynacyjnych zdolności motorycznych dzieci z uszkodzonym słuchem. Przetawione wyniki uzyskano w trakcie badań pilotażowych. W eksperymencie brało udział 25 dzieci z uszkodzonym słuchem w wieku od 10 do 13 roku życia. Badani zostali losowo przyporządkowani do grup eksperymentalnej (E) i kontrolnej (K). Grupa kontrolna uczestniczyła w zajęciach tanecznych przy muzyce korzystając z używanych na co dzień aparatów słuchowych. W zajęciach grupy eksperymentalnej zastosowano aparaturę The Audiva High Pitch Training System. Są to słuchawki z nadajnikiem wibracyjnym, którego drgania umożliwiają „słyszenie kostne” osobom niesłyszącym. Wykorzystana w eksperymencie aparatura wzmacniała wysokie tony w muzyce, które przeważnie nie są słyszalne dla osób z uszkodzonym słuchem. Ćwiczenia odbywały się raz w tygodniu w Poznańskim Ośrodku Szkolno-Wychowawczym dla Dzieci Niesłyszących. Pomiar poziomu koordynacyjnych zdolności motorycznych przeprowadzono dwukrotnie – przed rozpoczęciem cyklu zajęć tanecznych i po ich zakończeniu. Poziom badanych zdolności oceniano za pomocą testu Test Koordynacji Kipharda i Schilinga (KTK). Dla oceny zmian w poziomie koordynacyjnych zdolności motorycznych dzieci biorących udział w eksperymencie zastosowano Test U Manna-Whitney’a oraz Test Wilcoxon’a. Analiza uzyskanych danych wskazuje, że w obu grupach nastąpiła poprawa wyników w testach końcowych w stosunku do początkowych w próbach „Balansowanie do tyłu” oraz „Obracanie na boki”. Dzieci z grupy eksperymentalnej uzyskały nieznacznie lepsze rezultaty w testach końcowych w porównaniu do grupy kontrolnej. Zastosowanie ćwiczeń z muzyką, w której jednocześnie wzmocniono wysokie tony oraz wibracje, wykazało pozytywny wpływ na poziom zdolności koordynacyjnych dzieci niesłyszących. Ta pozytywna tendencja wymaga sprawdzenia na większych grupach badawczych dobranych celowo ze względu na etiologię i typ głuchoty.

Słowa kluczowe: głuchota, uszkodzenie słuchu, muzyka, wibracje, koordynacyjne zdolności motoryczne, ćwiczenia przy muzyce.

Abstract:

Showing the possibility of physical exercises performed to the music with enhanced high frequencies and vibration devices enabling “bone hearing”, in the process of stimulating development at the level of coordination abilities of children with hearing disability. This paper is report of a pilot study. Twenty five children with hearing impairment aged 10 to 13 years participated in the experiment. The subjects were randomly assigned to experimental (E) and control (C) group. The control group attended traditional dancing classes using their every day hearing aids. Audiva High Pitch Training System was used in the classes of Group E. The system consists of headphones connected with a vibration transmitter, which enables the subject to experience “bone hearing”. The device used in the experiment strengthens high frequency tones in music, most of which are not audible to people with hearing disability. Classes were held once a week in Poznan Educational Centre for Deaf Children. The evaluation of the coordination abilities’ level was conducted twice - before and after the dancing classes. The level of coordination was assessed using the Kiphard Schilling Test of Coordination (KSTC). Mann-Whitney’s U Test and Wilcoxon’s Test were used to assess changes in coordination capacity. Preliminary analysis of research data indicates that both groups improved performance in final examinations as compared to the initial ones. Individuals in the experimental group achieved slightly better results in the final tests in comparison to the control group. The use of exercises performed to the music with enhanced high pitch tones and the vibrations showed a positive impact on the level of coordination abilities of the deaf. This positive trend needs to be checked on a larger research population, selected deliberately in terms of etiology and type of hearing disability.

Key words: deaf, hearing impaired, music, vibrations, motor skills coordination, exercises to the music.

Funkcjonalne konsekwencje uszkodzeń słuchu i głuchoty

Uszkodzenie analizatora słuchowego u osób niesłyszących w wielu przypadkach wywołuje negatywne konsekwencje fizyczne, psychiczne, emocjonalne i społeczne. Stąd zagadnieniem dysfunkcji słuchu zajmują się zarówno nauki medyczne, jak pedagogiczne i psychologiczne. Brak lub znaczne ograniczenie odbioru dźwięków zakłóca u dzieci niedosłyszących i głuchych proces gromadzenia informacji pochodzących ze środowiska zewnętrznego oraz utrudnia im nawiązywanie kontaktów interpersonalnych. Nieprawidłowe funkcjonowanie jednego ze zmysłów lub jego brak powodują zniekształcanie informacji płynących z otoczenia, co w konsekwencji może przyczynić się do zmian w zachowaniu psychoruchowym oraz zachwiania równowagi procesów psychicznych. Brak dostępu do szerokiego spektrum dźwięków i odgłosów występujących w codziennym życiu, a także edukacja oparta na wizualno-przestrzennym języku migowym powodują, że rozwój myślenia abstrakcyjnego u dzieci z rodzin głuchoniemych przebiega wolniej lub w niesprzyjających warunkach zostaje zahamowany. Do zaburzeń, które najczęściej współwystępują z głuchotą, należą Syndrom Deficytu Uwagi (ADS) oraz problemy z koncentracją uwagi [1]. Brak odpowiednich działań rewalidacyjnych wśród dzieci niesłyszących hamuje ich rozwój fizyczny, a także rozwój w obszarze takich zdolności poznawczych, jak: czytanie, pisanie, rozumienie werbalnych i pisemnych informacji, myślenie wyobrażeniowe [2, 4, 5]. Wymienione ograniczenia powodują, że osoby z uszkodzonym słuchem charakteryzują się często nieadekwatnym obrazem świata i samego siebie, a także niską samooceną i skłonnościami do depresji. W związku z powyższym osoba niesłysząca często czuje się społecznie wyizolowana, a spektrum jej emocjonalnych przeżyć zostaje ograniczone [3]. Powoływane instytucje oraz ośrodki szkolno-wychowawcze mają za zadanie umożliwić osobom niesłyszącym rehabilitację, edukację oraz stymulację rozwoju w trzech podstawowych obszarach: fizycznym, psychicznym i społecznym.

W wielu przypadkach wad i utraty słuchu występują zmiany w strukturze ucha zewnętrznego i środkowego oraz zmiany funkcjonalne systemu nerwowego [4]. Bezpośredni wpływ uszkodzeń kanałów półkolistych na centralny system nerwowy skutkuje zaburzeniami równowagi i szybkości ruchów. Jak wykazały badania Zwierzchowskiej [5], dzieci z uszkodzonym słuchem mają trudności z wykonaniem zadań sprawdzających poziom koordynacyjnych zdolności motorycznych, takich jak: równowaga, szybkość reakcji, czucie kinestetyczne, dostosowanie ruchów. W konsekwencji uszkodzeń zmysłu słuchu doświadczenia ruchowe dzieci niesłyszących są często ograniczone. Wielu badaczy słabszą równowagę osób głuchych przypisuje mechanizmowi uszkodzenia aparatu przedsionkowego [4, 6]. Zdaniem Gawlik i Zwierzchowskiej [4] nieprawidłowości strukturalne narządu słuchu prowadzą do dalszych konsekwencji w postaci niewykorzystywania przez osoby niesłyszące w pełni mocy mięśni oraz układu krążeniowo-oddechowego, a także potencjału wydolnościowego podczas aktywności ruchowej. Autorki wykazały, że dzieci niesłyszące są opóźnione ruchowo o około dwóch lat w stosunku do rówieśników. Inni badacze, jak Kosel i Froböse [7], oszacowali, że rozwój motoryczny dzieci z uszkodzonym słuchem w wieku 9-11 lat jest o 30% niższy od dzieci słyszących. Stwierdzili także, że niesłyszący osiągają gorsze wyniki w wykonywaniu niektórych czynności manualnych.

Badania przeprowadzone w Polsce wskazują na niższy poziom równowagi, gibkości, szybkości biegowej oraz zdolność reakcji szybkiej wśród dzieci z dysfunkcją narządu słuchu [5]. Słabszą równowagę osób niesłyszących wyjaśnia się związkiem zachodzącym pomiędzy uszkodzeniem struktur ślimakowych w uchu a uszkodzeniem struktur przed-

Functional consequences of hearing trauma and deafness

Damage of the hearing analyser in deaf persons often produces negative physical, psychological, emotional and social consequences. Therefore, the issue of hearing dysfunctions is within the scope of interest of medicine as well as pedagogy and psychology. A lack or severe limitation of the reception of sounds in children with disabled hearing or deaf disturbs the process of gathering information from the surrounding environment and makes it difficult for the to build interpersonal relations. Abnormal function of one of the senses or its absence results in distortion of information taken in from the surrounding environment, which, in turn, may lead to changes in psychomotor behaviour and cause unsteadiness of psychic/psychological processes. Lack of access to a broad spectrum of sounds and noises that occur in everyday life and the education based on visual-spatial sign language result in a slower development of abstract thinking in children with hearing disability or, in adverse conditions, may even cause a complete arrest of this process. Deafness is most often accompanied by disorders such as Attention Deficit Disorder (ADD) and attention focusing problems [1]. Lack of appropriate rehabilitation actions in children with hearing disability hampers the physical aspect of their development and impairs cognitive abilities such as reading, writing, comprehension of verbal and written information or notional/imaginary thinking [2, 4, 5]. The limitations listed above cause the persons with hearing disability to often have inadequate view of themselves and of the world surrounding them as well as a low self-esteem and disposition to depression. As a result, a deaf person often feels socially isolated and the spectrum of their emotional experiences is significantly restricted [3]. The existing institutions and educational centres for people with hearing disability deliver rehabilitation, education and stimulation in the three crucial aspects of development: physical, psychological and social.

In many cases, hearing defects or its loss lead to structural changes of the outer and middle ear and functional alterations of the nervous system [4]. The damages to the semicircular canals have direct impact on the nervous system and result in disturbances of balance and speed of movements. Zwierzchowska's research confirmed that children with hearing disability have difficulties with performing tasks that check the level of motor coordination abilities such as: maintaining balance, speed of reaction, proprioceptive sensation, adaptation of movements. Due to consequences of the hearing apparatus damage deaf children often have a limited scope of locomotor experiencing. Many researchers claim that balance problems in people with hearing disability are caused by the damage to auricular apparatus [4, 6]. According to Gawlik and Zwierzchowska [4], the structural anomalies of the hearing system have further consequences and cause restrictions in the use of full power of muscles and the circulatory and respiratory systems' capacity during physical effort. These two authors showed that the delay in physical development between the deaf children and their non-impaired peers is approximately 2 years. Other researchers, such as Kosel and Froböse [7], have estimated that the level of motor development of children with impaired hearing aged 9-11 years is approximately 30% lower than in their non-impaired peers. They have also observed that the children with hearing disability have more difficulties with performing of some manual activities.

Studies conducted in Poland indicate reduced balance, nimbleness, run speed and quickness of response/reaction in children with dysfunctions of hearing [5]. Worse balance ability in hearing-impaired is explained by a connection between the damages of cochleae structures inside the ear

sionkowych w błędniku, z kolei zaburzenia koordynacyjne wiąże się z zaburzoną lateralizacją i strukturalnymi nieprawidłowościami w układzie nerwowym [5]. Nie zaobserwowano, aby stopień ubytku słuchu (w decybelach) wpływał bezpośrednio na poziom kondycyjnych zdolności motorycznych badanej populacji. Podkreśla się, że pomiędzy etiologią i lokalizacją uszkodzenia słuchu a poziomem równowagi zachodzi korelacja [5]. W związku z powyższym można zakładać, że poza bezpośrednimi uszkodzeniami struktur mózgowych, związanych z wadą słuchu, niższy poziom niektórych zdolności motorycznych oraz opóźnienie rozwoju motorycznego wykazywane w badanych grupach osób niesłyszących wynikają raczej z innych zaburzeń, którym niedosłuch lub całkowita utrata słuchu tylko towarzyszą. Zaburzenia te mogą być wrodzone oraz nabyte w czasie chorób okołoporodowych lub przeżytych w dzieciństwie, mogą też mieć swoje źródło w zbyt późno podjętej rehabilitacji i nauce mowy [16]. Wszelkie różnice na korzyść osób słyszących uzyskiwane w badaniach porównawczych mogą mieć swoje przyczyny w warunkach socjalno-bytowych oraz metodach terapii i edukacji osób z uszkodzonym słuchem.

W związku z doniesieniami o znaczącej roli czynnika środowiska wychowawczego w stymulacji rozwoju morfofunkcjonalnego i motorycznego dzieci niesłyszących istotny staje się postulat zachęcania osób z dysfunkcjami słuchu do zwiększania poziomu aktywności ruchowej skierowanej na poprawę poziomu ich równowagi oraz motorycznych zdolności koordynacyjnych [4, 5]. Można przypuszczać, że zwiększony poziom aktywności ruchowej wpłynie pozytywnie na fizyczne funkcjonowanie osób dotkniętych uszkodzeniem słuchu oraz przyczyni się do poprawy jakości życia i aktywności społecznej głuchych. By zwiększyć atrakcyjność przeżyć związanych z podejmowaniem aktywności ruchowej, w zastosowanej terapii należy wykorzystywać zmysły kompensujące brak słuchu. Są to zmysły: wzroku, dotyku (proprioceptywny), zmysł kinestetyczny (czucie położenia własnego ciała) oraz westybularny (błędnikowy) [5].

Dzięki najnowszym odkryciom i wynikom badań [14, 18, 23, 28,] dostrzeżono możliwość wykorzystania w rehabilitacji osób niesłyszących zjawiska odbierania intensywnych wrażeń dźwiękowych (muzyka, rytm) poprzez odczuwanie wibracji.

Zastosowanie wibracji w terapii dzieci niesłyszących

Wywołane muzyką drgania docierają do świadomości osoby niesłyszącej przede wszystkim dzięki przewodnictwu kostnemu. Najbardziej wrażliwe części ciała odbierające wibracje, to okolice twarzy, czaszki i dłonie. Odczucia wibracji powstają, gdy wewnętrzne organy nerwowe w receptorach dotyku skóry na zakończeniu mieszków włosowych (ciałkach Meissnera) są pobudzane przez co najmniej 18 bodźców na sekundę [8]. Zdaniem Hoffmanna i Kottenhoffa [9] wibracje przenoszone są na podkorowe obszary mózgu, przez co stymulują wegetatywny system nerwowy. Skóra głowy i kość ciemieniowa odbierają drgania, które przekazywane są dalej przez czaszkę i ciało szkliste oczu, aż docierają do nerwu trójdzielnego, generując w nim potencjał czynnościowy [10]. W przeprowadzonych przez Caetano i Jousmäki [11] eksperymentach u osób, którym aplikowano wibracje o częstotliwości 200 Hz do opuszków palców prawej ręki, zarejestrowano pobudzenie somato-sensorycznej części kory mózgowej. Wywołane pobudzenie doprowadziło do zaktywowania audytywnej kory mózgowej w płacie skroniowym u uczestników badań. W literaturze znaleźć można również doniesienia na temat wprawiania w drgania płynu mózgowo-rdzeniowego w wyniku „przewodzenia wibracji przez kości” (tzw. słyszenia kostnego) [3], co prowadzi do przyspieszania procesów dyfuzji i osmozy w mózgu oraz polepszenia absorpcji tlenu przez krew [12, 13]. Przedstawione wyniki badań dowodzą, że aktywizujący wpływ

and the damages of the auricular structures of the labyrinth. The coordination disorders, on the other hand, are related to impaired lateralization and structural anomalies within the nervous system [5]. It was not observed that the hearing loss degree (in decibels) had any direct influence on motor abilities of the studied population. It is underlined that there is a correlation between the etiology and location of the hearing damage and balance ability [5]. Therefore, one may assume that besides direct brain damage related to the loss of hearing, lower level of some motor abilities and retardation of motor development in the examined population may rather be caused by other dysfunctions, which hypoacusia and deafness only accompany. Those dysfunctions may be inborn or acquired due to peri-natal or neonatal diseases or may result from insufficient rehabilitation and education of speech [16]. In the light of the above facts, any advantages of the non-impaired person obtained in comparative studies may result from social and living conditions of the impaired persons as well as from rehabilitation and education methods they were subjected to.

Referring to reports indicating the significance of the role the environment in stimulation of morphofunctional and motor development of deaf children, it becomes important to encourage persons with hearing dysfunctions to increase the physical activity directed at the improvement of their body balance and motor coordination abilities [4, 5]. One may suspect that the increased level of physical activity may have positive effect on physical functioning of people suffering from hearing dysfunctions and will cause improvement of the quality of life and social activity of the deaf people. In order to increase attractiveness of experiences related to physical activity, the therapy has to make use of other senses that compensate for the lack of hearing: vision, touch (proprioceptive), kinesthetic sense (feeling of one's body position) and vestibular sense (labyrinth) [5].

Thanks to the latest achievements and findings [14, 18, 23, 28], the researchers noticed the possibility of using the phenomenon of reception of intensive sonic stimuli (music, rhythm) through experiencing of vibrations in rehabilitation of persons with hearing disability.

Application of vibrations in therapy of children with hearing disability

Vibrations evoked by music reach the consciousness of a hearing-impaired person through bone hearing. The parts of the body most sensitive to vibrations are the face, skull and hands. The sensation of vibrations occurs when Meissner's corpuscles of the tactile receptors are stimulated at least 18 times per second [8]. According to Hoffmann and Kottenhoff [9], vibrations are transmitted on to subcortical areas of the brain and stimulate the vegetative nervous system. The skin on the head and the parietal bone receive vibrations that are further on conducted through/across the skull and the vitreous body to reach the trigeminal nerve where they generate a functional potential [10]. Caetano and Jousmäki [11] applied 200 Hz vibrations to finger tips of the right hand of their subjects and observed activation of somato-sensory area of the brain cortex. The produced stimulation lead to activation of the auditive brain cortex in the temporal lobe. There are other reports regarding impact of vibrations on the cerebrospinal fluid as a results of bone hearing (transmission of vibrations through bones) [3], which leads to acceleration of osmosis and diffusion inside the brain and improvement of oxygen absorption by the blood [12, 13]. Presented findings show that the activating effect of vibrations sensed by different parts of the body on the motor, auditory and somatosensory areas of the brain has found confirmation in numerous studies.

wibracji odczuwanych w poszczególnych częściach ciała na motoryczne, słuchowe i somatosensoryczne obszary mózgu znajduje coraz więcej naukowych potwierdzeń.

Powiązanie muzyki i wibracji z motoryką

Osoby niesłyszące i z uszkodzonym słuchem mogą doświadczać wibracji w wyniku celowego ich dozowania, a także dzięki muzyce. W muzyce wyróżnia się dwa komponenty: dźwiękowy (melodyka, harmonika, artykulacja, kolorystyka, dynamika) i rytmiczny (rytmika, agogika). Ponieważ dźwięk jest falą wywołującą drgania, to muzykę można odczuć poprzez wibracje percypowane w różnych częściach ciała [14]. Wyniki badań potwierdzają, że rytmiczne komponenty danej melodii są wyczuwalne również przez wibracje [16, 17]. Zdaniem Salomona [14] wibracje mogą dla osób niesłyszących reprezentować sztukę muzyczną. Levänen i wsp. [18] zaobserwowali, że wzmocnienie muzyki wibracjami aktywuje u ludzi głuchoniemych część kory mózgowej odpowiedzialnej za słyszenie. Dowiedzono również, że rytm muzyki działa na płynność mowy, ruch oraz motorykę [19]. Eksperyment przeprowadzony przez Hoekelmann i Blasera [20] wykazał, że uczniowie z uszkodzonym słuchem lepiej naśladowają wyuczone ruchy oraz poprawiają wyniki testów motorycznych, kiedy podczas ćwiczeń zastosuje się muzykę, w której wzmocniono wysokie tony i której wibracje odczuwalne są w poszczególnych częściach ciała. Zdaniem Mariauzoulsa [3], w przypadku osób niesłyszących, powyższe czynniki intensyfikują proces przyswajania podanego wzorca ruchowego.

Powiązanie muzyki z emocjami

W procesie terapii i nauczania – uczenia się osób niedosłyszących ważną rolę odgrywa także dźwiękowy komponent muzyki. Jest to komponent, który stanowi źródło wywoływanych u odbiorcy doświadczeń emocjonalnych. Wyniki badań dowodzą, że aspekt muzyki związany z linią melodyczną i barwą dźwięku wpływa na przeżycia emocjonalne, prozodię mowy oraz umiejętność komunikacji językowej u osób niedosłyszących [3]. W badaniach Mariauzoulsa [3] u osób słuchających muzyki zaobserwowano podwyższenie przemiany materii, przyspieszenie oddechu, pulsu i ciśnienia oraz zwiększone ukrwienie narządów wewnętrznych. Muzyka działała również rozluźniająco, wywoływała pozytywny stres, zmniejszała poziom strachu oraz wpływała na podwyższenie poziomu koncentracji uwagi u osób poddanych jej działaniu w czasie eksperymentu. Nieliczne doniesienia wskazują na oddziaływanie muzyki na emocje i procesy uczenia [17, 20, 22]. Wśród osób słuchających muzyki zaobserwowano również aktywację krtani, co sprzyjało efektywniejszej nauce mowy [19]. Podkreśla się także wpływ muzyki na myślenie, komunikację, cielesną ekspresję oraz aktywizowanie emocji [20]. Weinberger [17] zaobserwował wpływ muzyki na harmonizowanie wegetatywnych funkcji oraz aktywację tych samych centrów w mózgu, jak podczas jedzenia, stosunków płciowych oraz w trakcie stosowania środków odurzających.

Związek emocji z procesami motorycznymi człowieka

Wykorzystanie muzyki jako źródła pozytywnych przeżyć emocjonalnych w terapii i stymulacji rozwoju motorycznego osób z uszkodzonym słuchem wymaga wykazania związku, jaki zachodzi pomiędzy emocjami a aktywnością ruchową. Nieliczne publikacje na ten temat potwierdzają wpływ emocji na procesy motoryczne człowieka. Badania przeprowadzone przez Froböse'a i Scheida [21] wskazują, że zarówno ruch, jak i emocje mają wpływ na koordynacyjne uczenie się i nauczanie. Mariauzouls i wsp. [3] zakładają, że mające swoje centrum w systemie limbicznym emocje wpływają na procesy

Relation of music and vibrations with motor functions

People who are deaf or have a hearing disability may experience vibrations as a result of purposeful application or due to music reception. Music has two components: sonic (melodics, harmonics, articulation, colouring, dynamics) and rhythmic (rhythmics, agogics). Since sound is a wave inducing vibrations, then the music may be felt through vibrations received by various parts of the body [14]. Findings confirm that the rhythmic components of a given tune can be felt through vibrations [16, 17]. According to Salomon [14] vibrations may represent musical art to people with hearing disability. Levänen et al. [18] observed that enhancing of music with vibrations activates the auditory brain cortex in people with deaf-mute people. It has also been confirmed that the rhythm of music has impact on fluency of speech, motion and motorics [19]. The experiment conducted by Hoekelmann and Blaser [20] showed that hearing-impaired students get better motor tests results and improve imitation of studied movements when they exercise to the music with enhanced high-pitched sections, which generates vibrations that can be felt in various areas of the body. According to Mariauzouls [3], the above listed factors intensify the process of acquisition of a given motion pattern by the deaf people.

Relation of music and emotions

The sonic component of music has an important role in the process of therapy and education of people with hearing disability. This component is evokes emotional responses in the recipient of music. Findings show that the aspect of music related to melodic line and colour of sound has impact on emotional experiences, prosody of speech and linguistic communication skills in people with hearing impairment [3]. Mariauzouls [3] observed increased metabolism, breath, heart action, blood pressure rate and perfusion of internal organs in subjects listening to music. Music also has other positive effects: relaxes, produces positive stress, reduces level of anxiety and improves focusing of attention in persons, who listened to music during the experiment. Some reports indicate the effect of music on emotions and learning processes [17, 20, 22]. Activation of larynx was also observed in subjects listening to music, which facilitated learning of speech [19]. It is also emphasized that music can impact thinking, communication, corporal expression and elicitation of emotions [20]. Weinberger [17] observed influence of music on harmonizing of vegetative functions and activation of the areas of brain, which become activated during consumption of food, sexual intercourse and drug taking.

Relation of emotions with human motor processes

Use of music as a source of positive emotional experiences in therapy and stimulation of physical development of people with hearing dysfunction forces one to illustrate the correlation between emotions and physical activity. Scarce reports on that subject confirm the influence of emotions on the human motor processes. Studies of Froböse and Scheid [21] show that both motion and emotions have effect on coordinative learning and education. Mariauzouls et al. [3] assumed that the limbic system as a source of emotions impact the human motor processes.

motoryczne człowieka. Udowodniono, że emocje działają na szybkość ruchu oraz jego kierunek [22]. Można zatem przypuszczać, że wywołwane przez muzykę pozytywne emocje (subiektywnie odczuwane jako przyjemne) wytwarzają u dzieci ćwiczących odpowiednie nastawienie do realizowanego zadania ruchowego. Takie podejście ucznia w procesie nauczania – uczenia się powoduje u niego zdecydowanie wyższą ocenę własnych możliwości, a także zwiększa motywację i mobilizuje. Być może poszerzenie spektrum pozytywnych przeżyć związanych z aktywnością ruchową wpłynie pozytywnie na ilość i jakość opanowanych umiejętności, zapamiętanych treści nauczania i wartości zasymilowanych przez uczniów niesłyszących.

Niewielka liczba przeprowadzonych do tej pory badań, zarówno wśród osób słyszących, jak i niesłyszących, w których sprawdzano wpływ muzyki oraz wywołanych przez nią wibracji i emocji na proces motorycznego uczenia się nie dała jednoznacznych rozstrzygnięć. Jednakże wstępne doniesienia implikują potrzebę dalszych poszukiwań w tym zakresie, aby określić możliwość zastosowania wibracji w terapii i kompensacji dzieci z uszkodzonym słuchem.

Założenia i cel badań

Głównym celem pracy jest przedstawienie wyników eksperymentu pilotażowego diagnozującego wpływ programu zajęć rytmiczno-ruchowych przy muzyce z użyciem słuchawek wibracyjnych The Audiva High Pitch Training System na zmiany koordynacyjnych zdolności motorycznych dzieci niesłyszących i z uszkodzonym słuchem.

Materiał i metody badań

W eksperymencie wzięło udział 25 uczniów i uczennic w wieku 10-13 lat z klasy piątej i szóstej szkoły podstawowej w Ośrodku Szkolno-Wychowawczym dla Dzieci Niesłyszących w Poznaniu. Grupa eksperymentalna (E) składała się z losowo wybranych 14 osób (6 chłopców, 8 dziewcząt), które w czasie zajęć korzystały ze słuchawek wibracyjnych The Audiva High Pitch Training System. Grupę kontrolną (K) stanowiło 11 losowo wybranych uczniów (6 chłopców, 5 dziewcząt) korzystających w czasie zajęć wyłącznie z aparatów słuchowych używanych na co dzień.

Eksperyment został przeprowadzony od 01.10.2009 roku do 14.01.2010 roku w wymienionym Ośrodku. Zajęcia w ramach eksperymentu odbywały się raz w tygodniu w czasie lekcji wychowania fizycznego. Podczas dwóch pierwszych i dwóch ostatnich spotkań zostały przeprowadzone testy – test wstępny i podsumowujący, przy tym pozostałe dziesięć lekcji było przeznaczonych na zajęcia rytmiczno-ruchowe przy muzyce z zastosowaniem aparatury The Audiva High Pitch Training System. W czasie zajęć w sali gimnastycznej nie było innych uczniów oprócz tych, którzy w tym czasie mieli lekcję wychowania fizycznego w ramach eksperymentu. Zarówno testy, jak i program taneczny dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej zostały przeprowadzone w tej samej sali gimnastycznej o tym samym czasie i w tych samych dniach tygodnia.

Badani z grup eksperymentalnej i kontrolnej ćwiczyli równocześnie, w tym samym miejscu i z tym samym trenerem oraz tłumaczem języka migowego. Wspólny program dla obu grup gwarantował równoczesny brak ćwiczeń w obu grupach w przypadku przerwy świątecznej i dni, które mogłyby wpłynąć na wynik eksperymentu.

W celu statystycznego porównania wyników testu wstępnego i podsumowującego KTK wykorzystano test Wilcoxon'a, przyjęto poziom istotności $p < 0,05$. Dla porównania zmiennych w grupach eksperymentalnej i kontrolnej zastosowano test U Manna-Whitney'a. Analiza wyników (tab. 1) testu w pierwszym terminie (t_1) wykazała, że grupy E i K były jednorodne.

It was confirmed that emotions influence the speed and direction of motion [22]. One can, therefore, suspect that positive emotions evoked by the music (subjectively felt as pleasant) create a proper attitude for performing the given physical task in the exercising children. Such attitude of learners in the process of education results in significantly increased self-evaluation, boosts motivation and mobilizes for further effort. Perhaps, extension of the spectrum of positive experiences related to physical activity may be a reflection in the amount and quality of skills, knowledge retained in memory and assimilated values acquired by learners with hearing disability.

The insignificant number of studies conducted so far, which evaluated the effect of music and vibrations and emotions it generates on the process of acquisition of motion patterns in both impaired and non-impaired subjects, did not provide straightforward results. However, preliminary reports imply the necessity of further studies in this field, which shall allow the scholars to evaluate the possibility of using vibrations in the therapy and compensation of children with hearing disability.

Aims and assumptions

The major aim of this paper is to present the results of the pilot experiment examining the impact of dancing classes with the use of the Audiva High Pitch Training System on the changes in motor coordination abilities of children with impaired or complete loss of hearing.

Material and methods

In total, 25 male and female students with hearing impairment aged 10-13 years from Educational Center for Hearing-Impaired in Poznan took part in the experiment. Group E (experimental) consisted of 14 randomly chosen students (6 boys, 8 girls), who during the classes used the Audiva High Pitch Training System. Group C (control) consisted of 11 randomly chosen students (6 boys, 5 girls), who used standard hearing aids.

The experiment was conducted in the period from 01.10.2009 to 14.01.2010 in the afore-mentioned Center. The experiment classes took place once a week during PE classes. Tests were taken during the first two and last two sessions – initial and final. The remaining ten lessons consisted of rhythmic-physical exercising with the Audiva High Pitch Training System. During sessions at the gym, there were no other students inside apart from those taking part in the experiment. Both the tests and the dance program for the experimental and control group were conducted in the same gym, at the same time and on the same days of the week.

Subjects from the experimental and control groups exercised simultaneously, in the same place and with the same trainer and sign language translator. A common dance program for both groups guaranteed simultaneous breaks in exercising for Christmas holidays and other holidays, which could otherwise have impact on the outcome of the experiment.

The statistical analysis of the initial and final Kiphard Schilling Test of Coordination (KSTC) was conducted using Wilcoxon's Test with significance level of $p < 0.05$. Mann-Whitney's U Test was used to compare differences between variables in group E and C. Analysis of results of the initial test showed that in both groups the results were homogeneous.

Tabela 1. Zestawienie wyników grup E i K dla poszczególnych zadań testu wstępnego KTK

Table 1. Comparison of results of groups E and C for particular tasks in KSTC

Zadanie Task	Średnia (MQ) ± Standardowe odchylenie (σ) Mean (MQ) ± Standard deviation (σ)		Test U Manna-Whitneya Mann-Whitney U Test	Poziom Significance level
	E	C	Z	P
Balansowanie do tyłu Balancing backward	50,5 ± 9,1	50,1 ± 14,5	0,60	0,54
Przeskoki jednonóż Jump from leg to leg	66,7 ± 18,4	58,6 ± 11,6	1,31	0,18
Skoki obunóż w bok Jump sideways	48,1 ± 9,6	46,2 ± 11,1	0,49	0,62
Obracanie na boki Turning sideways	33,2 ± 3,6	31,1 ± 3,3	1,85	0,06
Wynik końcowy MQ Final result – Motor Quotient (MQ)	67,3 ± 8,9	64 ± 7,8	1,01	0,3

Aparatura zastosowana w eksperymencie – The Audiva High Pitch Training System firmy Audiva®

W celu wzmocnienia wibracji i wysokich tonów w muzyce w trakcie zajęć rytmiczno-tanecznych przeprowadzanych w ramach eksperymentu przy muzyce grupę eksperymentalną wyposażono w zmodyfikowaną wersję Audiva®-Hochtontrainer-Sets – trener wysokich tonów. Na środku paska łączącego słuchawki wmontowany był nadajnik wibracyjny (ryc. 1), który drgając w rytm nadawanej przez słuchawki muzyki, poruszał nerwy powierzchniowe skóry i tkankę pokrywającą czaszkę. Drgania poszerzały wrażenia słuchowe, a na poziomie wibracyjnym wzmacniały tzw. słyszenie kostne. The Audiva High Pitch Training System wzmacniał wysokie tony dźwięków. Słuchawki miały zakres częstotliwości od 1000 do 9000 drgań na sekundę. Był to zakres częstotliwości, w którym efekt słyszenia i stymulacja w mózgu u osób z uszkodzonym słuchem były optymalne.

Dzieci korzystające ze słuchawek zostały wyposażone w odbiorniki muzyki, które były noszone na pasku w torebce (ryc. 2). Takie rozwiązanie umożliwiało swobodne poruszanie się w pomieszczeniu i zapewniało synchronizację ruchu z muzyką wszystkim dzieciom używającym słuchawek. W celu uniknięcia ześlizgiwania i zsuwania się słuchawek podczas poruszania się, miały one zamocowaną gumę zapinaną na rzep pod brodą (ryc. 3). Głośność muzyki w każdej słuchawce oraz siła drgań wibratora mogły być oddzielnie regulowane na pasku odbiorcy. Muzyka emitowana była poprzez nagłaśniający sprzęt muzyczno-radiowy z nadajnikiem i odtwarzaczem CD (ryc. 4).

Zastosowane narzędzia pomiaru koordynacyjnych zdolności motorycznych

Poziom wybranych koordynacyjnych zdolności motorycznych uczniów niesłyszących i niedosłyszących przed rozpoczęciem eksperymentu i po jego zakończeniu zmierzono za pomocą Testu Fizycznej Koordynacji Kipharda i Schillinga – KTK Test [23]. Sporządzony w latach siedemdziesiątych test na koordynację ciała (KTK) był pierwotnie wykorzystywany do identyfikacji zaburzeń motorycznych wywołanych przez uszkodzenia mózgu u dzieci. Współcześnie test używany jest do pomiaru poziomu ogólnych sprawności koordynacyjnych oraz w celu rozpoznawania zaburzeń i niepełnosprawności ruchowej u dzieci

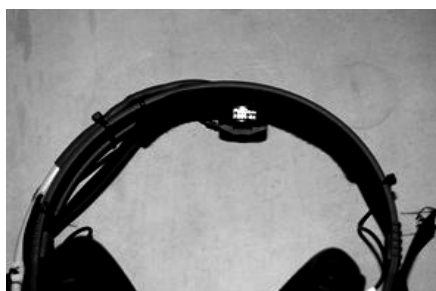
The Audiva high Pitch Training System® – device used in the experiment.

In order to enhance vibrations and high tones in music during dancing exercises, the experimental group was using a modified version of the Audiva®-Hochtontrainer-Sets. A vibration transmitter (Fig. 1) is located at the middle of the bow connecting the headphones. It vibrates to the rhythm of the music played on the set causing the skin surface nerves and the skin tissue of the skull to move. The vibrations extend the auditory sensations and enhance the so called “bone hearing”. The Audiva High Pitch Training system amplifies the high tones. The transmitter is capable of generating vibrations with frequency ranging from 1000 to 9000 Hz. It is the range of frequencies, within which hearing and brain stimulation of the hearing-impaired are optimal.

The children from the experimental group wore music receivers in a belt-pouch (Fig. 2). Such wireless solution allowed them to move freely around the gym and ensured motion-music synchronisation to all the kit wearers. The headphones were fastened to a wearers head using a chin strap (Fig. 3). The volume of each driver and the strength of vibrations can be set independently of one another. The music was broadcasted by a Hi-Fi set connected to a radio transmitter (Fig. 4).

Instruments for measuring motor coordination abilities

The level of selected motor coordination abilities of the hearing-impaired students before and after the experiment was measured using Kiphard Schilling Test of Coordination (KSTC) [23]. Designed in the 80's, KSTC was primarily used to identify motor disorders caused by brain damage in children. Nowadays it is used to measure the general coordination abilities and to diagnose disorders and motor disability in subjects aged 5-14 years. Results received from particular trials are converted using tables to MQ units (motor quotient). The standard MQ measurement error for KSTC is minimum 4.74 MQ units. A healthy child achieves 100 MQ units in KSTC, which is a normal result. Values



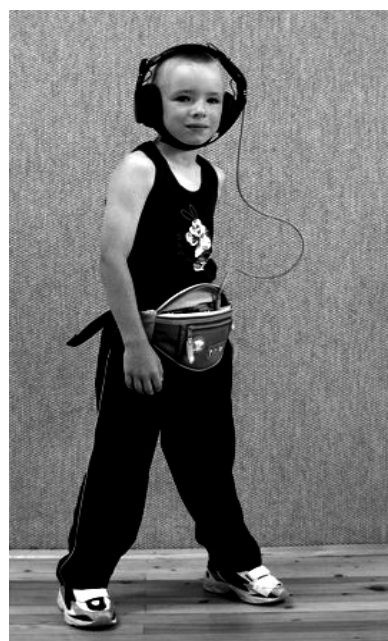
Ryc. 1. Nadajnik wibracyjny na listwie łączącej słuchawki [źródło: 10, s. 69]

Fig. 1. Vibration transmitter



Ryc. 2. Odbiornik z torebką na pasku [źródło: 10, s. 69]

Fig. 2 Receiver in a belt-pouch



Ryc. 3. Uczeń z kompletnym wyposażeniem [źródło: 10, s. 70]

Fig. 3. A student wearing the complete kit



Ryc. 4. Operator ze sprzętem muzyczno- radiowym [źródło: 10, s. 70]

Fig. 4. An operator with a radio transmitter

i młodzieży w wieku od 5 do 14 lat. Test KTK ma wysoką wiarygodność retestu. Różnice wieku i płci w przeciętnie osiągniętych wynikach są uwzględnione w normalizacji. Przez analizę czynników i porównanie równoległych testów została wykazana wysoka wiarygodność KTK jako narzędzia służącego testowaniu ogólnej koordynacji całego ciała dla chłopców i dziewczynek w wieku od 5 do 14 lat [23]. Wyniki uzyskane w poszczególnych próbach testu przelicza się za pomocą tabel na jednostkę MQ (motoryczny iloraz). Standardowy błąd pomiarowy KTK dla MQ – wartości wynosi minimalnie 4,74 MQ – punktów. Zdrowe dziecko osiąga średnio w testach wartość MQ równe 100. Uzyskanie wartości MQ powyżej 100 oznaczają podwyższoną sprawność ruchową. Natomiast wartości testów MQ poniżej 100 klasyfikowane są jako obniżona sprawność ruchowa, MQ mniejsze lub równe 85 oznacza nieprzystosowanie ruchowe, zaś wartości MQ mniejsze lub równe 70 charakteryzują osoby określane jako niepełnosprawne ruchowo [23]. Test Fizycznej Koordynacji Kipharda i Schillinga mierzy podstawowe zdolności koordynacyjne za pomocą 4 zadań:

1. Balansowanie do tyłu. W próbie dziecko ma za zadanie przejść tyłem kolejno po trzech drewnianych belkach o długości 3 m każda i szerokościach: 6 cm, 4,5 cm oraz 3 cm.

above 100 MQ indicate motor abilities higher than normal, whereas, results below 100 MQ are classified as lowered motor abilities. MQ lower or equal to 85 mean motor inadequacy and MQ values equal or below of 70 are characteristic for individuals with motor disability [23]. KSTC measures the general coordination abilities by means of four tasks:

1. Balancing backward. In this task, the subject has to walk backwards one after another on three lengths of timber each 3 meters long and 6 cm, 4.5 cm and 3 cm wide.
2. One-legged jumping over stacked sponge mats (measuring 50 x 20 x 5 cm). Each time the attempt is successful one mat is added to the stack raising it by 5 cm. After three fails at a particular height of the stack, the test is terminated and the last successful height is taken as the result.
3. Two-legged sideways jumping over a timber slat. This task is performed on a rectangular carpet piece with a timber slat (measuring 60 x 4 x 2 cm) glued at the middle. Task time is 15 seconds and the goal of the subject is to jump over from side to side of the slat as many times as possible.
4. Turning sideways. This task is performed with the use of two square wooden panels (measuring 25 x 25 x 2 cm). Panels are placed on the floor beside one another with a

- Przeskoki jednonóż przez gąbki. Dziecko przeskakuje na jednej kończynie dolnej przez stos sześciennych planszy gąbkowych (50 x 20 x 5 cm). Po udanej próbie wysokość stosu zostaje podniesiona o jedną planszę, czyli o 5 cm. Po trzech nieudanych próbach przeskoczenia na jednej kończynie dolnej stosu gąbek, przy danej wysokości, próba zostaje przerwana, a osiągnięta ostatnia wysokość określona jako wynik zadania.
- Skoki obunóż w bok przez drewnianą listewkę. Próba odbywa się na dywanie (100 x 60 cm), na którym na środku przyklejona jest drewniana listwa (60 x 4 x 2 cm). Zadanie polega na tym, że w ciągu 15 s dziecko skacze możliwie najszybciej przez drewnianą listwę raz w jedną, raz w drugą stronę.
- Przekładanie drewnianego kwadratu. W ćwiczeniu wykorzystuje się dwie drewniane listwy w kształcie kwadratu (25 x 25 x 2 cm). Sklejki są ułożone na podłodze w odstępach ok. 1/2 szerokości listewki. W czasie dwóch ważnych prób dziecko ma za zadanie, stojąc na jednej listewce, chwycić i położyć obok drugą listewkę, a następnie stanąć na niej i powtórzyć czynność z listewką, na której stało do tej pory. Liczy się liczba przełożeń drewnianych kwadratów w czasie 20 s.

Omówienie wyników badań

Analiza statystyczna wykazała, że w próbie „Balansowanie do tyłu” (ryc. 5) grupa eksperymentalna uzyskała pomiędzy badaniami w terminie pierwszym (t1) a badaniami w terminie drugim (t2) różnicę wyników istotną statystycznie ($T = 1,5$; $p = 0,0015$). Natomiast grupa kontrolna tylko nieznacznie polepszyła swoje wyniki w tej próbie ($T = 15,5$; $p = 0,4069$).

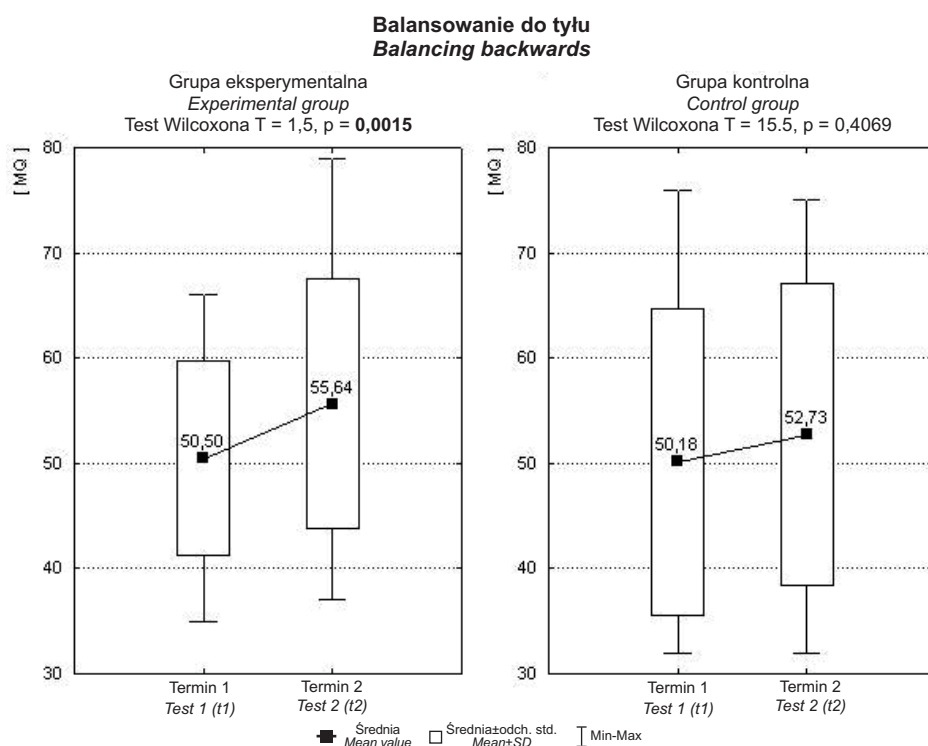
W próbie „Przeskoki jednonóż przez gąbki” (ryc. 6), zarówno w grupie eksperymentalnej ($T = 21,5$; $p = 0,5408$), jak i kontrolnej ($T = 6$; $p = 17,63$), zaobserwowana poprawa wyników nie była znacząca. Podobnie w próbie „Skoki obunóż w bok” (ryc. 7) zmiany zaobserwowane w grupach ekspe-

gap of 1/2 width of the panel between them. The task time is 20 seconds. Subject's goal, while standing on one panel, is to pick up the other panel on their side, put it back down on the opposite side of their body and stand down on that panel. That action is to be repeated as many times as possible within the given task time.

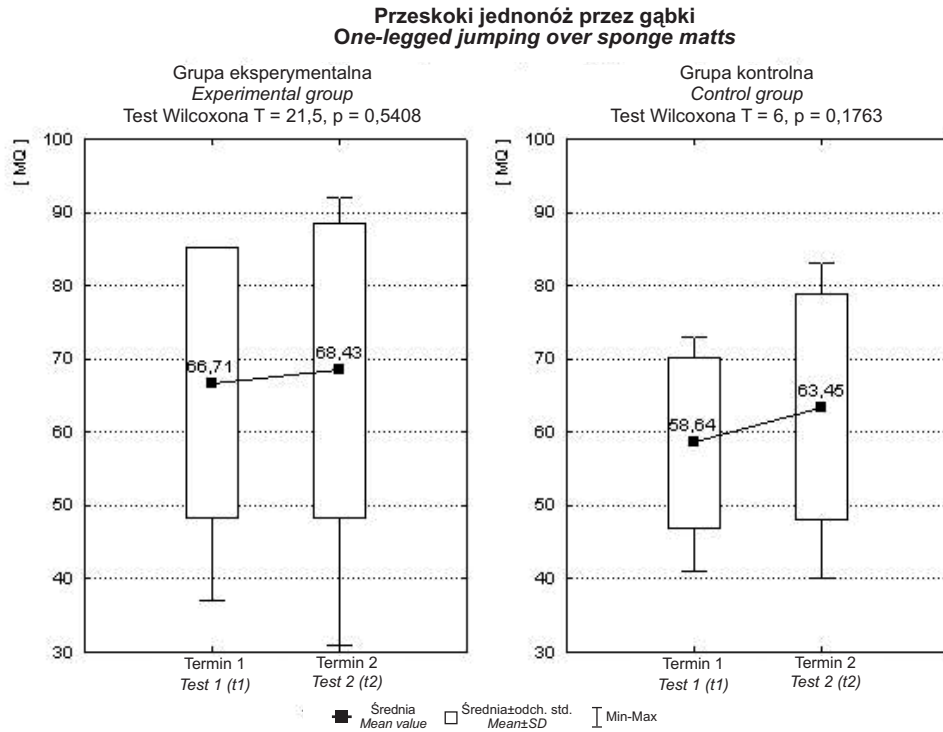
Results and analysis

Statistical analysis of balancing backward task (Fig. 5) showed that in the experimental group, the difference between the initial (t1) and final (t2) test results was statistically significant ($T = 1.5$; $p = 0.0015$). The control group only insignificantly improved their results ($T = 15.5$; $p = 0.4069$).

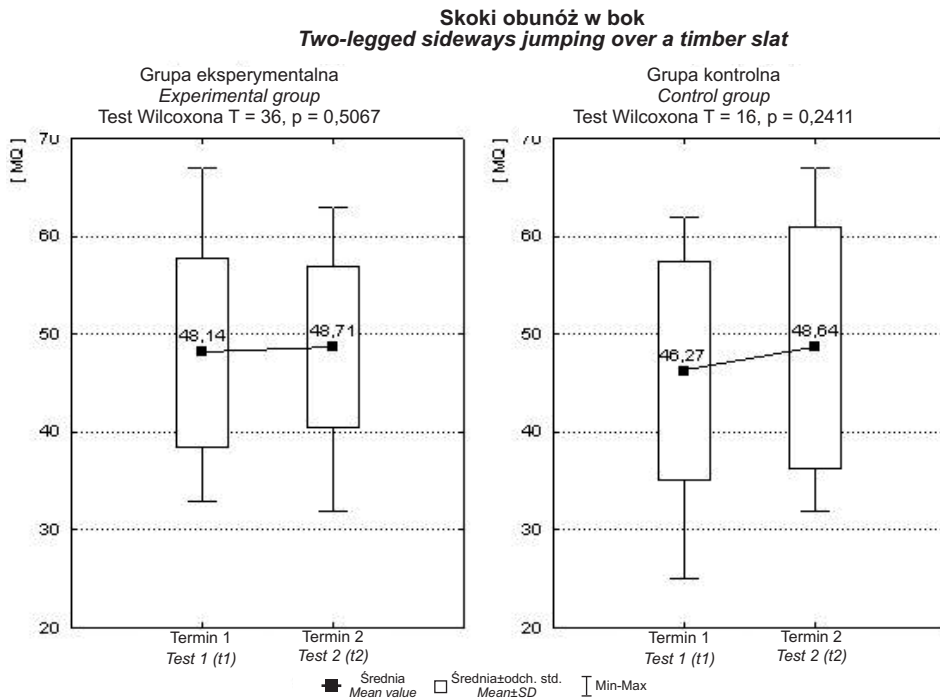
Statistical analysis of jumping over stacked mats showed that neither of the groups achieved significant improvement of the results between the tests – group E ($T = 21.5$; $p = 0.5408$), group C ($T = 6$; $p = 17.63$). In task 3, despite a positive tendency, the differences in both groups did not show statistical significance (Group E – $T = 36$, $p = 0.5067$; Group C – $T = 16$, $p = 0.2411$).



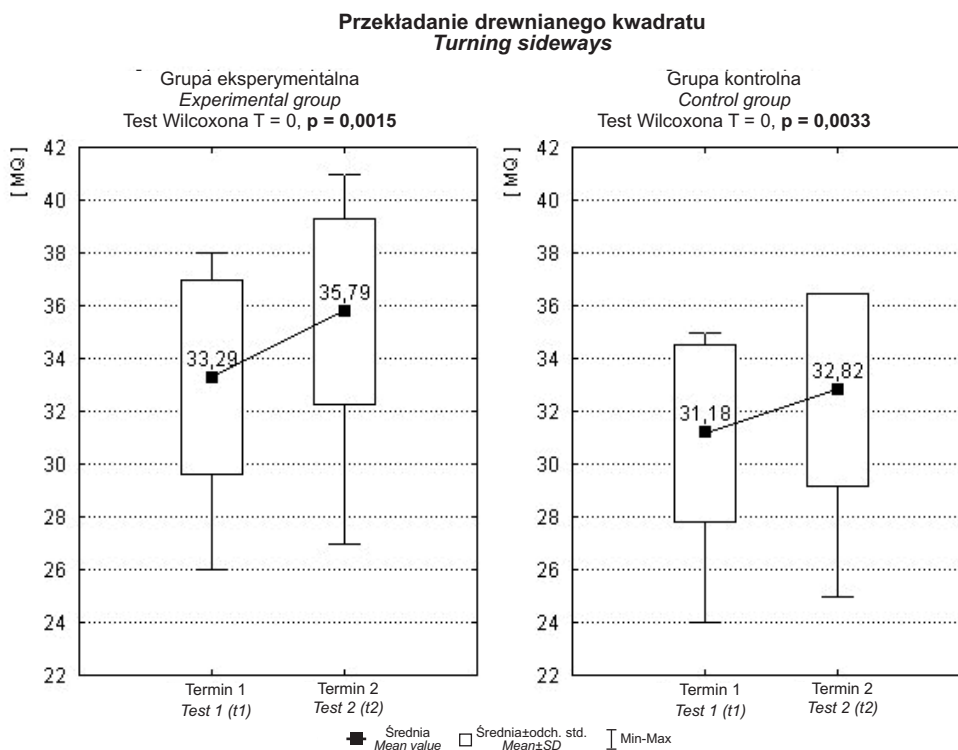
Ryc. 5. Wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej w pierwszym (t1) i w drugim terminie badań (t2) w próbie „Balansowanie do tyłu”
Fig. 5. Balancing backwards task – results of groups E and C in the initial (t1) and final (t2) test



Ryc. 6. Wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej w pierwszym (t1) i w drugim terminie (t2) badań w próbie „Przeskoki jednoż przez gąbki”
Fig. 6. One-legged jumping over sponge mats task – results of groups E and C in the initial (t1) and final (t2) test

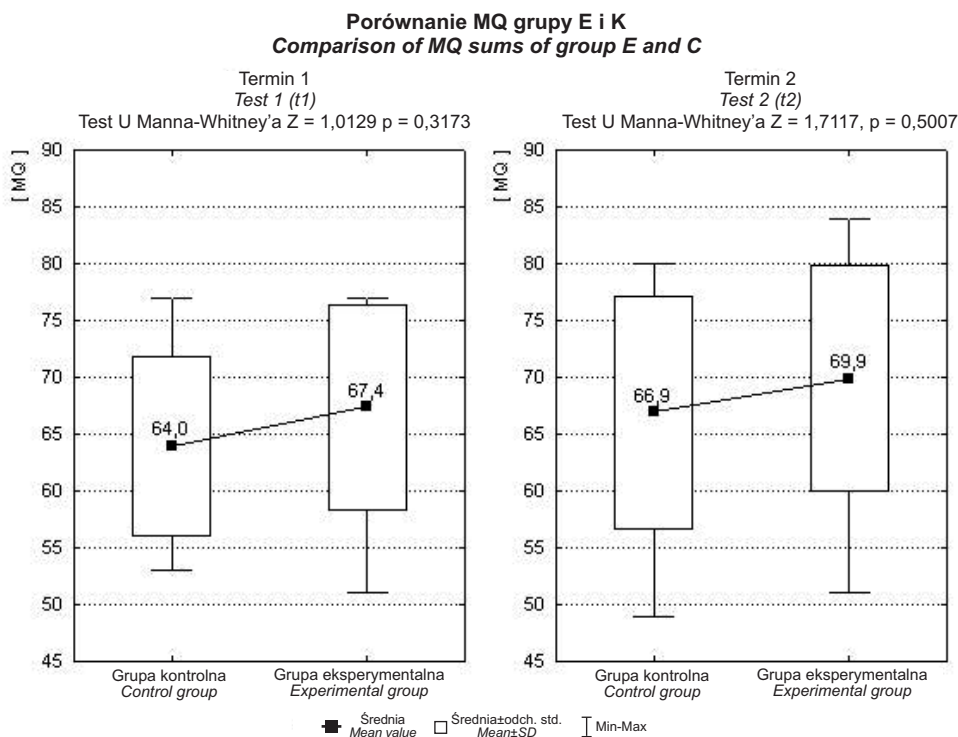


Ryc. 7. Wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej w pierwszym (t1) i w drugim terminie badań (t2) w próbie „Skoki obunóż w bok”
Fig. 7. Two-legged sideways jumping over a timber slat task – results of groups E and C in the initial (t1) and final (t2) test



Ryc. 8. Wyniki grup eksperymentalnej i kontrolnej w próbie „Przekładanie drewnianego kwadratu” w pierwszym (t1) i drugim (t2) terminie badań

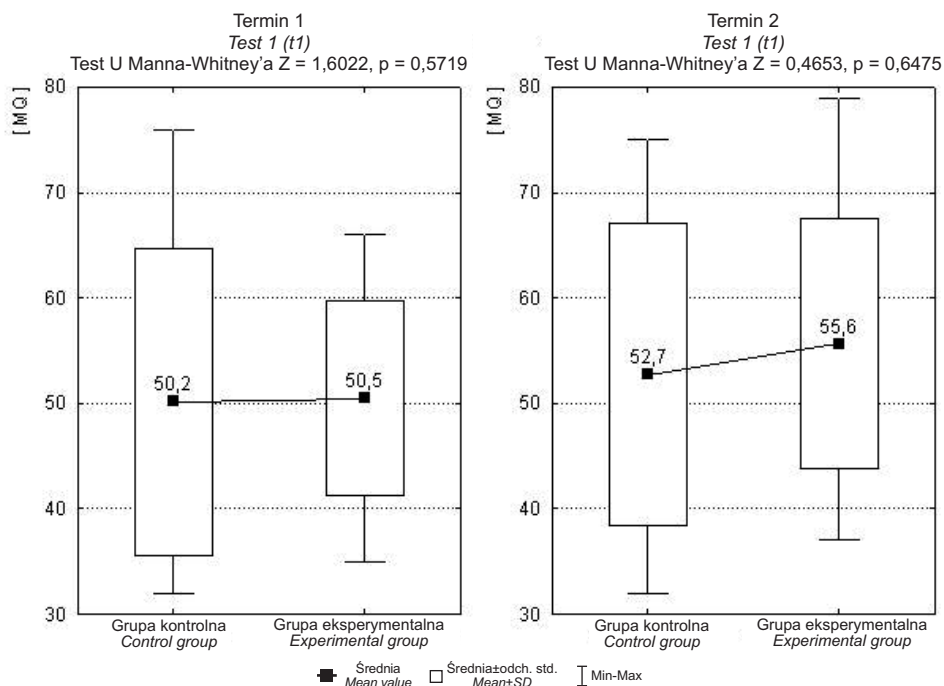
Fig. 8. Turning sideways task – results of groups E and C in the initial (t1) and final (t2) test



Ryc. 9. Zestawienie sumy MQ grup eksperymentalnej i kontrolnej w pierwszym (t1) i w drugim terminie badań (t2)

Fig. 9. Comparison of MQ sums of E and C group in t1 and t2

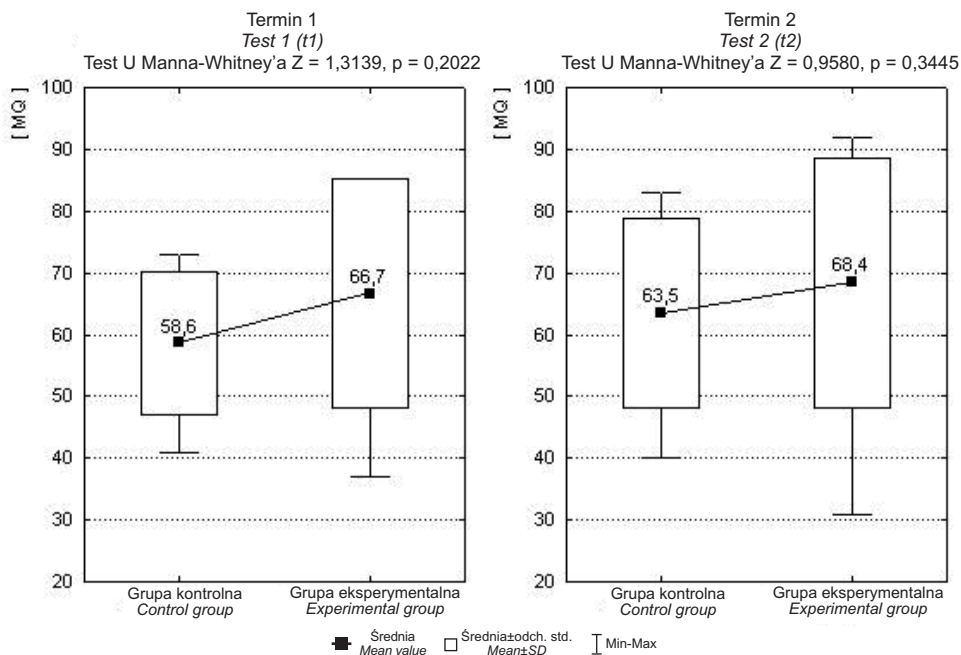
Balansowanie do tyłu – porównanie grup E i K
Balancing backwards – comparison of group E and C



Ryc. 10. Zestawienie sumy MQ grup eksperymentalnej i kontrolnej w próbie „Balansowanie do tyłu” w pierwszym (t1) i w drugim terminie badań (t2)

Fig. 10. Comparison of MQ sums of E and C group in t1 and t2 for task 1

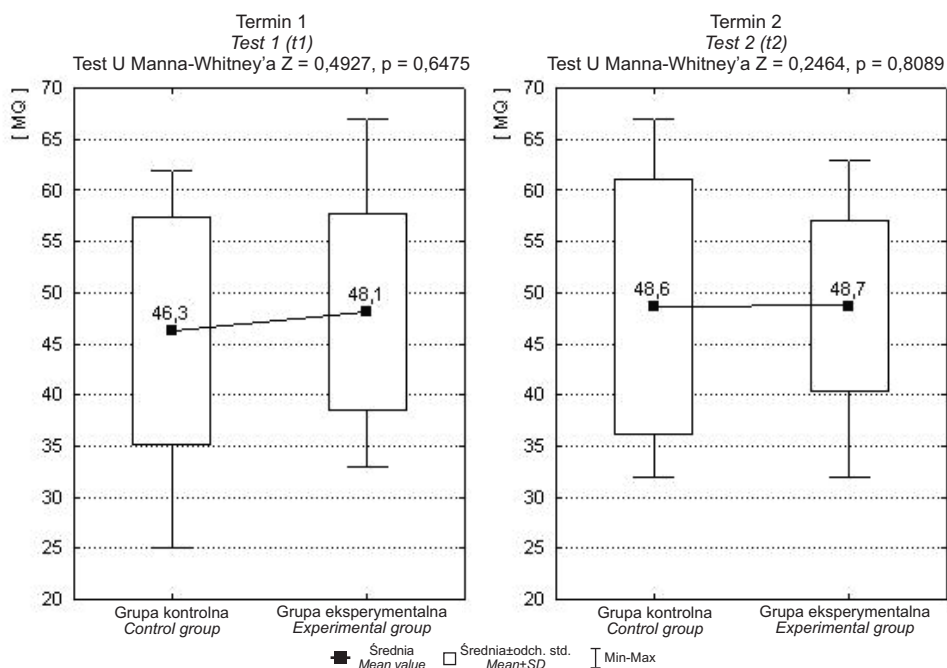
Przeskoki jednonóż przez gąbki – porównanie grup E i K
One-legged jumping over sponge mats – comparison of group E and C



Ryc. 11. Zestawienie sumy MQ grup eksperymentalnej i kontrolnej w próbie „Przeskoki jednonóż przez gąbki” w pierwszym (t1) i w drugim terminie badań (t2)

Fig. 11. Comparison of MQ sums of E and C group in t1 and t2 for task 2

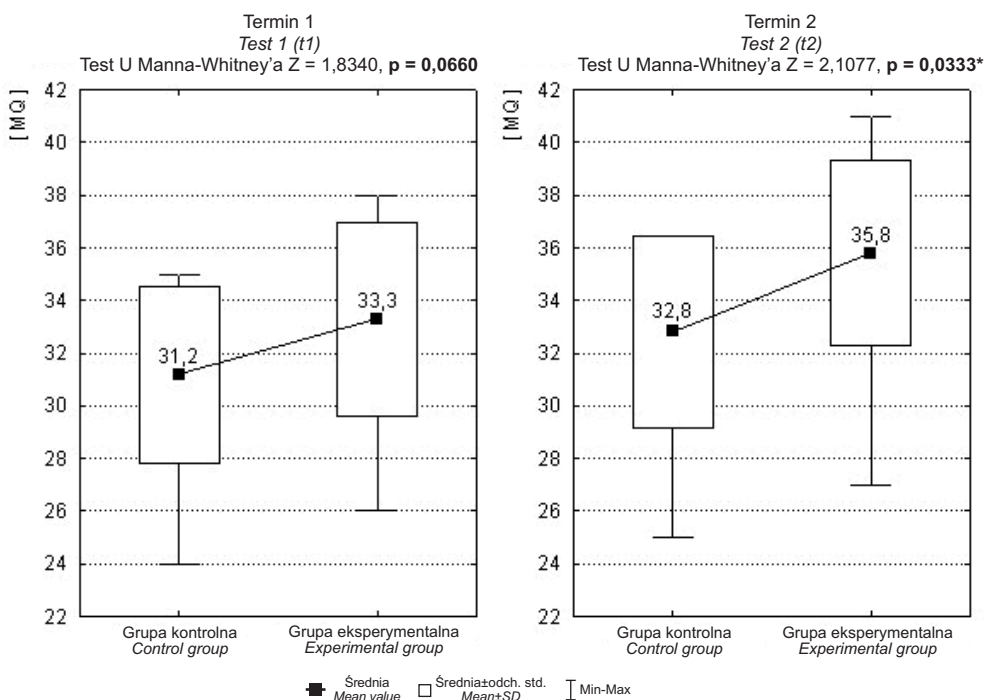
Skoki obunóz w bok – porównanie grup E i K
Two-legged jumping over a timber slat – comparison of group E and C



Ryc. 12. Zestawienie sumy MQ grup eksperymentalnej i kontrolnej w próbie „Skoki obunóz w bok” w pierwszym (t1) i w drugim terminie badań (t2)

Fig. 12: Comparison of MQ sums of E and C group in t1 and t2 for task 3

Przekładanie drewnianego kwadratu – porównanie grup E i K
Turning sideways – Comparison of group E and C



Ryc. 13. Zestawienie sumy MQ grup eksperymentalnej i kontrolnej w próbie „Przekładanie drewnianego kwadratu na boki” w pierwszym (t1) i drugim (t2) terminie badań

Fig. 13. Comparison of MQ sums of E and C group in t1 and t2 for task 4

rymentalnej ($T = 36$; $p = 0,5067$) i kontrolnej ($T = 16$; $p = 0,2411$), pomimo pozytywnej tendencji, nie wykazały istotności statystycznej.

Próba, w której obie grupy: eksperymentalna ($T = 0$; $p = 0,0015$) i kontrolna ($T = 0$; $p = 0,0033$) uzyskały istotny statystycznie przyrost wyników pomiędzy terminami badań było „Przekładanie drewnianego kwadratu” (ryc. 8).

Dla porównania zmiennych w grupach eksperymentalnej i kontrolnej zastosowano test U Manna-Whitney'a. Przyjęto poziom istotności $p < 0,05$. Zestawienie wyników uzyskanych pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną w pierwszym (t_1) oraz w drugim terminie badań (t_2) wykazywało, że uzyskane w obu terminach różnice nie były istotne statystycznie (ryc. 9). W terminie pierwszym (t_1) $Z = 1,0128$; $p = 0,3173$, natomiast w drugim (t_2) $Z = 0,7117$; $p = 0,5007$.

Wyniki uzyskane przez grupy eksperymentalną i kontrolną w obu terminach (t_1 i t_2) w poszczególnych próbach testu Kipharda-Schillinga wykazały, że w próbach: „Balansowanie do tyłu” (ryc. 10), „Przeskoki jedno nogą przez gąbki” (ryc. 11), „Skoki obunóż w bok” (ryc. 12) różnice pomiędzy grupami E i K nie były istotne statystycznie. W zadaniu „Przekładanie drewnianego kwadratu” (ryc. 13) różnica pomiędzy wynikami grup eksperymentalnej i kontrolnej w pierwszym terminie badań (t_1), pomimo pozytywnej tendencji, nie wykazała istotności statystycznej ($Z = 1,8340$; $p = 0,0660$), jednakże w drugim terminie (t_2) różnica pomiędzy zaobserwowanymi zmianami w tej próbie była istotna statystycznie ($Z = 2,1077$; $p = 0,0333$).

Dyskusja

Po przeprowadzeniu trwającego trzy i pół miesiąca programu eksperymentalnego z częstotliwością zajęć jeden raz w tygodniu odnotowano znamienne poprawę wyników zarówno w grupie eksperymentalnej (E), jak i kontrolnej (K) w próbie „Przekładanie drewnianego kwadratu”. W grupie eksperymentalnej wykazano również statystycznie istotną poprawę wyników w próbie „Balansowanie do tyłu”. Pozytywne efekty w pozostałych ćwiczeniach testu KTK nie były istotne statystycznie. Zaobserwowane rozbieżności mogły wynikać z faktu, że poszczególne próby testu KTK mierzyły różne komponenty zdolności koordynacyjnych. Cztery ćwiczenia składające się na test mogły nie w pełni oceniać wymieniane przez Raczek i wsp. [24] koordynacyjne zdolności motoryczne, do których autorzy zaliczyli: kinestetyczne różnicowanie, orientację czasowo-przestrzenną, zachowanie równowagi, rytmizację, szybkość reakcji, łączenie ruchów, dostosowanie działania oraz wysoką częstotliwość. Również Zwierzchowska [5] w swoich badaniach dokonała oceny koordynacyjnych zdolności motorycznych dzieci z dysfunkcją narządu słuchu na podstawie takich składowych, jak: kinestetyczne różnicowanie, równowaga statyczna, orientacja czasowo-przestrzenna, dostosowane motoryczne i szybkość reakcji.

W związku z brakiem polskiej standaryzacji Testu Koordynacji Kipharda-Schillinga trudno odnieść zmiany uzyskane w opisywanym eksperymencie do wyników badań polskich. Zdaniem Zwierzchowskiej [5], u osób niedosłyszących i głuchych – to właśnie zdolności koordynacyjne spośród wszystkich zdolności motorycznych mogą ulegać największym modyfikacjom w trakcie ontogenezy. Jednocześnie autorka podkreśliła, że wśród zdolności koordynacyjnych równowaga była zdolnością najczęściej sprzężoną z uszkodzeniem zmysłu słuchu. Raczek i wsp. [24] stwierdzili, że zdolność ta wykazała dużą plastyczność, a jej rozwój był podatny na stymulację i kompensację poprzez właściwą terapię i dobór ćwiczeń. Być może wyjaśnia to istotność zmian odnotowanych w próbie „Balansowanie do tyłu”, w której głównym wykorzystywanym komponentem koordynacyjnym była równowaga. Natomiast trudno określić, który z wymie-

Both groups achieved a statistically significant improvement between t_1 and t_2 in task four – turning sideways (group E – $T = 0$, $p = 0,0015$; group C – $T = 0$, $p = 0,0033$) (Fig. 8).

Manna-Whitney U Test was used to compare variables in groups E and C. The assumed significance level was $p < 0,05$. Comparison of results between groups E and C in t_1 and t_2 showed that the differences calculated in both tests were statistically significant (Fig. 9) and the values were as follows: $t_1 - Z = 1,0128$, $p = 0,3173$; $t_2 - Z = 0,7117$, $p = 0,5007$.

The KSTC values obtained by group E and C in both tests (t_1 and t_2) showed that for tasks 1 (Fig. 10), 2 (Fig. 11) and 3 (Fig. 12) the differences between the initial and final tests were not statistically significant. In task 4 (Fig. 13) the difference between group E and C in t_1 was not statistically significant ($Z = 1,8340$; $p = 0,0660$), yet the changes observed in t_2 were statistically significant ($Z = 2,1077$; $p = 0,0333$).

Discussion

After three and a half months of trial period with dancing classes once a every week, a statistically significant improvement of results in task 4 was observed in groups E and C. There was also a statistically significant improvement of results in task 1 in group E. Positive effects of the other KSTC task were not statistically significant. The observed discrepancies might result from the fact that each of the KSTC tasks measured a different component of coordination ability. Four tasks of the KSTC can not be an entirely reliable base for evaluation of motor coordination abilities listed by Raczek et al. [24]: kinesthetic differentiation, time-space orientation, maintaining balance, rhythmicity, speed of reaction, joining of movements, adaptation of body and high frequency. Zwierzchowska [5] also evaluated motor coordination abilities of children with hearing dysfunctions basing on the following components of coordination: kinesthetic differentiation, static balance, time-space orientation, motor adaptation and speed of reaction.

Since the KSTC has not been standardized for Polish conditions, it is difficult to refer the results of the experiment to the results of other Polish papers. According to Zwierzchowska [5], coordination ability, among other motor abilities, may undergo serious alterations during the ontogenesis of subjects with impaired or total loss of hearing. Simultaneously, this author emphasizes that maintaining balance was the ability most strongly coupled with the dysfunctions of hearing. Raczek et al [24], claim that this ability has a large potential in term of flexibility and is susceptible to stimulation and compensation through adequate therapy and selection of exercises. Perhaps, this explains the significance of changes observed in task 1 (balancing backwards), where balance was the main component of coordination in use. On the other hand, it is difficult to determine which of the aforementioned elements of coordination ability had effect on the statistically significant improvement of results in task 4 in E and C group. According to Wegener [10], the vestibular apparatus was not engaged while performing that task. This may be related to results of Zwierz-

nionych elementów zdolności koordynacyjnych został zmniejszony pod wpływem zaobserwowanego w obu grupach (E i K) istotnego statystycznie przyrostu wyników w próbie „Przekładanie drewnianego kwadratu”. Zdaniem Wegenera [10] przy wykonywaniu tego ćwiczenia nie był zaangażowany aparat przedsionkowy. Można to powiązać z wynikami prowadzonych przez Zwierzchowską badań [5], które wskazały na powiązanie uszkodzeń aparatu przedsionkowego z uszkodzeniami zmysłu słuchu, co przejawiało się zaburzeniami równowagi. W związku z powyższym można zakładać, że dzieci z dysfunkcją słuchu poprawiły pod wpływem odpowiednich ćwiczeń wyniki w ćwiczeniu „Przekładanie drewnianego kwadratu”, ponieważ jego realizacja nie wymagała udziału struktur przedsionkowych.

W badaniach morfofunkcjonalnego i motorycznego poziomu rozwoju dzieci i młodzieży niedosłyszącej duże znaczenie przy doborze grupy badawczej odgrywały etiologia i typ dysfunkcji słuchu. W eksperymentach próbowano określić, na ile występujące zmiany oraz ich podatność na działanie bodźców zewnętrznych zależą od tego, czy głuchota była wrodzona, nabyta lub dziedziczona oraz od tego, czy niedosłuch miał charakter przewodzeniowy, odbiorczy, czy centralny. Wyniki badań Butterfielda [25], Martensa [26] oraz Dumera i wsp. [2] wskazały na brak powiązań pomiędzy uwarunkowaniami głuchoty a poziomem rozwoju cech morfofunkcjonalnych i zdolności motorycznych dzieci niesłyszących. Również Zwierzchowska [5] wykazała, że w badanej populacji dzieci z uszkodzonym słuchem rozwój somatyczny, fizjologiczny i motoryczny grup z głuchotą wrodzoną i nabytą przebiegał podobnie. Natomiast odmiennie kształtował się profil rozwojowy grup z głuchotą dziedziczną. Dzieci niesłyszące w wyniku odziedziczenia zmodyfikowanego genu wykazywały wyższy poziom cech morfofunkcjonalnych oraz zdolności motorycznych niż ich rówieśnicy z dysfunkcją słuchu nabytą w okresie rozwoju prenatalnego lub we wczesnym dzieciństwie.

Zagadnieniem wpływu typu głuchoty związanego z lokalizacją uszkodzenia na rozwój motoryczny osób z dysfunkcją słuchu zajmowali się Horak i wsp. [27], Butterfield [6, 25], Gawlik [4], Zwierzchowska [5] i wsp. Badacze zakładali, że występuje istotna statystycznie zależność pomiędzy typem głuchoty a równowagą. Przeprowadzone przez Zwierzchowską badania potwierdzały tę zależność jedynie w przypadku głuchoty odbiorczej, która była kojarzona z uszkodzeniem struktur przedsionkowych w błędniku. Wcześniej gorszy poziom sprawności fizycznej dzieci z uszkodzeniem przedsionkowego słuchu wykazywał również Butterfield [6, 25]. W związku z powyższym zakłada się, że etiologia i typ głuchoty nie tyle wpływają istotnie statystycznie na rozwój morfofunkcjonalny i motoryczny dzieci niesłyszących, co określają ramy i tory tego rozwoju [5]. Ponowne przeprowadzenie opisanego eksperymentu z zastosowaniem celowego doboru grup ze względu na etiologię i typ głuchoty może dostarczyć kolejnych danych, które posłużą do weryfikacji poglądu na temat możliwości wpływu aktywności ruchowej na poszczególne komponenty koordynacyjnych zdolności motorycznych dzieci z określonym typem głuchoty.

Wnioski

Efektom przeprowadzonego eksperymentu pilotażowego jest istotna statystycznie poprawa wyników w grupie eksperymentalnej (E) i kontrolnej (K) w próbie „Przekładanie drewnianego kwadratu”. Grupa eksperymentalna uzyskała również istotnie lepsze wyniki w próbie „Balansowanie do tyłu”. Wskazało to na potrzebę dalszych badań na temat wpływu wibracji, muzyki i zajęć taneczno-ruchowych na poziom koordynacyjnych zdolności motorycznych dzieci z uszkodzonym słuchem. W kolejnych eksperymentach należy zwiększyć liczebność grup, które powinny być dobrane

chowska's studies [5] indicating a relationship between the vestibular apparatus damages and hearing dysfunctions, which manifested themselves by balance disorders. Taking into account the above-listed facts, it may be assumed that children with hearing dysfunction improved their results in task 4 by performing adequate exercises and because performing that task had not required engagement of the vestibular structures.

The etiology and type of hearing dysfunction have a significant role in selection of subjects for research groups in the studies of morpho-functional and motor development of children and youth with hearing disorders. Researchers made attempts to determine to what extent the occurring changes and their susceptibility to external stimuli depend on the fact that the deafness was inborn, acquired or inherited or whether the hypoacusia had a conductive, perceptive or central character. The results of Butterfield [25], Martens [26] and Dumer et al. [2] indicated a lack of correlations between the causes of deafness and the level of morphofunctional development and motor abilities of the deaf children. Zwierzchowska [5] also showed that, in the examined population of children with inborn and acquired hearing dysfunction, the level of somatic, physiological and motor development was similar regardless of the origin of the dysfunctions. On the other hand, the development profile of subjects with inherited deafness was different. Children with loss of hearing due to inheritance of a modified gene showed higher level of morphofunctional development and motor abilities in comparison to their peers with dysfunction acquired either during prenatal development or in early neonatal period.

Horak et al. [27], Butterfield [6, 25], Gawlik [4], Zwierzchowska [5] and others studied the issue of impact of the relationship between deafness and location of the damage to the hearing system structures on the motor development of subjects with hearing dysfunctions. The researchers assumed that there is a statistically significant correlation between the type of deafness and body balance. Studies of Zwierzchowska confirm this correlation only in the case of perceptive deafness, which is associated with the damage of the vestibular structures of the labyrinth. Before Zwierzchowska, Butterfield also confirmed lower level of physical fitness in children with vestibular damage [6, 25]. In the light of these facts, it is assumed that the etiology and the type of deafness have no statistically significant effect on the morphofunctional and motor development of the deaf children, which is determined by the course of this development [5]. Repetition of this experiment preceded by a specific selection of the research population with regard to etiology and the type of deafness may deliver valuable data that will help verify the view on the issue of possibilities of using physical activity to influence particular components of motor coordination ability of children with a given type of deafness.

Conclusions

The effect of the conducted experiment study is the statistically significant improvement of results of the KSTC task 4 (bending sideways) in both examined groups (E and C). The experimental group also obtained statistically significant results in task 1 (balancing backwards). This indicated the need for further studies on the impact of vibrations, music and dancing exercises in the level of motor coordination abilities of children with impaired hearing. Subsequent experiments should be conducted on larger populations, which should be selected with regard to etiology and the type hear-

celowo ze względu na etiologię i typ uszkodzenia słuchu. Wydłużenie okresu prowadzonego programu oraz zwiększenie częstotliwości zajęć rytmiczno-ruchowych umożliwi uzyskanie bardziej szczegółowych danych pozwalających zweryfikować postulat wykorzystania wibracji i muzyki w terapii i procesie uczenia się – nauczania dzieci z uszkodzonym słuchem. Uzyskane dane mogą stanowić implikację do stosowania tych środków zarówno w terapii dzieci niesłyszących, jak i w lekcjach wychowania fizycznego.

ing disability. The extension of the duration of the conducted program and increasing the frequency of dancing exercises will allow the author to gather more detailed data that will help her verify the possibilities of application of vibrations and music in the therapy and education of children with hearing disability. The obtained data may create an implication for using those measures in the therapy of the hearing-impaired children as well as during physical education classes for their non-impaired peers.

Piśmiennictwo References

- [1] AUDIVA GmbH 2005, www.audiva.org.
- [2] Dummer G. M. i wsp. *Motor skill performance of children who are deaf*. Adapted Physical Activity Quarterly, 1996, 13, 400-414.
- [3] Mariauzouls C. i wsp. *Vibrationsgestützte Musiktherapie reduziert Schmerz und fördert Entspannung bei Para- und Tetraplagikern*. Rehabilitation, 1999, 38, 245-248.
- [4] Gawlik K., Zwierzchowska A. *Korektywa dzieci i młodzieży z dysfunkcjami wzroku lub słuchu*. AWF, Katowice 2006.
- [5] Zwierzchowska A. *Głuchota a uwarunkowania rozwoju morfofunkcjonalnego i motorycznego dzieci i młodzieży*. AWF, Katowice 2009.
- [6] Butterfield S. A. *Gross motor profiles of deaf children*. Percept Motor Skills, 1986, 62, 68-70.
- [7] Kosel H., Froböse I. *Rehabilitations- und Behindertensport. Körper- und Sinnesbehinderte 2*. München: Pflaum, 1999, 221-232.
- [8] Panzke K. J. i wsp. *Über den Einfluss der Ganzkörpervibration*. Zeitschrift für die Gesamte. Hygiene und ihre Grenzgebiete, 1968, 14, 1-6.
- [9] Hoffmann H., Kottenhoff H. *Der Einfluss von Vibrationen auf Leistungsfunktion und emotionales Verhalten*. Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie. Einschliesslich Arbeitsphysiologie, 1962, 147-167.
- [10] Wegener F. *Die Wirkung eines musikorientierten motorischen Interventionskonzeptes zur Ausprägung koordinativer Fähigkeiten und tänzerischer Fertigkeiten bei hörgeschädigten Schülern und Schülerinnen*. Praca naukowa na pierwszy państwowy egzamin dla nauczycieli. Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg 2006.
- [11] Caetano G., Jousmäki V. *Evidence of vibrotactile input to human auditory cortex*. Neuroimage, 2006, 29, 15-28.
- [12] Maikala R. V. i wsp. *Cerebral oxygenation and blood volume responses to seated whole-body vibration*. European Journal of Applied Physiology, 2005, 95, 447-453.
- [13] Zekai A. *Untersuchungen zum Einfluss der Ganzkörpervibration auf das Lern und Gedächtnisverhalten der Wistaratte, sowie zur biologischen Wirkung von Vibrationen*. Institut für Anatomie. Praca doktorska. Der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald 1997, 1-18.
- [14] Salomon S. *Musik als Weg zum Dialog bei hörbeeinträchtigten Kindern*, Musik & Medizin, Musik Kommunikation – Therapie. Zusammenfassung der Vorträge 2002. Herbert von Karajan Centrum, Wien 2002, 1-9.
- [15] Sękowska Z. *Pedagogika specjalna*. Lublin 1971.
- [16] Myklebust H. R. *The psychology of deafness*. Grune and Stratton, New York and London 1964.
- [17] Weinberger N. M. *Music and the brain*. Scientific American, 2004, 88-95, www.sciam.com
- [18] Levänen S. i wsp. *Vibration-induced auditory cortex activation in congenitally deaf adult*. Current Biology, 1998, 8, 869-872.
- [19] Jochheim/van der Schoot K. P. *Behindertensport und Rehabilitation*. Tom 2. Sporthochschule, Köln 1981, 168-178.
- [20] Hoekelmann A., Blaser P. *Music orientet motor learning in hearing – impaired and deaf children: The bone phone or the „bone listener”*. Aktywność ruchowa ludzi w różnym wieku, Szczecin 2006, 66-74.
- [21] Froböse I. *Bewegung, Spiel und Sport mit Hörgeschädigten*, [w:] V. Scheid (red.) *Facetten des Sports behinderter Menschen*. Bd 11 der Schriftreihe des BS Nordrhein – Westfalen. Meyer & Meyer, Achen 2002, 92-99.
- [22] Gfeller K., Baumann A. *Assessment procedures for music therapy with hearing impaired children: Language development*. Journal of Music Therapy, 1988, 25, 4, 192-205.
- [23] Kiphard E. J., Schilling F. *Körperkoordinationstest für Kinder KTK – Manual*. Beltz-Test. Hogrefe Verlagsgruppe, Göttingen 2000, 1-54.
- [24] Raczek J. i wsp. *Teoretyczno-empiryczne podstawy kształtowania i diagnozowania zdolności motorycznych*. AWF, Katowice 1998.
- [25] Butterfield S.A. *The influence of age, sex hearing loss, etiology, and balance ability on the fundamental motor skills of deaf children*, [w:] M. Berridge, G. Ward (red.) *International perspectives in adapted physical activity*. Human Kinetics, Champaign, IL 1987, 43-51.
- [26] Martens D. i wsp. *A kinematic analysis of static balance task by children who are deaf*. Clinical Kinesology, 1996, 49, 106-110.
- [27] Horak F. B. i wsp. *Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing, or with learning disability and motor impairment*. Developmental Medicine and Child Neurology, 1988, 30, 64-79.

Adres do korespondencji:

Address for correspondence:

Joanna Borowiec
Zakład Metodyki Wychowania Fizycznego
AWF im. Eugeniusza Piaseckiego
ul. Królowej Jadwigi 27/39
61-871 Poznań
e-mai: borowiec.joanna@wp.pl

Wpłynęło/Submitted: III 2011
Zatwierdzono/Accepted: VI 2011