

# Stymulator Polimodalnej Percepcji Sensorycznej Skarżyńskiego w rehabilitacji dzieci z zaburzeniami przetwarzania słuchowego – analiza wyników badań na materiale Podkarpackiego Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” w Rzeszowie

## Stimulator of Skarzynski’s Polimodal Sensory Perception in the rehabilitation of children with auditory processing disorders - analysis of research results on the material of the Subcarpatian Center of Hearing and Speech „Medincus” in Rzeszów

Julita Sobańska<sup>1,4ABCDEF</sup>, Dorota Szuber<sup>1,4BCDF</sup>, Piotr H. Skarżyński<sup>2,3,4BDFG</sup>

<sup>1</sup> Podkarpackie Centrum Słuchu i Mowy Medincus, Rzeszów

<sup>2</sup> Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Kajetany

<sup>3</sup> Warszawski Uniwersytet Medyczny, II Wydział Lekarski, Zakład Niewydolności Serca i Rehabilitacji Kardiologicznej, Warszawa

<sup>4</sup> Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

#### Wkład autorów:

- A Projekt badania
- B Gromadzenie danych
- C Analiza danych
- D Interpretacja danych
- E Przygotowanie pracy
- F Przegląd literatury
- G Gromadzenie funduszy

### Streszczenie

**Wstęp:** Na właściwe rozumienie i nadawanie mowy wpływa nie tylko dobre słyszenie, lecz także uważne słuchanie i przetwarzanie słuchowe dźwięków. Słuchanie to – w odróżnieniu od słyszenia – zdolność człowieka polegająca na mobilizowaniu się, aby słyszeć. Zaburzenia percepcji słuchowej mogą utrudniać dostęp do informacji dźwiękowej, zakłócać rozwój mowy i w konsekwencji negatywnie wpływać na funkcjonowanie dziecka w szkole. W rehabilitacji zaburzeń przetwarzania słuchowego czynności uwagi stymuluje się m.in. poprzez terapię słuchową.

**Cel:** Celem pracy jest porównanie wyników badań funkcji przetwarzania słuchowego – przed terapią i po terapii słuchowej Stymulatorem Polimodalnej Percepcji Sensorycznej Skarżyńskiego (SPPS-S) – grupy pacjentów Podkarpackiego Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” w Rzeszowie, u których zdiagnozowano zaburzenia przetwarzania słuchowego.

**Materiał i metody:** Badaną grupę stanowiło 25 dzieci (20 chłopców i 5 dziewczynek) w wieku od 7 do 12 roku życia. Proces diagnostyczny składał się z wywiadu z rodzicem, badań audiologicznych oraz testów oceniających wyższe funkcje słuchowe. Do programowania terapii SPPS-S zastosowano wyniki: testu sekwencji częstotliwości dźwięku (FPT), testu sekwencji długości dźwięków (DPT) oraz testu rozdzielności cyfrowego (DDT).

**Wyniki:** Badane dzieci we wszystkich testach uzyskały znacząco lepsze wyniki po terapii SPPS-S w porównaniu do wyników przed terapią. Największą poprawę, bo aż 40,5%, odnotowano w wynikach testu FPT. W teście DPT wyniki badanej grupy poprawiły się

**Adres autora:** Julita Sobańska, Podkarpackie Centrum Słuchu i Mowy „Medincus”, Al. Niepodległości 3, 35-303 Rzeszów, e-mail: j.sobanska@csim.pl

o 34%, w teście DDT UL o 14,3%, a UP o 13,8%. Po terapii słuchowej dzieci lepiej identyfikowały, rozpoznawały i rozróżniały docierające do nich dźwięki.

**Wnioski:** Badania potwierdziły skuteczność proponowanej terapii słuchowej SPPS-S. Polimodalne stymulowanie uwagi jest efektywnym treningiem funkcji słuchowych. Grupa badanych dzieci może odnieść znaczne korzyści z uczestnictwa w terapii słuchowej modyfikującej podstawowe mechanizmy słuchowe, które warunkują procesy poznawcze, takie jak: rozumienie mowy, uczenie się i pamięć.

**Słowa kluczowe:** zaburzenia przetwarzania słuchowego • APD • CAPD • SPPS-S • terapia słuchowa • terapia uwagi • stymulacja polimodalna

## Abstract

**Introduction:** Good understanding and speech production is influenced not only by good hearing, but also by careful listening and auditory processing of sounds. Listening is in contrast to hearing the human ability to mobilize to hear. Auditory perception disorders may impede access to auditory information, disrupt speech development, and adversely affect the child's functioning at school. In applied rehabilitation, auditory attention operations are stimulated, among others through auditory therapy.

**Aim:** The aim of the study is to compare the results of auditory processing functions before and after SPPS-S auditory therapy in the group of patients of the Subcarpathian Center of Hearing and Speech „Medincus” in Rzeszów who have been diagnosed with auditory processing disorders.

**Material and methods:** The study group consisted of 25 children (20 boys and 5 girls) aged from 7 to 12 years. The diagnostic process consisted of parental interviews, audiological tests and tests for auditory processing assessment. Results of: frequency pattern test (FPT), duration pattern test (DPT), and dichotic digit test (DDT) were used to set suitable program to each patient.

**Results:** The examined children in all tests obtained significantly better results after SPPS-S therapy compared to the results before the therapy. The biggest improvement, as much as 40.5%, was recorded in the FPT test results. In the DPT test, the results of the study group improved by 34%, in the DDT left ear test by 14.3%, and in DDT right ear by 13.8%. After auditory therapy, children better identified, recognized and distinguished between the sounds that came to them.

**Conclusions:** The study confirms effectiveness of SPPS-S therapy. Polymodal attention stimulation is an effective training of auditory functions. A group of children under study can benefit significantly from participation in auditory therapy, which modifies the basic auditory mechanisms that condition cognitive processes, such as speech understanding, learning and memory.

**Key words:** auditory processing disorders • APD • CAPD • SPPS-S • auditory therapy • attention therapy • polymodal stimulation

## Wykaz skrótów

Skrót	Rozwinięcie w języku oryginalnym	Odpowiednik w języku polskim
ABR	<i>auditory brainstem response</i>	słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu
ADHD	<i>attention deficit with hyperactivity disorder</i>	nadpobudliwość psychoruchowa z deficytem uwagi
APD	<i>auditory processing disorders</i>	zaburzenia przetwarzania słuchowego
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association	Amerykańskie Towarzystwo Mowy, Języka i Słuchu
BSA	British Society of Audiology	Brytyjskie Towarzystwo Audiologiczne
CAPD	<i>central auditory processing disorders</i>	centralne zaburzenia przetwarzania słuchowego
DDT	<i>dichotic digit test</i>	test rozdzielności cyfrowy (TRC)
DPT	<i>duration pattern test</i>	test sekwencji długości dźwięku (TSD)
FPT	<i>frequency pattern test</i>	test sekwencji częstotliwości dźwięku (TSC)
(J)IAS	(Johansen) Individualised Auditory Stimulation	Indywidualna Stymulacja Słuchu (Johansena)
PBZ	–	Platforma Badań Zmysłów
SLI	<i>specific language impairment</i>	specyficzne zaburzenia językowe
SPPS-S	–	Stymulator Polimodalnej Percepcji Sensorycznej Skarżyńskiego
UL	–	ucho lewe
UP	–	ucho prawe

## Wstęp

W literaturze audiologicznej brakuje spójnej definicji zaburzeń przetwarzania słuchowego i jednoznacznych ustaleń terminologicznych [1]. Badacze stosują określenia: zaburzenia słuchu pochodzenia centralnego, zaburzenia procesów przetwarzania słuchowego, ośrodkowe zaburzenia procesów słyszenia lub zaburzenia ośrodkowego przetwarzania słuchowego [2]. Definicja T. Zaleskiego określa zaburzenia słuchu pochodzenia centralnego jako

trudności w rozumieniu przekazu akustycznego przy prawidłowym jego odbiorze w obwodowych strukturach słyszenia [3]. Natomiast J. Katz podaje, że centralne zaburzenia przetwarzania słuchowego (CAPD) to niemożność pełnego wykorzystania słyszanego sygnału akustycznego przy prawidłowym jego odbiorze w strukturach obwodowych [4]. Z kolei Brytyjskie Towarzystwo Audiologiczne wskazuje, że zaburzenia przetwarzania słuchowego wynikają z nieprawidłowej czynności mózgu charakteryzującej się niewłaściwym rozróżnianiem, separacją, grupowaniem,

lokalizacją i porządkiem bodźców [5]. Tak rozumiane trudności słuchowe mogą mieć wpływ na życie codzienne przede wszystkim przez ograniczoną zdolność słuchania i odpowiedniego reagowania na dźwięki. „Słuchanie” oznacza proces aktywny, w przeciwieństwie do „słyszenia”, które może być pasywne [6].

W niniejszym artykule przyjęto definicję Amerykańskiego Towarzystwa Mowy, Języka i Słuchu (1996) [7], które opisuje zaburzenia przetwarzania słuchowego (APD) jako problemy w odbiorze oraz rozumieniu dźwięków i mowy, związane z niedoborem jednej lub więcej umiejętności słuchowych, takich jak:

- lokalizacja i lateralizacja dźwięku,
- dyskryminacja słuchowa,
- rozpoznawanie cech dźwięków,
- percepcja aspektów czasowych sygnału (rozdzielczość czasowa, maskowanie, integracja i porządkowanie w czasie),
- zdolność odbioru sygnału przy występowaniu konkurencyjnych sygnałów akustycznych,
- zdolność do odbioru sygnałów zniekształconych.

Definicja ASHA przyjmuje, że procesy przetwarzania słuchowego dotyczą lokalizacji i lateralizacji dźwięków, rozpoznawania i różnicowania ich cech (dyskryminacji słuchowej, polegającej na odbieraniu różnic i podobieństw, np. między dźwiękami mowy /s/:/ʃ/, /ʃ/:/č/, /p/:/b/), aspektów przetwarzania czasowego (np. odróżniania dźwięków o różnej długości: głosek szczelinowych /s/ i zwarto-szczelinowych /č/), włączając w to: rozdzielczość czasową (związaną z analizą głoskową i/lub sylabową) oraz integrację i porządkowanie w czasie (dotyczącą syntezy głoskowej lub/i sylabowej) [8].

Procesy przetwarzania słuchowego odnoszą się do skutecznego i efektywnego wykorzystania informacji słuchowej dzięki aktywności neurobiologicznej ośrodkowego układu nerwowego [9]. Z kolei zaburzenia ośrodkowych procesów przetwarzania oznaczają deficyty w zakresie jednej lub kilku wymienionych funkcji słuchowych; dotyczą nieprawidłowości w przetwarzaniu słuchowym (sygnałów werbalnych i niewerbalnych) na poziomie układu nerwowego, które nie wynikają z zaburzeń sensorycznych, będących konsekwencją uszkodzeń obwodowego układu słuchowego, funkcji poznawczych i językowych, choć często z nimi współwystępują [10].

Zaburzenia przetwarzania słuchowego mogą w istotny sposób wpływać na codzienne funkcjonowanie osób nimi dotkniętych, zarówno dzieci, jak i dorosłych [11]. Dotarcie do przyczyn i współwystępujących u pacjentów trudności pozwala zminimalizować wtórne problemy związane z nieprawidłowościami w przetwarzaniu słuchowym (np. stres, unikanie kontaktów społecznych, nieśmiałość) [12].

### Przyczyny APD

Szacuje się, że zaburzenia przetwarzania słuchowego występują u ok. 7% dzieci w wieku szkolnym [13]. Odsetek ten znacznie wzrasta w przypadku dzieci z dysleksją i trudnościami w uczeniu się; nawet do 50% dzieci z tymi

zaburzeniami ma dodatkowo różnego rodzaju deficyty funkcji słuchowych [13]. W populacji dorosłych APD występuje u ponad 20% osób (dane mogą być rozbieżne w zależności m.in. od wieku i przyjętego kryterium oceny wyniku, np. danych informujących o tym, czy zaburzenia przetwarzania słuchowego stanowią w dorosłości oddzielne zaburzenie czy też są wynikiem ogólnego obniżenia zdolności poznawczych) [14].

Zaburzeniom przetwarzania słuchowego towarzyszą zmiany strukturalne mózgu, przede wszystkim w lewej półkuli i spoidle wielkim [15]. Uszkodzenia te mogą powstawać już w okresie płodowym lub później, np. w wyniku niedotlenienia mózgu podczas porodu, mogą być też wynikiem działania czynników uszkadzających ośrodkowy układ nerwowy na kolejnych etapach rozwoju dziecka, tj. choroby (zapalenie opon mózgowych), urazu mechanicznego, zatrucia toksynami [15]. Bywa, że zaburzenia wyższych funkcji słuchowych pojawiają się w następstwie długotrwałej deprywacji słuchowej z powodu nieleczzonego niedosłuchu obwodowego. Zbyt późne leczenie niedosłuchu, np. wysiękowego zapalenia ucha środkowego, może skutkować zaburzeniami ośrodkowych funkcji słuchowych [15].

Przystępując do diagnostyki zaburzeń przetwarzania słuchowego, należy upewnić się, że nie mamy do czynienia z niedosłuchem obwodowym. W tym celu wykonuje się audiometrię tonalną progową, oceniającą poziom słuchu, audiometrię impedancyjną, oceniającą stan ucha środkowego, i otoemisję, badającą ucho wewnętrzne. W niektórych przypadkach należy również wykonać badanie słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR), które wykluczy neuropatię słuchową [16]. Neuropatia słuchowa to choroba, której objawy mogą być podobne do objawów, jakie występują u dziecka z zaburzeniami przetwarzania słuchowego, są to np. trudności w rozumieniu mowy, ale spowodowane zaburzoną synchronizacją władozań w nerwie słuchowym [17]. W neuropatii słuchowej badanie otoemisji jest prawidłowe, natomiast zapis w badaniu ABR jest zaburzony. W przypadku zaburzeń przetwarzania słuchowego wszystkie badania słuchu obwodowego są w normie.

Niektórzy badacze zwracają uwagę na możliwość powstawania zaburzeń przetwarzania słuchowego w wyniku nadmiernej stymulacji bodźcami wzrokowymi (wysokie technologie) i ograniczenia czasu spędzanego przez dzieci na rozmowach z rodzicami, dziadkami, rodzeństwem czy rówieśnikami [18].

### Objawy APD

Zaburzenia przetwarzania słuchowego rzadko występują w postaci izolowanej. Znacznie częściej towarzyszą innym problemom wieku rozwojowego, takim jak: zespół nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi, specyficzne zaburzenia czytania i pisanie, opóźniony rozwój mowy [5]. Zaburzone przetwarzanie słuchowe znacznie utrudnia dzieciom w wieku szkolnym codzienne funkcjonowanie. Najczęstsze problemy dotyczą uważnego słuchania i skutecznego komunikowania się, a zatem kluczowych umiejętności decydujących o sukcesach edukacyjnych. Praktyka terapeutyczna pozwala zaobserwować nasilone problemy w sferze słuchowej i językowej.

W **sferze słuchowej** najczęstsze trudności odnotowuje się w zakresie [5]:

- koncentracji uwagi słuchowej,
- umiejscowienia źródła dźwięku,
- powtarzania dźwięków,
- rozumienia mowy w szumie,
- różnicowania dźwięków,
- pomijania nieistotnych dźwięków,
- męczliwości słuchowej.

W zakresie **sfery językowej** u dzieci z APD można zaobserwować problemy z:

- artykulacją,
- analizą i syntezą głoskową (czytanie),
- pisaniem ze słuchu,
- pamięcią słuchową,
- rozumieniem zdań złożonych,
- samodzielnym budowaniem wypowiedzi poprawnych gramatycznie,
- powtarzaniem językowych sekwencji słuchowych.

Prawidłowo przebiegające procesy przetwarzania słuchowego umożliwiają pełne wykorzystanie informacji słuchowej i są warunkiem koniecznym do rozwijania umiejętności takich jak: lokalizacja i lateralizacja dźwięku, różnicowanie cech dźwięków, analiza czasowych aspektów słyszenia, rozumienie mowy zniekształconej i mowy w obecności sygnału zagłuszającego [19].

U dzieci z deficytami przetwarzania słuchowego najczęściej obserwuje się trudności związane z [17]:

- rozumieniem mowy w niesprzyjających warunkach akustycznych: w klasie szkolnej, w czasie przerwy międzylekcyjnej, na ulicy, przy włączonym telewizorze, radiu, otwartym oknie,
- rozumieniem mowy zniekształconej przez pogłos,
- określeniem kierunku, z którego dobiegają dźwięki,
- czasem trwania, podzielnością oraz kierunkowością uwagi słuchowej,
- stałością odpowiedzi na bodziec słuchowy: na to samo pytanie dziecko raz może odpowiedzieć prawidłowo, a następnym razem pytania może zupełnie nie zrozumieć,
- nadmiarowymi, często natychmiastowymi reakcjami na różne bodźce słuchowe pozostające bez znaczenia dla prowadzonej aktywności,
- nadwrażliwością słuchową budzącą często nieadekwatne uczucie niepokoju lub lęku,
- rozumieniem złożonych poleceń, nawet tych, których zasób słownikowy jest zautomatyzowany,
- zapamiętaniem informacji podanej na drodze słuchowej oraz utrzymaniem jej w pamięci trwałej, co wiąże się z koniecznością powtarzania poleceń i instrukcji słownych,
- prawidłową artykulacją (mimo systematycznej terapii logopedycznej),
- analizą i syntezą sylabową i/lub głoskową (mimo systematycznej pracy terapeutycznej),
- różnicowaniem głosek o podobnej częstotliwości lub podobnym czasie trwania,
- nabywaniem umiejętności czytania i pisania (mimo dużego nakładu pracy),

- funkcjonowaniem emocjonalnym w grupie rówieśniczej oraz zdrowiem psychicznym.

Do tej pory nie opracowano standardu postępowania wobec pacjenta z APD pozwalającego na bezdyskusyjne formułowanie diagnozy. Obecnie dziecko z zaburzeniami przetwarzania słuchowego może, zależnie od ośrodka diagnozującego, otrzymać diagnozę SLI, dysleksji, specyficznych trudności szkolnych, ADHD, zaburzeń w funkcjonowaniu psychospołecznym, a nawet niedosłuchu. Zdarza się tak, ponieważ deficyt związany z nieprawidłowym przetwarzaniem słuchowym może współwystępować z: trudnościami w czytaniu i pisaniu (50%), specyficznymi zaburzeniami językowymi (SLI) (50%), nadpobudliwością psychoruchową (ADHD) oraz deficytem uwagi [20]. Zatem w przypadku pacjentów z APD wskazana jest pogłębiająca diagnoza różnicowa.

Dzieci z zaburzeniami przetwarzania słuchowego nie stanowią jednolitej grupy. Trudności badanych pacjentów można przypisać do jednego z trzech profili deficytów w zakresie przetwarzania słuchowego [5]:

## 1. Deficyt w zakresie dekodowania słuchowego

Wskazuje na nieprawidłową pracę półkuli dominującej dla mowy (zazwyczaj lewej). Pacjenci mają trudności z czasowym opracowywaniem informacji słuchowej, integracją i separacją obuuszną, różnicowaniem dźwięków oraz rozumieniem mowy zniekształconej. Dzieci z dominującymi zaburzeniami dekodowania słuchowego charakteryzuje również niska świadomość fonologiczna. Często popełniają błędy w wymowie i pisowni, np. upodabniają bądź zamieniają głoski. Dodatkowo mogą pojawiać się trudności w zakresie syntaktyki i werbalnej oraz zubożenie słownika. Często ich poziom inteligencji werbalnej jest niższy od poziomu inteligencji niewerbalnej.

Pacjentom z zaburzeniami dekodowania fonetycznego proponuje się naukę świadomego korzystania z kontekstu frazeologicznego, zdaniowego oraz sytuacyjnego.

## 2. Deficyt prozodyczny

Mechanizmy mózgowie leżące u podstaw deficytów prozodycznych są powiązane z dysfunkcją prawej półkuli mózgowej. Deficyty prozodyczne są manifestowane w postaci słabszego wykonania testów sprawdzających obuuszną integrację oraz separację, różnicowanie dźwięków niewerbalnych, percepcję wzorców czasowych. Dodatkowo pojawiają się trudności z rozumieniem intencji wypowiedzi (dzieci skarżą się, że wypowiedzi innych osób były złośliwe, niemiłe, mimo że sami nadawcy komunikatów podkreślają, że wypowiedzi nie miały negatywnego wydźwięku), problemy w zakresie rozumienia żartów oraz ironii. Uważa się, że u podłoża tych deficytów leży niezdolność do adekwatnego interpretowania wskazówek prozodycznych.

Dzieciom z deficytem separacji i integracji obuusznej proponuje się treningi lokalizacji dźwięków [21], które można przeprowadzać w czasie grupowych aktywnych treningów słuchowych, zaaranżowanych jako zabawy interakcyjne [22].

### 3. Deficyt integracji

Mechanizmy leżące u podstaw tego profilu funkcjonowania dzieci z APD są związane z deficytami w zakresie między-półkulowej integracji wynikającymi z wadliwego transferu informacji przenoszonych przez spoidło wielkie. Symptomy deficytu integracji mogą występować w obrębie jednej lub wielu modalności.

Wśród głównych objawów tego zaburzenia wyróżnia się problemy w zakresie przetwarzania czasowego oraz obuszej separacji i integracji. Testy elektrofizjologiczne wskazują na brak typowej dominacji półkulowej w zakresie przetwarzania dźwięków mowy. Dzieci często zgłaszają problemy z rozumieniem mowy w szumie, trudności w zakresie wiązania informacji semantycznych ze wskazówkami prozodycznymi (ta umiejętność wymaga integracji obu półkul mózgowych), deficyty w zakresie lokalizacji oraz śledzenia dźwięku; ponadto w tej grupie pacjentów obserwuje się problemy z koordynacją ruchów, sporządzaniem notatek oraz pisanem dyktand, integracją informacji pochodzących z wielu modalności [5].

Trening nieprawidłowych procesów czasowych rozpoczyna się od nauki różnicowania cech (częstotliwości, natężenia, czasu trwania, liczby) bodźców niewerbalnych oraz identyfikacji struktur rytmicznych [23]. Część właściwą treningu stanowi doskonalenie umiejętności identyfikowania fonemów i poszerzenie świadomości fonologicznej, niezbędnej do opanowania czytania i pisanego [24]. Dzieci uczą się analizowania budowy wyrazów oraz umiejętności manipulowania składającymi się na nie głoskami i sylabami.

Słyszenie jest procesem złożonym i dynamicznym, w którym sygnał akustyczny po przekształceniu w impulsy nerwowe jest wielokrotnie analizowany i modyfikowany w ośrodkowej części układu słuchowego [25]. Efektywne słuchanie wymaga prawidłowego słuchu obwodowego i odpowiedniego funkcjonowania procesów przetwarzania słuchowego [26].

Deficyty w zakresie opracowywania informacji akustycznej na wyższych piętrach układu nerwowego mogą niekorzystnie wpływać na pracę dziecka w szkole, zwłaszcza na rozumienie i nadawanie mowy, czytanie oraz pisanie [27]. A ponieważ w obiektywnych i powszechnie dostępnych badaniach audiologicznych (audiometrii tonalnej – stanowiącej często punkt wyjścia do zorganizowania dziecku odpowiedniej pomocy psychologiczno-pedagogicznej w placówce edukacyjnej) pacjenci uzyskują zadowalające wyniki, świadczące o prawidłowym słyszeniu, obserwowane trudności w komunikacji, nauce i zachowaniu przypisuje się wówczas innym przyczynom, np. zaburzeniom koncentracji uwagi czy nadpobudliwości. Nakładanie się objawów oraz niejasność związków przyczynowo-skutkowych między funkcjami językowymi, pamięcią, uwagą a funkcjami słuchowymi powoduje, że diagnoza zaburzeń przetwarzania słuchowego jest procesem dość trudnym, wymagającym współpracy specjalistów z różnych dziedzin (audiologii, neurologii, logopedii, psychologii, pedagogiki).

#### Cel

Celem pracy jest porównanie wyników badań (zebranych w latach 2015–2018) funkcji przetwarzania słuchowego,

przed terapią słuchową SPPS-S i po jej zakończeniu, grupy pacjentów Podkarpackiego Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” w Rzeszowie (członka Krajowej Sieci Teleaudiologii z ośrodkiem centralnym w Światowym Centrum Słuchu w Kajetanach), u których zdiagnozowano APD.

#### Materiał i metody

Badana grupa składała się z 25 pacjentów (20 chłopców i 5 dziewczynek) w wieku od 7. do 12. roku życia. Wszystkie dzieci zostały skierowane do placówki Podkarpackiego Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” przez poradnie psychologiczno-pedagogiczne z terenu Podkarpacia w celu potwierdzenia bądź wykluczenia zaburzeń przetwarzania słuchowego. W postępowaniu diagnostycznym wobec pacjentów z APD uwzględniono wywiad z rodzicem na temat funkcjonowania językowego i poznawczego dziecka, badania audiologiczne i testy behawioralne mierzące wyższe funkcje słuchowe [28]. Zadaniem lekarza audiologa było zbadanie słuchu obwodowego za pomocą audiometrii tonalnej i impedancyjnej, otoemisji akustycznych i w wybranych przypadkach – pomiar ABR. Po uzyskaniu prawidłowych wyników badań słuchu, które u każdego pacjenta z badanej grupy wykluczyły niedosłuch i neuropatię słuchową, audiolog kierował dzieci na testy behawioralne oceniające różne aspekty opracowywania informacji słuchowej. W celu dokonania diagnozy w placówce Podkarpackiego Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” zastosowano trzy testy behawioralne:

1. Test sekwencji częstotliwości dźwięku (FPT), który obejmuje 40 sekwencji dźwięków. Każda sekwencja składa się z trzech tonów, z których jeden różni się częstotliwością od pozostałych (ton wysoki: 1122 Hz, ton niski: 880 Hz). Podczas badania zadaniem pacjenta było podawanie kolejności dźwięków dla każdej usłyszanej sekwencji.
2. Test sekwencji długości dźwięku (DPT) składa się z 40 sekwencji dźwięków. Każda sekwencja składa się z trzech tonów, z których jeden różni się długością od pozostałych (ton długi: 500 ms, ton krótki: 250 ms). Podczas badania zadaniem pacjenta jest podawanie kolejności dźwięków dla każdej usłyszanej sekwencji.
3. Test rozdzielności cyfrowy (DDT) – polegający na powtarzaniu czterech cyfr podawanych obuszenie. Podczas badania pacjent słyszy jednocześnie dwie pary cyfr: inne podawane do ucha prawego i inne do lewego. Zadanie wykonywane jest trzykrotnie. Pierwsza część polega na powtarzaniu usłyszanych liczb z obydwojga uszu. Kolejne dwie części to ukierunkowanie uwagi na jedno ucho – pacjent ma powtarzać usłyszane liczby najpierw z ucha prawego, a następnie lewego [29].

W Podkarpackim Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” wymienione testy dostępne są na Platformie Badań Zmysłów (PBZ), która jest mobilnym urządzeniem służącym do przeprowadzania przesiewowych badań słuchu, wzroku i mowy oraz rehabilitacji słuchu i mowy u dzieci, młodzieży, a także dorosłych. W skład urządzenia wchodzi: przystawka audiometryczna (pełniąca funkcję audiometrycznej karty dźwiękowej) wykorzystująca komunikację bluetooth z oprogramowaniem zainstalowanym na laptopie; słuchawki audiometryczne i przycisk

pacjenta. Platforma Badań Zmysłów została wyposażona w testy przesiewowe, które umożliwiają wykrywanie dysfunkcji w zakresie wzroku, słuchu i mowy. Urządzenie ułatwia zbieranie danych z ankiet do badań epidemiologicznych oraz przysyłanie wyników do systemu centralnego za pośrednictwem internetu. Wyniki badań są automatycznie oceniane i klasyfikowane, a te, które nie spełniają określonych warunków, mogą zostać przesłane do lekarzy specjalistów w celu dalszej oceny.

W trakcie diagnostyki lekarskiej u badanych dzieci odnotowano prawidłowy słuch obwodowy i nieprawidłowe wyniki wszystkich testów behawioralnych (FPT, DPT, DDT UL, DDT UP) w każdej grupie wiekowej. Na podstawie wywiadu z rodzicem i po zapoznaniu się z dokumentacją poradni psychologiczno-pedagogicznej na temat funkcjonowania językowo-poznawczego każdego pacjenta z badanej grupy sformułowano diagnozę zaburzeń przetwarzania słuchowego i skierowano dzieci na terapię słuchową SPPS-S oraz objęto je systematyczną pomocą logopedyczną, psychologiczną i pedagogiczną w Podkarpackim Centrum Słuchu i Mowy „Medincus”.

Terapię słuchową przeprowadzono metodą Skarżyńskiego za pomocą Stymulatora Polimodalnej Percepcji Sensorycznej, który integruje oddziaływania psychologiczne z treningiem funkcji słuchowych oraz językowych i ma charakter polisensoryczny, co oznacza, że angażuje zmysły: słuchu, wzroku oraz dotyku. Urządzenie jest mobilne (pacjenci mają możliwość korzystania z terapii na miejscu, w placówce, jak również wypożyczenia zestawu SPPS-S i przeprowadzenia terapii w środowisku domowym), składa się z iPada oraz słuchawek na przewodnictwo powietrzne i kostne wraz z wbudowanym mikrofonem.

Indywidualne programowanie terapii słuchowej SPPS-S odbywa się na podstawie wyników wymienionych wyżej testów behawioralnych. Dane z testów FPT, DPT, DDT wprowadza się do panelu SPPS-S. Jest to strona internetowa, do której dostęp i dane do logowania ma jedynie certyfikowany terapeuta metody SPPS-S, służąca do weryfikacji wyników, a następnie programowania i pobierania terapii.

Badana grupa pacjentów została poddana stymulacji modyfikowanymi dźwiękami podawanymi za pośrednictwem słuchawek na przewodnictwo powietrzne i kostne. Zastosowana modyfikacja dźwięków opierała się na filtracji górnoprzepustowej, bramkowaniu oraz zmniejszaniu natężenia dźwięku w lewej słuchawce. Zadaniem opracowanych algorytmów – dotyczących dźwięków i sposobu ich podawania – jest ćwiczenie uwagi słuchowej, stymulacja czynności ucha środkowego oraz procesów percepcyjno-motorycznych [30].

Pierwsza sesja terapii jest częścią pasywną, podczas której pacjenci słuchają przetworzonego materiału dźwiękowego. Kolejne dwie sesje zawierają elementy zarówno aktywne, jak i pasywne, które się przeplatają. W aktywnej części terapii dziecko wykonuje ćwiczenia stymulujące autokontrolę słuchową (czyta lektury szkolne do mikrofonu wbudowanego w słuchawki; pacjenci, którzy nie potrafią płynnie czytać, opowiadają historyjki przedstawione na obrazkach lub powtarzają za terapeutą zdania czy wierszyki), koordynację słuchowo-wzrokową oraz

słuchowo-wzrokowo-ruchową [30]. Po każdej sesji pacjenci z badanej grupy byli kierowani na testy behawioralne: FPT, DPT i DDT. Aktywności oraz materiał dźwiękowy były dostosowywane do indywidualnych potrzeb pacjentów (w SPPS-S istnieje możliwość wybrania wiodącej grupy trudności u dziecka, np. zaburzenia koncentracji uwagi, trudności w czytaniu i pisaniu, wady wymowy, jękanie i in.) oraz wyników testów behawioralnych po pierwszej i drugiej sesji.

## Wyniki

Wyniki w testach FPT, DPT i DDT uzyskane przed terapią i po terapii porównano, stosując test *t*-Studenta dla prób zależnych. Przyjęto poziom istotności  $p < 0,05$ . Analizę statystyczną wykonano w programie IBM SPSS Statistics (wersja 24). W tabeli 1 przedstawiono wyniki analizy.

Badane dzieci we wszystkich testach uzyskały znacząco lepsze wyniki po terapii SPPS-S w porównaniu do stanu sprzed terapii. Największą poprawę zaobserwowano dla testu sekwencji częstotliwości dźwięków (FPT) – średnia zmiana to 40,5%. W teście oceny sekwencji długości dźwięków (DPT) – zmiana (poprawa) wyniosła średnio 34,1%, natomiast w teście rozdzielności cyfrowym odpowiedzi z ucha lewego (DDT UL) poprawiły się średnio o 14,3%, a z ucha prawego (DDT UP) – o 13,8%.

Ze względu na małą liczbę dzieci w poszczególnych grupach wiekowych nie zastosowano testu statystycznego, ale ograniczono się do podania wyników przeciętnych przed rozpoczęciem terapii słuchowej SPPS-S i po jej zakończeniu. Biorąc pod uwagę rozpiętość wiekową badanej grupy, lepsze wyniki w testach oceniających umiejętność przetwarzania dźwięków uzyskały dzieci 9- i 10-letnie niż dzieci najmłodsze i najstarsze. Średni wzrost w teście FPT dla 4-osobowej grupy dzieci 7-letnich po trzeciej sesji SPPS-S wyniósł 41,2%, natomiast wyniki trojga pacjentów 8-letnich w tym teście poprawiły się średnio o 30%. W grupie wiekowej 9- i 10-letnich dzieci średni wzrost w wynikach rozróżniania sekwencji wysokości dźwięków wyniósł 51%, w przypadku pacjentów 11-letnich – 42%, a dzieci 12-letnie osiągnęły średnio 35-procentowy wzrost wyników.

W teście DPT, oceniającym rozróżnianie sekwencji długości dźwięków, we wzroście średnich wyników przodowały dzieci 7- i 8-letnie, u których odnotowano 45-procentową poprawę po trzeciej sesji terapii słuchowej. Dzieci 9- i 11-letnie poprawiły swoje wyniki w tym teście średnio o 35%, natomiast uśrednione wyniki 10- i 12-letnich pacjentów były zbliżone i wyniosły odpowiednio 27,5% i 22,1% na zakończenie terapii.

W teście rozdzielności cyfrowym (DDT), sprawdzającym odpowiedzi z ucha lewego, najwyższy wzrost wyników uzyskano w grupie dzieci 7-letnich (20,5%), 8-letnich (21,6%) oraz 12-letnich (24,9%). W grupach dzieci 10- i 11-letnich wzrost wyników wyniósł 6%, a w grupie pacjentów 9-letnich – 14%. Najwyższy średni wzrost wyników odpowiedzi z ucha prawego w teście cyfrowym odnotowano w grupie dzieci 9-letnich (20,5%), kolejno uplasowali się pacjenci 8-letni (16,7%), 10-letni (13,1%) i 7-letni (11,2%). Średni wzrost wyników dla dzieci 11- i 12-letnich wyniósł 9%.

**Tabela 1.** Porównanie wyników testów przed terapią SPPS-S i po terapii (*M* – średnia, *SD* – odchylenie standardowe, *t* – wynik testu *t*-Studenta, *p* – poziom istotności, UL – ucho lewe, UP – ucho prawe)**Table 1.** Comparison of test results before and after SPPS-S therapy (*M* – mean, *SD* – standard deviation, *t* – Student's *t*-test result, *p* – significance level, UL – left ear, UP – right ear)

Test	Przed terapią SPPS-S		Po terapii SPPS-S		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
FPT	22,80	16,84	63,30	19,20	18,34	<0,001
DPT	40,54	25,38	74,60	12,89	8,39	<0,001
DDT UL	46,00	18,50	60,30	19,19	5,32	<0,001
DDT UP	69,20	16,98	83,00	11,25	6,36	<0,001

**Tabela 2.** Wyniki testu FPT przed rozpoczęciem terapii słuchowej SPPS-S i po jej zakończeniu**Table 2.** FPT test results before and after SPPS-S auditory therapy

Wiek badanych [w latach]	Liczba dzieci z danej grupy wiekowej	FPT – Test sekwencji częstotliwości dźwięku	
		Średnia wyników przed terapią [%]	Średnia wyników po terapii [%]
7	4	15,6	56,8
8	3	40,0	70,0
9	5	14,5	65,5
10	4	20,6	57,5
11	3	34,0	76,6
12	6	28,3	63,7

**Tabela 3.** Wyniki testu DPT przed rozpoczęciem i po zakończeniu terapii słuchowej SPPS-S**Table 3.** DPT test results before and after SPPS-S auditory therapy

Wiek badanych [w latach]	Liczba dzieci z danej grupy wiekowej	DPT – Test sekwencji długości dźwięku	
		Średnia wyników przed terapią [%]	Średnia wyników po terapii [%]
7	4	18,3	63,1
8	3	26,6	74,1
9	5	35,5	73,0
10	4	44,3	71,8
11	3	44,1	77,5
12	6	69,1	91,2

**Tabela 4.** Wyniki testu DDT – odpowiedzi z ucha lewego oraz odpowiedzi z ucha prawego przed rozpoczęciem i po zakończeniu terapii słuchowej SPPS-S**Table 4.** DDT test results – responses from the left ear and responses from the right ear before and after SPPS-S auditory therapy

Wiek badanych [w latach]	Liczba dzieci z danej grupy wiekowej	DDT UL		DDT UP	
		Test rozdzielności cyfrowy ucho lewe		Test rozdzielności cyfrowy ucho prawe	
		Średnia wyników przed terapią [%]	Średnia wyników po terapii [%]	Średnia wyników przed terapią [%]	Średnia wyników po terapii [%]
7	4	29,3	49,8	67,5	78,7
8	3	37,5	59,1	56,6	73,3
9	5	45,8	59,9	60,5	81,0
10	4	50,0	56,8	78,1	91,2
11	3	47,5	54,1	75,8	83,3
12	6	55,4	73,3	77,9	87,5

## Dyskusja

Uzyskane wyniki diagnozy wstępnej w placówce Podkarpackiego Centrum Słuchu i Mowy „Medincus” potwierdziły współwystępowanie APD z trudnościami edukacyjnymi uczniów, takimi jak: problemy z koncentracją uwagi słuchowej, rozumieniem komunikatów słownych, zaburzenia artykulacji, słuchu fonemowego oraz trudnościami w czytaniu metodą analityczną. Terapia słuchowa SPPS-S przyczyniła się nie tylko do poprawy wyników testów behawioralnych (FPT, DPT, DDT), lecz – co najważniejsze – do postępów edukacyjnych badanej grupy dzieci. Podobną poprawę w wynikach testów uwagi i lateralizacji słuchowej uczniów po terapii słuchowej metodą Tomatisa odnotował w 2012 roku zespół: M. Mularzuk, N. Czajka, J. Ratyńska, A. Szkiełkowska [31].

Trudności w rozumieniu mowy, jeśli problem pozostaje nierozpoznany, są niewłaściwie interpretowane przez otoczenie: ponieważ dziecko „nie jest głuche”, często przypisuje mu się złą wolę czy niedbałość, a w rzeczywistości jest to nieprawidłowość na wczesnym etapie przetwarzania informacji językowych [32]. „Wczesny”, bo nie chodzi tu o procesy rozumienia, czyli o wyższe czynności umysłowe, ale o analizę szybko po sobie następujących czasowych wzorców wejściowych. Jeśli dziecko nie do końca rozumie mowę, nie będzie też w stanie opanować czytania, czyli wystąpią u niego trudności z czytaniem [32].

Bellis proponuje trzy zasadnicze podejścia do terapii zaburzeń przetwarzania słuchowego [15]:

1. Trening ukierunkowany na konkretny deficyt słuchowy. Ten rodzaj pomocy powinien zostać poprzedzony dokładną diagnostyką pozwalającą precyzyjnie określić, które funkcje słuchowe dziecka wymagają usprawnienia i w jakim stopniu.
2. Modyfikacja środowiska szkolnego dziecka w taki sposób, aby możliwie jak najbardziej ułatwić mu rozumienie i zapamiętywanie informacji przekazywanych słuchowo.
3. Uczenie dziecka korzystania ze strategii kompensujących deficyty słuchowe.

W Polsce w ramach treningów mających korygować deficyty słuchowe proponuje się zastosowanie różnych metod. Najbardziej popularne są: Stymulator Polimodalnej Percepcji Sensorycznej Skarżyńskiego, metoda Tomatisa, Indywidualna Stymulacja Słuchu Johansena, Fast For Word – metoda Warnkego, metoda Samonas wg Ingo Steinbacha, Listening Fitness, Play Attention, dr Neuronowski, Interaktywny Metronom oraz logopedyczne treningi słuchowe. W terapii SPPS-S i wymienionych terapiach

słuchowych zwraca się przede wszystkim uwagę na zaburzenia dyskryminacji wysokości dźwięków i proponuje się stymulację tej umiejętności. Ma to szczególne znaczenie w przypadku zaburzeń mowy [2].

Dzięki terapii słuchowej SPPS-S można w sposób efektywny i zorganizowany, poprzez dźwięki o określonej częstotliwości doskonalić potencjał uważnego słuchania. Za pomocą odpowiednio filtrowanych dźwięków stymulowane są ośrodki w korze mózgowej, co prowadzi do większej wydajności recepcyjnej mózgu i lepszej percepcji bodźców zewnętrznych. Dzięki udoskonaleniu sprawności procesów percepcyjnych możliwe jest osiągnięcie wyższego poziomu funkcjonowania ucznia w sferze językowej, komunikacyjnej i emocjonalnej [31]. Terapia słuchowa wspomaga działania terapeutów, nauczycieli oraz samych dzieci, które uzyskując lepszą sprawność w zakresie percepcji słuchowej i pełniejszą umiejętność wykorzystywania swoich możliwości, mogą skuteczniej doskonalić się w innych obszarach i osiągać sukcesy edukacyjne [31].

## Wnioski

Pacjenci z badanej grupy nie mieli problemów ze słyszeniem (odbiorom dźwięków), ale ze słuchaniem, czyli zdolnością mobilizowania uwagi słuchowej, aby słyszeć. Wyniki uzyskane w toku realizacji trzech sesji SPPS-S jako formy polimodalnej stymulacji słuchowej, wzrokowej i dotykowej sugerują korzystny wpływ zastosowanej terapii oraz wskazują na wartość i zasadność prowadzenia działań wspierających proces uczenia się.

Dzięki terapii Stymulatorem Polimodalnej Percepcji Sensorycznej Skarżyńskiego u pacjentów nastąpił progres w zakresie: efektywnego koncentrowania uwagi słuchowej, sprawności rozpoznawania różnicy wysokości i długości dźwięków oraz lepszej autokontroli słuchowej, co sprzyja eliminacji wad wymowy. Poprawa w wynikach testów behawioralnych badanych pacjentów przełożyła się na skuteczność działań dzieci podczas zajęć logopedycznych w zakresie zadań słuchowo-językowych: analizy i syntezy fonemowej, świadomości metajęzykowej, koncentracji uwagi słuchowej, budowania wypowiedzi złożonych, rejestrowania informacji o otaczającym świecie (lepsze rozumienie otrzymywanych poleceń).

W celu utrwalenia pozycji SPPS-S w gronie dostępnych terapii słuchowych należałoby rozważyć zastosowanie strategii porównań podłużnych, która pozwoliłaby poobserwować i zbadać tych samych pacjentów wielokrotnie na przestrzeni lat, a tym samym przedstawić kolejne wyniki badań.

## Piśmiennictwo

1. Stach B, Kurkowski ZM. Centralne zaburzenia przetwarzania słuchowego a problemy w nauce u uczniów klasy II Szkoły Podstawowej. Now Audiofonol, 2012; 1(3): 62–66.
2. Kurkowski ZM. Centralne zaburzenia przetwarzania słuchowego, w: *Surdologopedia. Teoria i praktyka*. Furtak-Muzyka E (red.). Gdańsk: Harmonia; 2015, s. 54–64.
3. Kurkowski ZM. Audiogenne uwarunkowania zaburzeń komunikacji językowej. Lublin: Wydawnictwo UMCS; 2013, s. 35–49.
4. ICD-10. Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania, w: ICD-10. Opisy kliniczne i wskazówki diagnostyczne. Warszawa: Uniwersyteckie Wydawnictwo Medyczne „Versalius”; 1997.
5. Skoczylas A, Lewandowska M, Pluta A, Kurkowski ZM, Skarżyński H. Ośrodkowe zaburzenia słuchu – wskazówki diagnostyczne i propozycje terapii. Now Audiofonol, 2012; 1(1): 11–18.



6. British Society of Audiology. Practice Guidance. An overview of current management of auditory processing disorder (APD). Blackburn House, Redhouse Road Seafield; 2011, s. 1–68.
7. Fuente A, McPherson B. Ośrodkowe procesy przetwarzania słuchowego: wprowadzenie i opis testów do zastosowania u pacjentów polskojęzycznych. *Otolaryngologia*, 2007; 6(2), 66–76.
8. Skoczylas A, Cieśla K, Kurkowski ZM, Czajka N. Diagnostyka i terapia osób z zaburzeniami przetwarzania słuchowego w Polsce. *Now Audiofonol*, 2012; 1(3): 51–55.
9. Zaborniak-Sobczak M i wsp. Wsparcie edukacyjne uczniów z centralnymi zaburzeniami przetwarzania słuchowego. Niepełnosprawność. *Dyskursy pedagogiki specjalnej*, 2018; 29: 115–31.
10. American Speech-Language-Hearing Association. Central Auditory Processing: Current status of research and implications for clinical practice. *Am J Audiol*, 1996; 2: 51–55.
11. Samsonowicz K, Skoczylas A, Fludra M, Geremek-Samsonowicz A. Trudności językowe i szkolne u 8-letniego chłopca z zaburzeniami przetwarzania słuchowego – studium przypadku. *Now Audiofonol*, 2014; 3(4): 47–54.
12. Muthuselvi T, Yathiraj A. Utility of the screening checklist for auditory processing (SCAP) in detecting (C)APD in children. *Student Research at A.I.I.S.H. Mysore*, 2009; 7: 159–75.
13. Bamiou D, Musiek F, Luxon L. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders – a review. *Arch Dis Childhood*, 2001; 85(5): 361–70.
14. Dajos-Krawczyńska K, Piłka A, Jędrzejczak W, Skarżyński H. Diagnostyka zaburzeń przetwarzania słuchowego – przegląd literatury. *Now Audiofonol*, 2013; 2(5): 9–14.
15. Bellis TJ. Assessment and Management of Central Auditory Processing Disorders In the Educational Setting: From Science to Practice. Clifton Park (NY): Thomson/Delmar Learning; 2003.
16. American Speech-Language Hearing Association. (Central) Auditory Processing Disorders – The Role of the Audiologist [Position Statement], 2005; <https://www.asha.org/policy/PS2005-00114/> [dostęp: 7.07.2020].
17. Keith RW. Zaburzenia procesów przetwarzania słuchowego – postępy w rozumieniu istoty choroby. *Otorynolaryngologia*, 2004; 3(1): 7–14.
18. Jerger J, Musiek F. Report consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. *J Am Acad Audiol*, 2000; 11(9): 467–74.
19. Rostkowska J, Kobosko J, Kłonica LK. Problemy emocjonalno-społeczne i behawioralne u dzieci z centralnymi zaburzeniami przetwarzania słuchowego (CAPD) w ocenie rodziców. *Now Audiofonol*, 2013; 2(1): 29–35.
20. Rostkowska J. Aktywny trening słuchowy – element terapii pacjentów z zaburzeniami przetwarzania słuchowego. *Now Audiofonol*, 2014; 3(4): 39–43.
21. Milner R, Ganc M, Czajka N, Trzaskowski B. Zastosowanie terapii neurofeedback w poprawie wyższych funkcji słuchowych u dzieci z ośrodkowymi zaburzeniami słuchu. *Now Audiofonol*, 2012; 1: 79–86.
22. King WM, Lombardino L. Comorbid auditory processing disorders in developmental dyslexia. *Ear Hear*, 2003; 24: 448–56.
23. Sharma M, Purdy SC, Kelly AS. Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. *J Speech Lang Hear Res*, 2009; 52(3): 706–22.
24. Ferguson MA, Hall RL, Moore DR. Communication, listening, cognitive and speech perception skill in children with auditory processing disorder (APD) or specific language impairment (SLI). *J Speech Lang Hear Res*, 2011; 54: 211–27.
25. Neijenhuis K, Tschur H, Snik A. The effect of mild hearing impairment on auditory processing test. *J Am Acad Audiol*, 2004; 15(1): 6–16.
26. Keith RW. Zaburzenia procesów przetwarzania słuchowego, w: *Audiologia kliniczna*. Śliwińska-Kowalska M (red.). Łódź: Mediton; 2005, s. 367–75.
27. Kraus N, Bradlow AR, Cheatham MA. Consequences of neural asynchrony: a case of auditory neuropathy. *J Ass Res Otolaryng*, 2000; 1: 33–45.
28. Vopel KW. Gry i zabawy interakcyjne dla dzieci i młodzieży. Kielce: Wydawnictwo Jedność; 2009.
29. Krasowicz-Kupis G. Rozwój metajęzykowy a osiągnięcia w czytaniu u dzieci 6-9-letnich. Lublin: Wydawnictwo UMCS; 1999.
30. Czajka N, Grudzień D, Pluta A, Kurkowski MZ, Ganc M, Cieśla K i wsp. Efekty terapii Stymulacji Percepcji Słuchowej (SPS-S) u dzieci z zaburzeniami koncentracji uwagi słuchowej oraz centralnymi zaburzeniami przetwarzania słuchowego. *Now Audiofonol*, 2012; 1(1): 79–86.
31. Mularzuk M, Czajka N, Ratyńska J, Szkiełkowska A. Analiza wyników testu uwagi i lateralizacji słuchowej uczniów poddanych terapii za pomocą metody Tomatisa. *Now Audiofonol*, 2012; 1(3): 67–73.
32. Spitzer M. Jak uczy się mózg. Warszawa: PWN; 2012, s. 181–82.