

Przesłano do redakcji:
01.09.2025
Zaakceptowano po recenzji:
27.11.2025
Opublikowano:
03.03.2026

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

Wybrane wyzwania diagnostyczne i terapeutyczne w ośrodkowych zaburzeniach przetwarzania słuchowego (CAPD) – przegląd narracyjny

Selected diagnostic and therapeutic challenges in central auditory processing disorders (CAPD) – a narrative review

Joanna Wrona^{*1A-F} , Julia Bania^{*1A-F} , Aleksandra Bator^{*1A-F} ,
Karolina Dorobisz^{2AE} 

* Autorki wniosły równy wkład

¹ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski, Wrocław

² Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Katedra i Klinika
Otolaryngologii, Chirurgii Głowy i Szyi, Wrocław

Streszczenie

Wprowadzenie: Ośrodkowe (centralne) zaburzenia przetwarzania słuchowego (CAPD) odnoszą się do dysfunkcji ośrodkowego układu słuchowego, która upośledza zdolność efektywnego odbierania i analizowania bodźców akustycznych, pomimo prawidłowego funkcjonowania obwodowego układu słuchowego. CAPD manifestuje się deficytami w zakresie: lokalizacji i lateralizacji źródeł dźwięku, przetwarzania sygnałów w warunkach słuchania dychofonicznego, różnicowania cech akustycznych bodźców, analizy wzorców słuchowych, a także w obszarze przetwarzania czasowego, który obejmuje między innymi: integrację informacji słuchowej w czasie, detekcję różnic czasowych (na przykład przerw czasowych), sekwencjonowanie bodźców oraz maskowanie czasowe. Ponadto CAPD wpływa negatywnie na percepcję mowy w trudnych warunkach akustycznych, m.in. w obecności konkurencyjnych lub zniekształconych sygnałów dźwiękowych. Celem pracy była analiza i synteza aktualnego stanu wiedzy dotyczącej centralnych zaburzeń przetwarzania słuchowego u dzieci, ze szczególnym uwzględnieniem wyzwań diagnostycznych i terapeutycznych. Praca miała na celu omówienie mechanizmów leżących u podłoża CAPD, przedstawienie dostępnych narzędzi diagnostycznych, problemów diagnostyki różnicowej z innymi zaburzeniami neurorozwojowymi oraz przegląd aktualnie stosowanych metod terapeutycznych.

Materialy i metody: Pracę opracowano w formie narracyjnego przeglądu piśmiennictwa dotyczącego centralnych zaburzeń przetwarzania słuchowego u dzieci. Analizie poddano publikacje naukowe w języku polskim i angielskim, obejmujące badania oryginalne, prace przeglądowe oraz rekomendacje towarzystw naukowych z zakresu audiologii i logopedii. Przeglądu literatury dokonano z wykorzystaniem baz danych PubMed, Scopus oraz Google Scholar, koncentrując się na zagadnieniach związanych z definicją, diagnostyką, różnicowaniem oraz terapią CAPD. Wybrane prace poddano analizie jakościowej i syntetycznej.

Wyniki: Analiza piśmiennictwa wykazała, że CAPD jest złożonym zaburzeniem ośrodkowego układu słuchowego, rzadko występującym jako jednostka izolowana i często współistniejącym z innymi zaburzeniami neurorozwojowymi, takimi jak ADHD, dysleksja czy zaburzenia językowe. Podkreślono brak jednoznacznych, powszechnie akceptowanych kryteriów diagnostycznych oraz konieczność stosowania interdyscyplinarnego podejścia diagnostycznego, obejmującego testy behawioralne, kwestionariusze przesiewowe oraz badania elektrofizjologiczne. W zakresie terapii wykazano, że największą skuteczność przynoszą interwencje spersonalizowane, łączące trening słuchowy, strategie kompensacyjne oraz modyfikację środowiska akustycznego.

Wnioski: Wdrożenie odpowiedniej terapii, dopasowanej do indywidualnych potrzeb pacjenta, jest kluczowe dla optymalnego, codziennego funkcjonowania. Najnowsze badania podkreślają potrzebę ciągłego rozwoju metod diagnostycznych i terapeutycznych, aby skuteczniej wspierać dzieci z CAPD.

Słowa kluczowe: ośrodkowe zaburzenia przetwarzania słuchowego • CAPD • diagnostyka CAPD • objawy CAPD • terapia CAPD • badania przesiewowe CAPD

Autor korespondencyjny: Julia Bania, Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, wyb. Ludwika Pasteura 1, 50-367 Wrocław; email: juliaban.12.05.02@gmail.com

Abstract

Introduction: Central auditory processing disorder (CAPD) refers to dysfunction of the central auditory system that impairs the ability to effectively receive and analyse acoustic stimuli despite normal functioning of the peripheral auditory system. CAPD manifests as deficits in sound source localization and lateralization, processing of signals under dichotic listening conditions, discrimination of acoustic features of stimuli, analysis of auditory patterns, as well as temporal processing, which includes, among others, integration of auditory information over time, detection of temporal differences (e.g., gap detection), sequencing of stimuli, and temporal masking. Moreover, CAPD negatively affects speech perception in challenging acoustic environments, including the presence of competing or distorted auditory signals. The aim of this study was to analyse and synthesise the current state of knowledge regarding central auditory processing disorder in children, with particular emphasis on diagnostic and therapeutic challenges. The study sought to discuss the mechanisms underlying CAPD, present available diagnostic tools, address issues related to differential diagnosis with other neurodevelopmental disorders, and review currently used therapeutic methods.

Material and methods: The study was conducted as a narrative review of the literature concerning central auditory processing disorder in children. Scientific publications in Polish and English were analysed, including original studies, review articles, and recommendations of scientific societies in the fields of audiology and speech-language pathology. The literature search was performed using the PubMed, Scopus, and Google Scholar databases, focusing on issues related to the definition, diagnosis, differential diagnosis, and therapy of CAPD. Selected publications were subjected to qualitative and synthetic analysis.

Results: The analysis of the literature demonstrated that CAPD is a complex disorder of the central auditory system, rarely occurring as an isolated condition and frequently coexisting with other neurodevelopmental disorders, such as ADHD, dyslexia, or language disorders. The lack of clear, universally accepted diagnostic criteria was highlighted, as well as the need for an interdisciplinary diagnostic approach involving behavioural tests, screening questionnaires, and electrophysiological assessments. In terms of therapy, the greatest effectiveness was observed for personalised interventions combining auditory training, compensatory strategies, and modification of the acoustic environment.

Conclusions: The implementation of appropriate therapy tailored to the individual needs of the patient is crucial for optimal daily functioning. Recent studies emphasise the need for continuous development of diagnostic and therapeutic methods to more effectively support children with CAPD.

Keywords: central auditory processing disorder • CAPD • CAPD diagnostics • CAPD symptoms • CAPD therapy • CAPD screening

Skrót	Rozwinięcie skrótu	Odpowiednik w języku polskim
ABR	auditory brainstem response	śluchowe potencjały wywołane pnia mózgu
ADD	attention deficit disorder	zespół deficytu uwagi
ADHD	attention deficit hyperactivity disorder	zespół nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi
APD	auditory processing disorder	zaburzenia przetwarzania słuchowego
ASD	autism spectrum disorder	spektrum autyzmu
BIC	binaural interaction component	składnik interakcji binauralnej
CAPD	central auditory processing disorder	ośrodkowe zaburzenia przetwarzania słuchowego
CHAPS	<i>Children's Auditory Performance Scale</i>	<i>Skala oceny przetwarzania słuchowego u dzieci</i>
DDT	dichotic digits test	test rozdzielności cyfrowy
DLD	developmental language disorder	rozwojowe zaburzenie języka
DPOAE	distortion product otoacoustic emissions	otoemisje akustyczne produktów zniekształceń
DPT	duration pattern test	test sekwencji długości
DSM-5	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition</i>	<i>Klasyfikacja zaburzeń psychicznych DSM-5</i>
FPT	frequency pattern test	test sekwencji częstotliwości
FWT	filtered word test	test słów filtrowanych
GDT	gap detection test	test wykrywania przerw
LISN-S	<i>Listening in Spatialized Noise – Sentences</i>	test LISN-S
LLR	long latency response	badania długolatencyjne
MLR	middle latency response	badania średniolatencyjne
OUN	ośrodkowy układ nerwowy	–

Skrót	Rozwinięcie skrótu	Odpowiednik w języku polskim
PSI	pediatric speech intelligibility	test PSI
SAB	scale of auditory behaviours	Skala zachowań słuchowych
sABR	speech-evoked ABR	badanie sABR
SCAP	Screening Checklist of Auditory Processing	Kwestionariusz przesiewowy zaburzeń przetwarzania słuchowego SCAP
SLI	specific language impairment	specyficzne zaburzenia językowe
SLR	short latency response	badania krótkolatencyjne
SNR	signal-to-noise ratio	stosunek sygnału do szumu
SPN	speech-in-noise	rozumienie mowy w szumie
SPPS-S	Stymulacja Polimodalnej Percepcji Sensorycznej metodą Skarżyńskiego	–
TCS	time-compressed speech test	test mowy skompresowanej czasowo
UCL	uncomfortable loudness level	poziom dyskomfortu głośności

Wprowadzenie

Ośrodkowe (centralne) zaburzenia przetwarzania słuchowego (ang. *central auditory processing disorder*, CAPD) to dysfunkcja ośrodkowego układu nerwowego (OUN) odpowiedzialnego za przetwarzanie słuchowe, występująca przy braku ubytku słuchu obwodowego [1,2]. Amerykańskie Towarzystwo Mowy, Języka i Słuchu (*American Speech-Language-Hearing Association*, ASHA) definiuje CAPD jako zaburzenie, które stwierdza się w przypadku uzyskania w jednym lub obojgu uszach wyników odbiegających od średniej o co najmniej 2 odchylenia standardowe, uzyskanych w co najmniej dwóch testach z określonej puli diagnostycznej. Wspomniane testy dotyczą: lokalizacji i lateralizacji dźwięku, różnicowania bodźców akustycznych, rozpoznawania wzorców słuchowych, przetwarzania czasowego (obejmującego rozdzielczość czasową, maskowanie czasowe, integrację czasową oraz porządkowanie czasowe), percepcji mowy w utrudnionych warunkach akustycznych (przy obecności konkurencyjnych lub zniekształconych sygnałów dźwiękowych). Co istotne, rozpoznanie CAPD jest zasadne wyłącznie wówczas, gdy wykluczono niepełnosprawność intelektualną oraz niedosłuch [1,3–5].

Dysfunkcja mechanizmów leżących u podstaw CAPD jest przyczyną zaburzeń wyższych funkcji słuchowych, takich jak: integracja binauralna, separacja binauralna, słuchanie dychotyczne, dyskryminacja słuchowa, monauralne przetwarzanie niskoredundantne, przetwarzanie czasowe oraz wzorcowanie słuchowe [1]. Integracja binauralna odnosi się do procesów neurologicznych i psychoakustycznych, oznacza łączenie przez mózg sygnałów dźwiękowych docierających niezależnie do każdego ucha z osobna. Mechanizm ten ma podstawowe znaczenie w lokalizacji dźwięku i rozumieniu mowy w hałaśliwym otoczeniu. Z kolei separacja binauralna umożliwia skupienie uwagi na pojedynczym bodźcu słuchowym z jednoczesnym pominięciem pozostałych słyszanych dźwięków. Co więcej, wyniki testów wykazują, że integracja binauralna umiarkowanie koreluje z poziomem: inteligencji, uwagi słuchowej, pamięci operacyjnej, kontroli inhibicyjnej czy elastyczności poznawczej [6]. Słyszenie dychotyczne dotyczy zdolności do jednoczesnego przetwarzania dwóch różnych bodźców

akustycznych słyszanych niezależnie przez dwoje uszu, co umożliwia odbiorcy zarówno równoczesne postrzeganie i rozumienie obu sygnałów, jak i selektywne skupienie uwagi na jednym z nich [1,6]. Z kolei przetwarzanie temporalne to zdolność OUN (od jądra ślimakowego w pniu mózgu po korę słuchową) do analizy zmian w sygnale akustycznym w czasie, takich jak rytm, zmiany intonacji, akcent czy odstępy czasowe [2,6].

Objawy CAPD mogą nakładać się na symptomy innych zaburzeń rozwojowych, takich jak:

- 1) ADHD – zespół nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ang. *attention deficit hyperactivity disorder*);
- 2) ADD – zespół deficytu uwagi (ang. *attention deficit disorder*)
- 3) dysleksję;
- 4) zaburzenia artykulacyjne (dyslalia);
- 5) SLI/DLD: specyficzne zaburzenia językowe (ang. *specific language impairment*) [7]/ rozwojowe zaburzenie języka (ang. *developmental language disorder*); zapis SLI/DLD odzwierciedla zmiany terminologiczne, zgodnie z którymi termin SLI, powszechny w starszej literaturze, jest obecnie zastępowany określeniem DLD jako bardziej adekwatnym i rekomendowanym w odniesieniu do rozwojowych zaburzeń języka o niejednoznacznej etiologii, ponieważ nie opiera się na kryteriach wykluczających, lepiej oddaje heterogeniczny i rozwojowy charakter zaburzeń języka oraz dopuszcza ich współwystępowanie z innymi zaburzeniami neurorozwojowymi [4,8,9].

Potencjalne czynniki etiologiczne CAPD u dzieci obejmują między innymi: przedwczesny poród, niedotlenienie okołoporodowe, zakażenia ośrodkowego układu nerwowego oraz infekcje wirusowe występujące w okresie niemowlęcym, urazy czaszkowo-mózgowe, obecność guzów w obrębie ośrodkowego układu nerwowego, incydenty naczyniowo-mózgowe, ekspozycję na substancje toksyczne, a także przedłużającą się bądź nawracającą depryzację słuchową (na przykład nawracające zapalenie ucha środkowego), szczególnie w krytycznych fazach rozwoju funkcji słuchowych. Wśród czynników ryzyka należy również

uwzględnić predyspozycje genetyczne oraz opóźnione dojrzewanie ośrodkowych dróg słuchowych [1,10–12]. Istnieją także doniesienia wskazujące, że wrodzona niedoczynność tarczycy może przyczyniać się do rozwoju CAPD [13].

Zgodnie z klasyfikacją zaproponowaną przez Keitha [14] zaburzenia przetwarzania słuchowego (APD) można podzielić na trzy kategorie w zależności od etiologii, objawów i dominujących deficytów:

- 1) APD rozwojowe – zaburzenia pojawiają się po raz pierwszy w dzieciństwie przy prawidłowych wynikach badań audiometrycznych i braku uchwytnej przyczyny. Nieprawidłowości mogą się utrzymywać w dorosłości.
- 2) APD nabyte – wynika z uszkodzenia OUN, które może powstać prenatalnie lub postnatalnie, np. w wyniku infekcji czy niedotlenienia.
- 3) APD wtórne – rozwija się w konsekwencji częstych infekcji ucha środkowego i następczego niedosłuchu przewodzeniowego.

Istnieje również model Bellis–Ferre [4] łączący dominujący deficyt przetwarzania słuchowego (rozpoznany na podstawie wyników licznych testów) z dysfunkcją w konkretnym obszarze neuroanatomicznym mózgowia. W modelu tym wyróżnia się trzy główne oraz dwa wtórne typy CAPD. Klasyfikacja głównego typu obejmuje: deficyt dekodowania słuchowego z dysfunkcją w pierwotnej korze słuchowej; deficyt prozodyczny z dysfunkcją w prawym płacie skroniowym; deficyt integracji z dysfunkcją w ciele modzelowatym. Natomiast wtórnego: deficyt asocjacyjny z dysfunkcją w obszarze skojarzeń słuchowych oraz deficyt organizacji odpowiedzi z dysfunkcją układu skroniowo-czołowego i/lub odśrodkowego [4].

Celem niniejszego opracowania jest uporządkowanie i podsumowanie aktualnych doniesień dotyczących CAPD u dzieci, z naciskiem na trudności związane z rozpoznawaniem i leczeniem tych zaburzeń. W opracowaniu omówiono złożoność diagnostyczną CAPD i stosowane metody diagnostyczne, a także poddano analizie zagadnienia diagnostyki różnicowej w kontekście innych zaburzeń, np. ADHD. Jednym z głównych założeń pracy jest charakterystyka CAPD jako jednostki klinicznej, która może występować w populacji pediatrycznej zarówno jako zaburzenie izolowane, jak i współwystępujące z trudnościami neurorozwojowymi. Ostatecznie celem opracowania jest dokonanie przeglądu i syntezy dotychczasowych interwencji terapeutycznych stosowanych u dzieci z rozpoznaniem CAPD.

CAPD vs inne zaburzenia neurorozwojowe

CAPD często współwystępuje z innymi zaburzeniami neurorozwojowymi, w tym z ADHD, ADD, dysleksją czy DLD. Diagnostyka różnicowa CAPD w odniesieniu do wymienionych jednostek stanowi istotne wyzwanie kliniczne, ponieważ objawy deficytów uwagi, językowych i słuchowych często się nakładają [15–17]. Trudność diagnostyczna dotyczy zatem przede wszystkim rozróżnienia objawów wynikających z deficytów przetwarzania słuchowego od tych, które wynikają z deficytów językowych lub poznawczych.

ADHD

Aktualne dane wskazują, że współwystępowanie CAPD i ADHD jest częste i przekracza przypadkową koincydencję. W populacjach dzieci kierowanych do diagnostyki CAPD nawet ponad połowa może spełniać kryteria ADHD lub wykazywać istotne deficyty uwagi i odwrotnie – u dzieci z ADHD często obserwuje się zaburzenia przetwarzania słuchowego, choć są to zaburzenia częściowo niezależne [18,19]. W badaniach klinicznych odsetek współwystępowania obu zaburzeń waha się od 30% do 80%, zależnie od zastosowanych kryteriów i narzędzi diagnostycznych [18,19]. Deficyty słuchowe obserwowane u dzieci z ADHD lub ADD są często związane z dysfunkcjami w zakresie funkcji wykonawczych, objawiającymi się przede wszystkim zaburzeniami uwagi selektywnej, deficytami pamięci roboczej oraz osłabioną kontrolą poznawczą, a nie bezpośrednio z patologią ośrodkowego układu słuchowego [20]. Należy zatem traktować te trudności jako element szerszego zaburzenia neurokognitywnego, obejmującego nie tylko przetwarzanie słuchowe, lecz także gospodarowanie zasobami poznawczymi [5].

Aktualne rekomendacje dotyczące różnicowania CAPD i ADHD podkreślają konieczność zastosowania złożonego, wielodyscyplinarnego podejścia diagnostycznego, obejmującego zarówno testy behawioralne, jak i ocenę funkcji poznawczych oraz uwagi [18]. Podstawowymi badaniami w diagnostyce CAPD są testy oceniające wyższe funkcje słuchowe, takie jak test rozdzielności cyfrowy (ang. *dichotic digits test*, DDT), test sekwencji częstotliwości (ang. *frequency pattern test*, FPT) i test sekwencji długości (ang. *duration pattern test*, DPT), a także testy rozumienia mowy w szumie oraz testy integracji bodźców akustycznych. Wyniki poniżej normy w co najmniej dwóch testach (≥ 2 odchylenia standardowe poniżej średniej) są wskaźnikiem CAPD. Testy te powinny być uzupełnione o ocenę uwagi słuchowej i funkcji poznawczych, aby wykluczyć deficyty wtórne do zaburzeń uwagi [21,22].

W przypadku ADHD rozpoznanie opiera się na kryteriach DSM-5, zebraniu wywiadu od rodziców i nauczycieli oraz zastosowaniu standaryzowanych kwestionariuszy oceniających objawy w różnych środowiskach. American Academy of Pediatrics zaleca, aby diagnoza ADHD była stawiana na podstawie oceny klinicznej, z wykorzystaniem takich narzędzi jak *Conners' Rating Scales* czy *Vanderbilt Assessment Scales*, przy jednoczesnym wykluczeniu innych przyczyn objawów, w tym CAPD [23].

W celu skutecznego różnicowania CAPD od ADHD rekomenduje się:

1. Równoległe zastosowanie testów słuchowych i testów uwagi – deficyty w testach słuchowych utrzymujące się mimo prawidłowej uwagi sugerują CAPD, natomiast pogorszenie wyników testów słuchowych wtórne do zaburzeń uwagi wskazuje na ADHD [18,24].
2. Kwestionariusze przesiewowe, np. *Skalę oceny przetwarzania słuchowego u dzieci* – polską adaptację kwestionariusza CHAPS (*Children's Auditory Performance Scale*), które mogą wspierać proces diagnostyczny CAPD, ale nie zastępują testów behawioralnych [25].
3. Testy elektrofizjologiczne słuchu, m.in. ABR (ang. *auditory brainstem response*), sABR (ang. *speech-evoked ABR*),

pomocne jako narzędzia wspomagające, szczególnie gdy wyniki testów behawioralnych są niejednoznaczne lub istnieje podejrzenie współwystępowania zaburzeń uwagi [26,27].

DLD

Obejmują utrzymujące się trudności w nabywaniu i używaniu języka (w mowie, piśmie lub języku migowym) w zakresie słownictwa, gramatyki i dyskursu, przy jednoczesnym wykluczeniu: innych zaburzeń rozwojowych, upośledzenia słuchu i niepełnosprawności intelektualnej [28]. Dzieci z DLD uzyskują istotnie gorsze wyniki w testach językowych (jak np. *Children's Communication Checklist-2* czy testy rozumienia mowy w szumie z użyciem słów monosylabowych) niż dzieci z CAPD. W przypadku DLD deficyty w testach słuchowych są wtórne do zaburzeń językowych i nie są dominujące [16,28,29].

Dysleksja

Podstawowe różnice między CAPD a dysleksją u dzieci dotyczą wyników w testach czytania oraz testach przestrzennego przetwarzania słuchowego (takich jak *Listening in Spatialized Noise – Sentences*, LISN-S). Dzieci z dysleksją w testach czytania (czytanie słów, pseudowyrazów, tekstów) popełniają typowe błędy fonologiczne oraz wykazują trudności w dekodowaniu, co jest konsekwencją deficytów świadomości fonologicznej i automatyzacji nazw [30,31]. Wyniki w testach czytania są znacznie gorsze u pacjentów z dysleksją niż u dzieci z CAPD, które mogą mieć prawidłowe lub tylko nieznacznie obniżone wyniki, o ile nie współwystępuje u nich zaburzenie mowy lub czytania [27,32]. W testach przestrzennego przetwarzania słuchowego, tj. LISN-S, dzieci z CAPD w porównaniu do tych z dysleksją osiągają wyraźnie niższe wyniki w warunkach, w których sygnał mowy jest oddzielony przestrzennie od szumu. Deficyty te są specyficzne dla mechanizmów segregacji strumieni słuchowych i nie zależą od poziomu umiejętności czytania czy językowych [33]. Dzieci z dysleksją mogą mieć trudności w rozumieniu mowy w szumie, ale ich wyniki w LISN-S nie różnią się istotnie od wyników dzieci bez zaburzeń czytania, zwłaszcza gdy maskowanie jest przestrzenne. Deficyty w rozumieniu mowy w szumie u dyslektyków są bardziej związane z ogólnymi trudnościami językowymi i fonologicznymi niż z segregacją przestrzenną [34,35]. Reasumując, dzieci z CAPD mają specyficzne deficyty w przestrzennym przetwarzaniu słuchowym (LISN-S), natomiast dzieci z dysleksją wykazują głębokie deficyty w testach czytania, a ich trudności w rozumieniu mowy w szumie są wtórne do deficytów fonologicznych.

Spektrum autyzmu

CAPD różni się od zaburzenia ze spektrum autyzmu (ang. *autism spectrum disorder*, ASD) pod względem objawów klinicznych, mechanizmów patofizjologicznych oraz zakresu deficytów funkcjonalnych u dzieci. CAPD charakteryzuje się pierwotnymi deficytami w przetwarzaniu bodźców akustycznych na poziomie ośrodkowego układu nerwowego, przy prawidłowym słuchu obwodowym. Objawy obejmują trudności w: rozumieniu mowy w szumie, rozpoznawaniu wzorców czasowych i częstotliwości, lokalizacji dźwięku

oraz w zadaniach wymagających integracji bodźców słuchowych. Dzieci z CAPD nie wykazują typowych dla ASD zaburzeń komunikacji społecznej ani zachowań stereotypowych, a ich trudności są ograniczone głównie do obszaru słuchowego [36,37].

ASD jest zaburzeniem neurorozwojowym, w którym dominują deficyty w zakresie komunikacji społecznej, interakcji oraz obecność powtarzalnych stereotypowych zachowań. U dzieci z ASD często występują zaburzenia przetwarzania słuchowego, ale mają one charakter wtórny do globalnych zaburzeń sensorycznych i poznawczych. Typowe są nadwrażliwość na dźwięki lub obniżona wrażliwość na dźwięki, trudności w odróżnianiu mowy od szumu, a także zmienność odpowiedzi neuronalnych na bodźce akustyczne, co wiąże się z nieprawidłowościami w korze słuchowej, m.in. jej strukturze [38–41]. Deficyty słuchowe w ASD są powiązane z zaburzeniami językowymi, komunikacyjnymi i społecznymi, oraz nie są izolowane jak w CAPD.

CAPD różni się od innych zaburzeń neurorozwojowych tym, że jego objawy są pierwotnie związane z deficytami w przetwarzaniu bodźców akustycznych na poziomie ośrodkowego układu nerwowego, a nie z całościowymi zaburzeniami uwagi, językowymi czy funkcji poznawczych. W przeciwieństwie do takich zaburzeń jak ADHD, DLD, dysleksja czy autyzm, CAPD charakteryzuje się specyficznymi trudnościami w zadaniach słuchowych (np. z rozumieniem mowy w szumie, rozpoznawaniem wzorców czasowych), podczas gdy inne zaburzenia neurorozwojowe manifestują się głównie deficytami w obszarach językowych, czytania, uwagi lub komunikacji społecznej.

Diagnostyka CAPD

Dzieci z CAPD napotykają liczne trudności w codziennym funkcjonowaniu, dlatego wymagają specjalistycznego wsparcia terapeutycznego. Wdrożenie odpowiedniej terapii powinno być poprzedzone kompleksową diagnostyką prowadzoną przez interdyscyplinarny zespół specjalistów, obejmujący: psychologa, audiologa, logopedę, foniatrę i otolaryngologa. Proces diagnostyczny powinien obejmować te dzieci, których opiekunowie, rodzice bądź nauczyciele zgłaszają objawy mogące wskazywać na trudności w zakresie przetwarzania słuchowego [42,43]. Rozpoznanie CAPD stawia się zwykle po ukończeniu 6–7 roku życia, kiedy percepcja słuchowa uznawana jest za w pełni ukształtowaną. U dzieci młodszych stosuje się specjalnie zaprojektowane zestawy testów dostosowane do wieku; w przypadku wykrycia odchyłań od normy można jedynie określić podwyższone ryzyko wystąpienia APD. Kwestionariusze, takie jak CHAPS, mogą stanowić cenne narzędzia przesiewowe, wspomagające wczesne rozpoznanie trudności; wyniki kwestionariuszy mogą wskazywać na potrzebę dalszej, pogłębionej diagnozy oraz ewentualnych interwencji terapeutycznych, co ma istotne znaczenie dla prawidłowego rozwoju dziecka [1,2,44].

Kwestionariusze

CHAPS

Kwestionariusz opracowany przez Smoskiego i wsp. [2], służy do oceny zachowań słuchowych dzieci w codziennych

sytuacjach. Jest narzędziem przesiewowym wykorzystywanym do wczesnego rozpoznawania CAPD u dzieci w wieku szkolnym. Choć CHAPS nie jest narzędziem diagnostycznym, pozwala wskazać dzieci zagrożone CAPD i stanowi punkt odniesienia do pogłębionej oceny audiologicznej. Dodatkowo może być stosowany do oceny skuteczności terapii poprzez porównanie wyników sprzed i po interwencji [2].

CHAPS składa się z 36 pozycji, podzielonych na sześć kategorii odzwierciedlających różne warunki akustyczne i aspekty przetwarzania słuchowego: rozumienie mowy w hałasie, w ciszy, w warunkach optymalnych, w obecności wielu bodźców akustycznych, a także pamięć i sekwencjonowanie słuchowe oraz zakres uwagi słuchowej. Odpowiedzi oceniane są na siedmiostopniowej skali Likerta, od +1 (mniejsze trudności niż rówieśnicy) do –5 (całkowita niezdolność do funkcjonowania w danej sytuacji). Wyniki są uśredniane w celu określenia ryzyka CAPD [2]. Kwestionariusz mogą wypełniać nauczyciele lub rodzice. CHAPS jest narzędziem prostym, szybkim, tanim i niewymagającym specjalistycznego sprzętu, co czyni go przydatnym zarówno w środowisku szkolnym, jak i domowym [2].

Skuteczność CHAPS potwierdzono w wielu językach, m.in. w wersji arabskiej, która wykazała znakomitą rzetelność i spójność. W badaniu z udziałem 53 dzieci w wieku 7–9 lat współczynnik α Cronbacha wyniósł 0,997, a rzetelność test-retest r Pearsona = 0,994. Wszystkie podskale (np. *Hałas*, *Pamięć słuchowa*, *Uwaga*) wykazały wysoką rzetelność ($\alpha > 0,96$). Wyniki te potwierdzają, że CHAPS jest narzędziem wysoce trafnym i stabilnym w badaniach przewiewowych CAPD [2]. Dzięki uniwersalności został on przetłumaczony i zaadaptowany m.in. w Turcji, Rosji, Polsce, Brazylii i Iranie. Badania potwierdzają jego użyteczność w ocenie trudności w zakresie słyszenia i rozumienia mowy u dzieci, co ułatwia wczesną identyfikację problemów oraz kierowanie na odpowiednią terapię lub diagnostykę [2].

SAB

Scale of auditory behaviours, w polskiej adaptacji *Skala zachowań słuchowych* [45], to narzędzie przesiewowe identyfikujące dzieci zagrożone CAPD. Zawiera 12 pozycji opisujących codzienne zachowania słuchowe, ocenianych przez rodziców lub opiekunów na pięciostopniowej skali, gdzie 1 – bardzo często, a 5 – nigdy. Wynik całkowity mieści się w zakresie 12–60 punktów. Wynik 30 lub mniej wskazuje na poważne trudności i konieczność wykonania pełnej diagnostyki, 31–45 punktów sugeruje zwiększone ryzyko CAPD, a wynik od 46 do 60 punktów uznaje się za prawidłowy [45,46]. W badaniu obejmującym 6066 dzieci z prawidłowym słuchem odsetek wyników wskazujących na potencjalne zaburzenia (CAPD lub ryzyko CAPD) wyniósł 26,5%, co oznacza, że ponad jedno dziecko na czworo w badanej populacji wykazywało objawy mogące świadczyć o trudnościach w przetwarzaniu słuchowym. SAB jest narzędziem prostym, szybkim i skutecznym w wykrywaniu wczesnych problemów słuchowych, a także w monitorowaniu efektów terapii. Polska wersja kwestionariusza potwierdziła jego czułość i trafność, co czyni go cennym narzędziem w początkowych etapach diagnostyki CAPD [45].

SCAP

Kwestionariusz *Screening Checklist of Auditory Processing* to narzędzie przesiewowe stworzone do oceny ryzyka występowania APD. W wersji dla dzieci opracowany został przez Yathiraj i wsp. [47]. Nie został zwalidowany do języka polskiego, a jedynie opisany przez Krawczyńską [48], która przetłumaczyła jego nazwę jako *Kwestionariusz przesiewowy zaburzeń przetwarzania słuchowego SCAP*. Kwestionariusz składa się z dwunastu pytań dotyczących m.in. uwagi słuchowej, pamięci, rozumienia mowy czy różnicowania dźwięków. Odpowiedzi udzielane są w formie „tak” lub „nie”, a każda odpowiedź „tak” oznacza występowanie danego problemu i daje jeden punkt. Wynik równy lub wyższy niż sześć punktów, czyli 50% możliwych do zdobycia, wskazuje na ryzyko występowania APD. Badania wykazały, że kwestionariusz charakteryzuje się dość wysoką czułością (71%) i specyficznością (68%), co potwierdza jego przydatność w praktyce przesiewowej [48]. SCAP jest prostym, niedrogim i szybkim narzędziem przesiewowym, które pozwala na wyłonienie osób znajdujących się w grupie ryzyka zaburzeń przetwarzania słuchowego. Ze względu na niespecyficzny charakter objawów nie może jednak stanowić podstawy pełnej diagnozy, a jedynie wskazówkę do dalszych, bardziej szczegółowych badań audiologicznych, psychologicznych i logopedycznych [48].

Testy słuchowe

Diagnostyka CAPD obejmuje także badania przesiewowe o charakterze pogłębionym i potwierdzającym, których celem jest ocena funkcji centralnych oraz wykluczenie innych przyczyn trudności komunikacyjnych [42,49]. Podstawowe badania audiologiczne subiektywne, takie jak audiometria tonalna (przewodnictwo powietrzne i kostne) oraz audiometria mowy w ciszy, służą do wyznaczenia progów słyszenia i odróżnienia APD od neuropatii słuchowej czy chorób neurodegeneracyjnych, takich jak: adrenoleukodystrofia, mitochondropatie, ataksje dziedziczne czy neuronalne ceroidolipofuscynozy [49–53]. Ponadto wyznaczenie *uncomfortable loudness level* (UCL) pozwala ocenić poziom nadwrażliwości słuchowej, choć u młodszych dzieci (tj. poniżej 7 roku życia) jest on zwykle oceniany pośrednio – na podstawie wywiadu i kwestionariuszy [49]. Badania obiektywne, takie jak tympanometria, ABR i DPOAE (ang. *distortion product otoacoustic emissions*), umożliwiają ocenę funkcji ucha środkowego, wewnętrznego oraz przewodnictwa nerwowego. Badania te pomagają wykluczyć niedosłuch przewodzeniowy i niedosłuch odbiorczy, w tym neuropatię słuchową [42,49].

Testy słuchowe subiektywne

1. Audiometria tonalna – w diagnostyce APD jest wykonywana w poradni audiologicznej jako element rutynowej oceny słuchu obwodowego. Badanie obejmuje wykonanie audiogramu tonalnego zarówno drogą przewodnictwa powietrznego, jak i kostnego. Choć ma ograniczoną wartość w samym rozpoznawaniu zaburzeń przetwarzania słuchowego, odgrywa istotną rolę w wykluczaniu niedosłuchu obwodowego. W kryteriach rozpoznania APD podkreśla się konieczność uzyskania prawidłowej czułości słuchu w audiometrii tonalnej,

co oznacza, że próg słyszenia dla częstotliwości od 250 do 8000 Hz powinien wynosić 0–20 dB HL [42].

2. Audiometria mowy – w diagnostyce APD audiometria mowy wykonywana jest w poradni audiologicznej jako uzupełnienie badań słuchu obwodowego. Badanie to obejmuje ocenę rozumienia mowy w ciszy, co pozwala na uzyskanie audiogramu słownego. Choć ma ograniczoną wartość w samym rozpoznawaniu zaburzeń przetwarzania słuchowego, stanowi ważny element w różnicowaniu APD z innymi schorzeniami, w szczególności z neuropatią słuchową. Dzięki temu możliwe jest odróżnienie trudności wynikających z centralnych deficytów przetwarzania od problemów związanych z obwodową częścią narządu słuchu [42].

Testy słuchowe obiektywne

1. DPOAE – badanie otoemisji akustycznych produktów zniekształceń (ang. *distortion product otoacoustic emissions*) ocenia funkcję zewnętrznych komórek rzęsatych w ślimaku poprzez pomiar dźwięków generowanych w uchu wewnętrznym w odpowiedzi na dwa jednocześnie podawane tony. Badanie to ma zasadnicze znaczenie w ocenie integralności ucha wewnętrznego. W kontekście diagnostyki APD stosuje się je w celu wykluczenia uszkodzeń ślimaka oraz potwierdzenia, że trudności dziecka w zakresie słyszenia nie wynikają z obwodowego ubytku słuchu, lecz mogą mieć podłoże w centralnych deficytach przetwarzania słuchowego [42].
2. Tympanometria – wraz z badaniem odruchu z mięśnia strzemiączkowego stanowi element audiometrii impedancyjnej. Ocenia ruchomość błony bębenkowej oraz poziom ciśnienia w uchu środkowym. Jest to istotne badanie umożliwiające identyfikację lub wykluczenie niedosłuchu przewodzeniowego spowodowanego patologiami ucha środkowego. Audiometria impedancyjna obejmuje również pomiar progów odruchów akustycznych (zarówno ipsilateralnych, jak i kontralateralnych), co pozwala uzyskać pełniejszy obraz funkcjonowania całego mechanizmu przewodzenia dźwięku i działania ucha środkowego [42]. Łącznie badania DPOAE i tympanometria odgrywają kluczową rolę w ocenie prawidłowości funkcjonowania obwodowych mechanizmów słuchowych. Ich wyniki pomagają w odróżnieniu problemów obwodowych od ośrodkowych, co jest niezbędne do postawienia trafnej diagnozy APD [42].
3. Badania krótkolatencyjne (ang. *short latency response*, SLR), w tym ABR, należą do podstawowych narzędzi diagnostycznych. ABR pozwala na zdiagnozowanie uszkodzenia ślimaka, nerwu słuchowego i pnia mózgu. Wykorzystywane jest w celu wykluczenia takich patologii jak neuropatia słuchowa, guzy nerwu słuchowego, uszkodzenia przewodnictwa pnia mózgu (np. guzów czy malformacji), które mogą manifestować się podobnie do APD mimo wyznaczonych prawidłowych progów słyszenia. Podczas badania dźwięki są podawane przez słuchawki, a elektrody rejestrują aktywność pnia mózgu. Nieprawidłowe lub opóźnione zapisy fal mogą wskazywać na zaburzenia przewodnictwa nerwowego. ABR odgrywa istotną rolę w diagnostyce różnicowej, pomagając upewnić się, że trudności w przetwarzaniu słuchowym nie wynikają z zaburzeń przewodzenia na niższych poziomach układu nerwowego [54–57].

4. Badania średniolatencyjne (ang. *middle latency response*, MLR) – są cenną metodą, dzięki której można ocenić aktywność podkorowych ośrodków słuchowych oraz pierwotnej kory słuchowej. Wydłużone latencje lub zmniejszone amplitudy mogą świadczyć o opóźnionym dojrzewaniu lub dysfunkcji w obrębie ośrodkowego toru słuchowego. MLR jest często wykorzystywane do oceny efektów treningu słuchowego [54]. Testy MLR rejestrują odpowiedzi bioelektryczne ośrodkowego układu słuchowego pojawiające się w ciągu 10–50 ms po zadziałaniu bodźca akustycznego. Analizie podlegają głównie fale Na i Pa oraz ich amplituda, a dodatkowo obliczany jest składnik interakcji binauralnej (ang. *binaural interaction component*, BIC), który odzwierciedla zdolność mózgu do integrowania informacji z obojga uszu. U dzieci z podejrzeniem CAPD latencje odpowiedzi Na i Pa oraz BIC są wydłużone, a amplitudy istotnie niższe w porównaniu z dziećmi zdrowymi. MLR i BIC stanowią obiektywne narzędzia diagnostyczne, przydatne w różnicowaniu dzieci zdrowych i z zaburzeniami przetwarzania słuchowego [58].
5. Badania długolatencyjne (ang. *long latency response*, LLR), w tym test P300, służą do oceny wyższych funkcji słuchowych, takich jak uwaga, zdolność różnicowania bodźców oraz szybkość przetwarzania informacji słuchowej. Dziecko proszone jest o rozpoznawanie lub reagowanie na rzadkie (docelowe) dźwięki wśród częstych bodźców. Wydłużone latencje komponentu P300 mogą wskazywać na wolniejsze poznawcze przetwarzanie dźwięków i są często obserwowane u dzieci z deficytami uwagi lub pamięci w zakresie zadań słuchowych [54].

Łączne zastosowanie SLR, MLR i LLR umożliwia potwierdzenie rozpoznania CAPD oraz różnicowanie z innymi zaburzeniami słuchu i neurologicznymi. Choć są one częściej wykorzystywane w badaniach naukowych i w wyspecjalizowanych ośrodkach, stanowią cenne uzupełnienie testów behawioralnych, zwłaszcza w przypadkach złożonych lub niejednoznacznych [54].

Wybrane testy behawioralne

Testy psychoakustyczne stanowią podstawowy element diagnostyki CAPD – umożliwiają ocenę specyficznych funkcji słuchowych poprzez zadania behawioralne. Dzieli się na trzy główne kategorie: przetwarzanie temporalne, przetwarzanie binauralne oraz rozumienie mowy zniekształconej. Ze względu na to, że pozwalają określić obszary dysfunkcji słuchowej, mogą pełnić funkcję narzędzi przesiewowych, pogłębionej diagnostyki lub testów potwierdzających [59].

DDT

Ocenia integrację i separację słuchową oraz transfer między półkulami mózgowymi poprzez jednoczesne prezentowanie par cyfr do każdego ucha. Znaczący deficyt w uchu lewym może wskazywać na dysfunkcję ciała modelowego. Badania polskie wykazały nieprawidłowe wyniki u 11% z ponad 76 000 dzieci, co potwierdza wysoką wartość przesiewową i diagnostyczną testu [59].

FPT i DPT

Służą do oceny przetwarzania temporalnego poprzez identyfikację sekwencji tonów różniących się wysokością lub długością trwania. Wykrywają deficyty w zakresie sekwencjonowania słuchowego, często powiązane z zaburzeniami językowymi i trudnościami w uczeniu się.

GDT

Test wykrywania przerw (ang. *gap detection test*, GDT) bada zdolność detekcji krótkich przerw w sygnale akustycznym [59]. W jednym z badań zastosowano skrócone wersje testów służących do oceny przetwarzania słuchowego w przesiewowej ocenie dzieci w wieku szkolnym [60]. Celem badania było określenie, czy skrócone wersje testów mogą zastąpić pełne wersje, przy zachowaniu ich skuteczności oraz przyspieszeniu procesu diagnostycznego. W badaniu uczestniczyło 510 dzieci w wieku od 6 do 12 lat. Wykorzystano trzy testy: FPT, DPT oraz DDT, każdy z nich w wersji pełnej i skróconej. Analiza statystyczna wykazała, że skrócone wersje testów w sposób wiarygodny odzwierciedlają rezultaty wersji pełnych i mogą być stosowane w badaniach przesiewowych, zapewniając znaczną oszczędność czasu przy zachowaniu wysokiej skuteczności diagnostycznej [60].

SPN i PSI

Testy *speech-in-noise* (SPN) i *pediatric speech intelligibility* (PSI) są behawioralnymi narzędziami przesiewowymi wykorzystywanymi do oceny CAPD u dzieci [61]. Oba testy służą do oceny wydajności ośrodkowego układu słuchowego w zakresie przetwarzania sygnałów mowy w warunkach stresu słuchowego [61]. Zadanie zazwyczaj polega na powtórzeniu usłyszanego słowa lub ich identyfikacji z listy, a podczas przeprowadzania tych testów dzieciom podawane są nagrane bodźce werbalne przez słuchawki lub głośniki. W badaniu przeprowadzonym przez Schochat i wsp. [61] wykazano kliniczną skuteczność tych narzędzi.

Test PSI ocenia zdolność dziecka do rozumienia mowy w hałasie; odzwierciedla rzeczywiste sytuacje, w jakich przebiega percepcja słuchowa, np. warunki panujące w klasie szkolnej czy na placu zabaw, gdzie konieczne jest selektywne skupienie uwagi na głosie mówiącego przy jednoczesnym ignorowaniu dźwięków konkurencyjnych. Z kolei podczas testu SPN prezentowane są słowa lub frazy w różnych warunkach akustycznych, a zadaniem dziecka jest ich powtórzenie lub rozpoznanie. Wyniki są wyrażane jako procent poprawnych odpowiedzi, a niższe wartości mogą wskazywać na trudności w zakresie uwagi słuchowej, rozróżniania sygnałów lub tłumienia hałasu – głównych aspektów związanych z CAPD [61].

Oba testy cechują się praktycznością i nieinwazyjnością, wymagają minimalnego wyposażenia oraz niewielkiej ilości czasu, co czyni je odpowiednimi do zastosowania w szkołach, poradniach czy też w badaniach. Dzięki łatwości przeprowadzania oraz potwierdzonej rzetelności, testy SPN i PSI stanowią wartościowe narzędzia w wykrywaniu trudności w zakresie przetwarzania słuchowego oraz wspieraniu procesu wczesnej interwencji u dzieci z podejrzeniem CAPD [61].

TCS

W diagnostyce CAPD stosuje się także *time-compressed speech test* (TCS) [62,63]. Jest to monauralny test niskiej redundancji, w którym w danym momencie sygnał dźwiękowy podawany jest tylko do jednego ucha, a drugie ucho jest wyciszone lub zasłonięte i nie uczestniczy w badaniu [62]. TCS polega na odtwarzaniu słów skompresowanych w czasie – fragmenty sygnału są regularnie usuwane, co przyspiesza tempo mowy bez zmiany jej brzmienia. Zadaniem badanego jest powtarzanie usłyszanego wyrazu, a liczba poprawnych odpowiedzi świadczy o zdolności do uzupełniania brakujących informacji zwanej *auditory closure*. Badania pokazują, że im większa kompresja, tym gorsze rozumienie mowy. Osoby z płaskim ubytkiem słuchu (w audiogramie poziom słyszenia jest obniżony równomiernie we wszystkich badanych częstotliwościach) mają istotne deficyty w zakresie rozdzielenia czasowego, a użytkownicy aparatów słuchowych – mimo poprawy słyszalności – nadal mają trudności z rozpoznawaniem skompresowanej mowy. Lepsze wyniki uzyskują osoby z ubytkiem wysokoczęstotliwościowym oraz osoby ze słuchem prawidłowym [62]. Ograniczeniem tego narzędzia jest jego czułość i wpływ dodatkowych czynników, takich jak rodzaj ubytku słuchu czy zasób słownictwa badanego [62,63].

FWT

Filtered word test [62,63] polega na prezentowaniu badanemu słów zniekształconych przez filtr akustyczny, które należy powtórzyć mimo utraty części informacji dźwiękowych. Badanie sprawdza zdolność mózgu do rozumienia mowy zubożonej, czyli w warunkach ograniczonej czy zniekształconej informacji akustycznej. Test należy do monauralnych testów niskoredundancyjnych, podobnie jak TCS. Wyniki pozwalają ocenić sprawność centralnego przetwarzania słuchowego. Należy jednak zaznaczyć, że test ma ograniczenia – jego czułość jest umiarkowana, powtarzalność wyników bywa niska, a skuteczność zależy częściowo od zasobu słownictwa badanego [63]. FWT ma podobne ograniczenia jak TCS – związane z czułością i wpływem dodatkowych czynników (m.in. rodzaj ubytku słuchu, zasób słownictwa badanego) [62,63] (tabela 1).

Postępowanie terapeutyczne w CAPD

Dzieci z CAPD odnoszą największe korzyści z terapii spersonalizowanej i prowadzonej w sposób interdyscyplinarny. Postępowanie terapeutyczne obejmuje pięć kategorii: reedukację ukierunkowaną na specyficzne trudności dziecka, strategie kompensacyjne, modyfikację środowiska akustycznego, trening bilateralny oraz trening integracji sensorycznej [4,5,64,65]. Pierwsze dwie formy terapii mogą być realizowane zarówno metodami formalnymi, czyli z wykorzystaniem programów komputerowych lub specjalistycznego sprzętu, jak i metodami nieformalnymi, czyli treningami opartymi na aktywnościach z użyciem prostych narzędzi terapeutycznych, ponieważ obydwa podejścia przynoszą porównywalne efekty [64].

Rehabilitacja

Do metod rehabilitacyjnych zalicza się m.in. terapię poznawczo-behawioralną, terapię logopedyczną, stosowanie

Tabela 1. Porównanie narzędzi diagnostycznych w odniesieniu do CAPD**Table 1.** The comparison of diagnostic tools for CAPD

Narzędzie	Opis	Cel
CHAPS	- identyfikuje dzieci będące w grupie ryzyka CAPD - pozwala ocenić zachowania słuchowe w codziennym życiu	- test przesiewowy - monitorowanie efektów terapii - stosowany przez nauczycieli lub rodziców we współpracy z audiologiem - narzędzie zwalidowane w populacji polskiej
SAB	identyfikuje dzieci będące w grupie ryzyka CAPD na podstawie zachowań słuchowych	- test przesiewowy - możliwy do wykonania na wczesnym etapie życia - monitorowanie efektów terapii - stosowany w szkołach/ klinikach - narzędzie zwalidowane w populacji polskiej
SCAP	- identyfikuje dzieci będące w grupie ryzyka CAPD - pozwala ocenić: uwagę słuchową, pamięć słuchową, rozumienie mowy i różnicowanie dźwięków	test przesiewowy służący do identyfikacji dzieci będących w grupie ryzyka CAPD na wczesnym etapie do diagnozy
Audiometria tonalna	badanie słuchu obwodowego obejmujące audiogram tonalny drogą przewodnictwa powietrznego i kostnego	- ocena prawidłowości słuchu obwodowego - różnicowanie APD od neuropatii słuchowej i niedosłuchu obwodowego - potwierdzenie, że próg słyszenia mieści się w normie (≤ 20 dB HL) dla wszystkich częstotliwości
Audiometria mowy	- pozwala ocenić rozumienie mowy w ciszy - umożliwia uzyskanie audiogramu słownego	- ocena percepcji mowy - różnicowanie trudności wynikających z centralnych deficytów przetwarzania słuchowego od problemów związanych ze słuchem obwodowym - wsparcie diagnozy APD
DDT	pozwala ocenić integrację binauralną oraz transfer informacji między półkulami mózgowymi	- test przesiewowy i diagnostyczny - bardzo skuteczny w dużych populacjach
FPT i DPT	pozwala ocenić zdolność porządkowania/ sekwencjonowania czasowego	- testy przesiewowe i diagnostyczne - zwalidowane w populacji polskiej, skrócone polskie wersje
SPN i PSI	pozwala ocenić rozumienie mowy w hałasie oraz zdolność rozpoznawania i różnicowania wzorców wysokości dźwięków	- testy przesiewowe - możliwe do wykonania na wczesnym etapie życia - monitorowanie terapii - narzędzia zwalidowane na populacji polskiej
TCS	- monauralny test niskiej redundancji, w którym sygnał (słowa) skompresowany w czasie (fragmenty sygnału są usuwane) podawany jest do jednego ucha, a badany powtarza usłyszane słowa - pozwala ocenić zdolność do uzupełniania brakujących informacji	- ocena zdolności w zakresie centralnego przetwarzania słuchowego, w tym rozdzielczości czasowej i uzupełniania brakujących informacji w mowie - różnicowanie deficytów wynikających z APD od problemów związanych ze słuchem obwodowym
FWT	monauralny test niskiej redundancji, w którym badany musi powtórzyć słowa zniekształcone przez filtr akustyczny mimo utraty części informacji	- ocena zdolności rozumienia mowy w warunkach ograniczonej lub zniekształconej informacji akustycznej - wsparcie diagnozy CAPD
Testy słuchu obwodowego (np. tympanometria, ABR, DPOAE)	- pozwala ocenić integralność drogi słuchowej do pnia mózgu - pozwala sprawdzić prawidłowość funkcji ucha środkowego lub wewnętrznego	diagnostyka różnicowa; wymagane przed rozpoznaniem CAPD
Testy elektrofizjologiczne (SLR, MLR, LLR)	pozwala na obiektywną ocenę drogi słuchowej na poziomie neuronalnym	zastosowanie w pogłębionej i potwierdzającej diagnostyce, szczególnie gdy wyniki testów behawioralnych są niejednoznaczne

wspomagających urządzeń odsłuchowych oraz trening słuchowy [1]. Skuteczny trening słuchowy wymaga uwagi pacjenta, stopniowego zwiększania trudności zadań oraz stosowania pozytywnego wzmocnienia i powtórzeń, aby zapewnić zaangażowanie i efektywną rehabilitację [66]. Zakres ćwiczeń ustala się na podstawie wyników diagnozy CAPD oraz indywidualnych trudności dziecka, na

przykład: problemów z rozumieniem mowy w hałasie. Trening może obejmować ćwiczenia doskonalące różnicowanie głośności, wysokości i długości dźwięków, porządkowanie bodźców w czasie, identyfikację kierunku źródła dźwięku, rozpoznawanie wzorców akustycznych oraz odbiór mowy w warunkach zakłóceń [5,67].

Strategie kompensacyjne

Jednym ze podstawowych wskaźników CAPD jest deficyt rozumienia mowy w hałasie [68–70]. Strategie kompensacyjne pozwalają na rozwijanie wyższych funkcji centralnych, pamięci słuchowej, ćwiczenie aktywnego słuchania oraz na poszerzanie zasobu słownictwa, co może w perspektywie przyczynić się do zmniejszenia wpływu CAPD na funkcje poznawcze, poprawiając w ten sposób funkcjonowanie edukacyjne i komunikacyjne [4].

Modyfikacja środowiska

Istotnym elementem terapii CAPD jest również modyfikacja środowiska, dostosowana do potrzeb i ograniczeń dziecka – przykładowo poprzez sadzanie ucznia w pierwszych rzędach sali lekcyjnej, wydłużenie czasu przeznaczonego na testy i sprawdziany czy zwracanie uwagi dziecka przed przekazaniem instrukcji [1,4].

Trening bilateralny

Trening ten, wykorzystujący zadania unimodalne (łącznie prozodyczne i językowe cechy akustyczne), multimodalne (na przykład opisywanie obrazka w sposób ustny) oraz zadania korzystające z międzyuszných różnic w czasie i intensywności, pozwala na polepszenie transferu międzypółkulowego, stanowiącego podstawę procesu słyszenia oraz przetwarzania dźwięków docierających do obojga uszu [5].

Trening SPSS-S

Trening słuchowy realizowany w ramach Stymulacji Polimodalnej Percepcji Sensorycznej metodą Skarżyńskiego (SPSS-S[®]) został zaprojektowany jako wieloaspektowa forma terapii przeznaczona dla osób z CAPD oraz zaburzeniami współwystępującymi [71]. Terapia ta łączy bierną stymulację słuchową przetworzonym materiałem dźwiękowym z aktywnymi zadaniami w postaci gier multimedialnych ukierunkowanych na ćwiczenie konkretnych funkcji słuchowych, ocenianych w standardowych testach diagnostycznych, takich jak FPT, DPT czy DDT. Istotnym elementem metody SPSS-S[®] jest jednocześnie angażowanie innych modalności sensorycznych, w tym wzroku i dotyku, oraz integracja treningu słuchowego z oddziaływaniami psychoedukacyjnymi, co sprzyja procesom integracji wielozmysłowej oraz wykorzystaniu mechanizmów neuroplastyczności ośrodkowego układu nerwowego. Analiza wyników ponad 4000 pacjentów wykazała istotną statystycznie poprawę we wszystkich testach oceniających ośrodkowe procesy przetwarzania słuchowego, zarówno w grupie dzieci i młodzieży, jak i pacjentów dorosłych, przy jednoczesnym braku istotnych zmian w grupie kontrolnej. Uzyskane rezultaty potwierdzają skuteczność treningu słuchowego realizowanego w formule polimodalnej jako kluczowego komponentu postępowania rehabilitacyjnego u pacjentów z CAPD, zgodnego z aktualnymi zaleceniami klinicznymi dotyczącymi terapii tych zaburzeń [71].

Dyskusja

Proces diagnostyczny CAPD u dzieci ma charakter etapowy i interdyscyplinarny. Zwykle rozpoczyna się

od kwestionariuszy przesiewowych, takich jak CHAPS czy SAB, które wskazują na trudności słuchowe w codziennych sytuacjach, lecz nie pozwalają na postawienie rozpoznania [2,45,46]. W przypadku potwierdzenia ryzyka w pierwszej kolejności należy wykluczyć niedosłuch obwodowy za pomocą obiektywnych badań audiologicznych, takich jak tympanometria, DPOAE czy ABR [42,49]. Dopiero po stwierdzeniu prawidłowego słuchu obwodowego możliwe jest przejście do oceny centralnych mechanizmów przetwarzania słuchowego. W tym celu stosuje się testy psychoakustyczne oceniające określone sprawności słuchowe: DDT, oceniający integrację binauralną i transfer między półkulami, FPT i DPT, badające zdolności sekwencyjne w zakresie przetwarzania czasowego, oraz GDT, oceniający rozdzielczość czasową. Testy degradacji sygnału mowy wprowadzają różnorodne zniekształcenia materiału słownego. FWT jest testem przetwarzania słuchowego, w którym materiał słowny jest zniekształcony poprzez ograniczenie pasma częstotliwości (najczęściej filtrem dolnoprzepustowym), co pozwala ocenić zdolność domknięcia słuchowego, czyli rozpoznawania mowy mimo utraty części informacji akustycznych [72]. Z kolei TCS przyspiesza materiał słowny do 60–65% oryginalnej długości, badając przetwarzanie temporalne na poziomie korowym [73]. Test SPN w przeciwieństwie do poprzednich dwóch nie degraduje samego sygnału mowy, lecz prezentuje go na tle szumów zakłócających różnych typów. Ocena zdolność wyodrębniania figury słuchowej z tła i funkcje uwagi słuchowej, przy czym wynik wyrażany jest jako stosunek sygnału do szumu (ang. *signal-to-noise ratio*, SNR) [74].

W sytuacjach gdy testy behawioralne są niewiarygodne lub niekompletne – na przykład z powodu zbyt młodego wieku dziecka (poniżej 7 lat), deficytów uwagi czy braku współpracy – stosuje się badania elektrofizjologiczne. SLR, rejestrując odpowiedzi pnia mózgu na bodźce akustyczne, pozwala m.in. na wykluczenie neuropatii słuchowej, guzów nerwu słuchowego, guzów czy malformacji pnia mózgu. MLR oceniają aktywność ośrodków podkorowych i kory słuchowej, natomiast LLR dostarczają informacji o funkcjach poznawczych związanych z uwagą i dyskryminacją [54–57].

Poniżej 7 roku życia diagnostyka CAPD nie jest zalecana ze względu na niedojrzałość neurobiologiczną ośrodkowego układu nerwowego słuchu i wysoką zmienność wyników testów behawioralnych [75]. U młodszych dzieci możliwe jest jedynie stwierdzenie zwiększonego ryzyka CAPD [1,44]. Rozpoznanie CAPD można postawić po osiągnięciu przez dziecko 7 roku życia, jeżeli w jednym lub obojgu uszach co najmniej dwa testy z puli diagnostycznej wykazują wyniki odbiegające od średniej o co najmniej 2 odchylenia standardowe [3]. Po postawieniu diagnozy niezbędne jest wdrożenie spersonalizowanej interwencji terapeutycznej, dostosowanej do profilu deficytów słuchowych, współistniejących trudności oraz potrzeb komunikacyjnych dziecka [2].

Trening słuchowy może być prowadzony w warunkach klinicznych lub w domu. Część programów domowych jest projektowana tak, aby dziecko mogło je realizować samodzielnie, podczas gdy inne wymagają aktywnego udziału rodziców w procesie terapeutycznym. Terapia domowa

zyskuje coraz większą popularność ze względu na elastyczność, niższe koszty oraz możliwość wykorzystania adaptacyjnych platform cyfrowych, które automatycznie dostosowują poziom trudności zadań do postępów dziecka. Natomiast włączenie rodziców do procesu terapeutycznego sprzyja nie tylko motywacji, lecz także wzmacnia więź emocjonalną pomiędzy dzieckiem a opiekunem [42].

Istotnym udogodnieniem wspierającym proces terapeutyczny jest poprawa warunków akustycznych, szczególnie w środowisku szkolnym. Dzieci z CAPD często doświadczają trudności w nauce w hałaśliwych salach lekcyjnych charakteryzujących się wydłużonym czasem pogłosu, dlatego modyfikacje akustyczne wnętrz stanowią istotne wsparcie dla procesu edukacyjnego [42,43]. Ponadto terapia logopedyczna jest wskazana u dzieci, u których deficyty słuchowe współwystępują z zaburzeniami językowymi lub artykulacyjnymi [42]. W przypadku współistnienia problemów dotyczących uwagi, emocjonalnych czy behawioralnych konieczne może być wsparcie psychologiczne lub psychoterapeutyczne [43]. Niezbędne jest również systematyczne monitorowanie efektów terapii – zaleca się przeprowadzenie ponownej diagnozy funkcji słuchowych po sześciu miesiącach terapii [42].

Podsumowując, diagnostyka i terapia CAPD wymagają kompleksowej diagnostyki różnicowej w celu wykluczenia innych zaburzeń, szczegółowej oceny procesów słuchowych oraz wdrożenia spersonalizowanych oddziaływań mających na celu poprawę umiejętności słuchowych i komunikacyjnych. Zaburzenia, które należy wykluczyć w diagnostyce różnicowej CAPD, obejmują: ubytek słuchu obwodowego, neuropatię słuchową, zaburzenia ze spektrum autyzmu, ADHD i ADD, DLD, dysleksję, a także schorzenia neurologiczne wpływające na ośrodkowy układ nerwowy słuchu, takie jak guzy nerwu słuchowego i uszkodzenia przewodnictwa pnia mózgu, czy choroby neurodegeneracyjne (np. adrenoleukodystrofia).

Wnioski

Pomimo prawidłowych progów słyszenia i zachowanej funkcji przewodzenia dźwięku w obwodowym układzie słuchowym, osoby z CAPD wykazują trudności w skutecznym przetwarzaniu informacji akustycznych, co negatywnie wpływa na rozwój językowy, edukacyjny

i społeczny. Podkreśla to konieczność interdyscyplinarnego podejścia zarówno do diagnostyki, jak i terapii, umożliwiającego trafną identyfikację źródła trudności dziecka.

Rozpoznanie CAPD jest procesem złożonym i wymaga zastosowania wielu narzędzi diagnostycznych. O ostatecznym doborze odpowiednich testów decyduje audiolog. Przeprowadzanie pełnego zestawu badań nie jest wskazane, ponieważ nie wnosi dodatkowej wartości diagnostycznej i jedynie wydłuża postępowanie diagnostyczne. Brak powszechnie akceptowanych kryteriów diagnostycznych często prowadzi do opóźnionej identyfikacji lub błędnego rozpoznania – CAPD bywa mylone m.in. z ADHD czy dysleksją. Dlatego kluczowe znaczenie ma interdyscyplinarna współpraca pozwalająca na całościową ocenę funkcjonowania dziecka i wdrożenie odpowiednich strategii terapeutycznych.

Podjęcie interwencji tuż po ukończeniu 7 roku życia przez dziecko odgrywa fundamentalną rolę w łagodzeniu konsekwencji CAPD. Ćwiczenia słuchowe, terapia logopedyczna oraz modyfikacja środowiska edukacyjnego mogą istotnie poprawić funkcjonowanie dziecka i zmniejszyć negatywne skutki zaburzenia. Największą wartość mają strategie indywidualizowane, uwzględniające specyficzne potrzeby i mocne strony pacjenta.

Pomimo rosnącej liczby badań dotyczących CAPD nadal konieczne jest prowadzenie dalszych badań – zwłaszcza w zakresie skuteczności różnych interwencji terapeutycznych. Z powodu braku ujednoliconych standardów diagnostycznych i terapeutycznych, w połączeniu ze zmiennością objawów u pacjentów, istnieje pilna potrzeba opracowania bardziej efektywnych strategii wspierania dzieci z tym zaburzeniem. Niezwykle ważne jest również podnoszenie świadomości nauczycieli i rodziców, którzy często jako pierwsi dostrzegają trudności dziecka, lecz nie potrafią ich powiązać z CAPD ani nie znają możliwych form pomocy

Finansowanie

Niniejsze badania i artykuł nie otrzymały żadnej dotacji od agencji działających w sektorze publicznym, komercyjnym lub non-profit.

Piśmiennictwo

- Konopka AK, Kasprzyk A, Pyttel J, Chmielik LP, Niedzielski A. Etiology, diagnostic, and rehabilitative methods for children with central auditory processing disorders – a scoping review. *Audiol Res*, 2024; 14(4): 736–46; <https://doi.org/10.3390/audiolres14040062>.
- Ghuzlan G, Mohsen SM. Validity and reliability of the arabic version of children's auditory performance scale. *Aud Vestib Res*, 2022; 31(3): 158–64; <https://doi.org/10.18502/avr.v31i3.9863>.
- Amin S, Orlando M, Monczynski C, Tillery K. Central auditory processing disorder profile in premature and term infants. *Am J Perinatol*, 2014; 232(04): 399–404; <https://doi.org/10.1055/s-0034-138792>.
- Foli KJ, Elsisy H. Influence, Education, and Advocacy: The pediatric nurse's role in the evaluation and management of children with central auditory processing disorders. *J Spec Pediatr Nurs*, 2010; 15(1): 62–71; <https://doi.org/10.1111/j.1744-6155.2009.00219.x>.
- The American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (Central) auditory processing disorders, 2005. http://www.ak-aw.de/sites/default/files/2016-12/ASHA_CAPD_2005.pdf [dostęp: 28.08.2025].
- Back NCF, Crippa AC de S, Riechi TIJ de S, Pereira LD. Central auditory processing and cognitive functions in children. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 2022; 26(01): e20–31; <https://doi.org/10.1055/s-0040-1722158>.

7. Czaplewska E. Rozumienie pragmatycznych aspektów wypowiedzi przez dzieci ze specyficznym zaburzeniem językowym (SLI). Gdańsk: Harmonia Universalis; 2012.
8. Gacka E. SLI czy DLD? Zmiany w terminologii zaburzeń mowy o niejednoznacznej etiologii w kontekście polskiego prawa oświatowego. *Logopaedica Lodziensia*, 2022; 6: 51–61; <https://doi.org/10.18778/2544-7238.06.04>.
9. Kos EA. Specyfika psychospołecznego funkcjonowania dziecka z centralnymi zaburzeniami przetwarzania słuchowego w środowisku edukacyjnym. *Psychiatr Psychol Klin*, 2023; 23(4): 352–9; <https://doi.org/10.15557/PiPK.2023.0044>.
10. de Godoy CCF, de Andrade AN, Suriano I, Matas CG, Gil D. Central auditory processing in children after traumatic brain injury. *Clinics*, 2022; 77: 100–18; <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2022.100118>.
11. Berticelli AZ, Bueno CD, Rocha VO, Ranzan J, Riesgo R dos S, Sleifer P. Central auditory processing: behavioral and electrophysiological assessment of children and adolescents diagnosed with stroke. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2021; 87(5): 512–20; <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2019.10.010>.
12. Tomlin D, Rance G. Maturation of the central auditory nervous system in children with auditory processing disorder. *Semin Hear*, 2016; 37(01): 74–83; <https://doi.org/10.1055/s-0035-1570328>.
13. Andrade CLO de, Lemos AC, Machado GC, Fernandes L da C, Silva LL, Oliveira HB de i wsp. Hipotire-oidismo congênito como fator de risco para os transtornos do processamento auditivo central. *Rev. Paul. Pediatr*, 2019; 37(1): 82–9; <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2019;37;1;00014>.
14. Keith RW, Farah R. Assessment, management and treatment of auditory processing disorders. San Diego (CA): Plural Publishing; 2013.
15. Parakkandy AA, Chacko G, Sakariyas S, Mathew J, Madriki RS, Karnam S. Central auditory processing deficit in children diagnosed with autism spectrum disorder. *Clin Arch Commun Disord*, 2024; 9(1): 31–5; <https://doi.org/10.21849/cacd.2023.00976>.
16. Ferguson MA, Hall RL, Riley A, Moore DR. Communication, listening, cognitive and speech perception skills in children with auditory processing disorder (APD) or specific language impairment (SLI). *J Speech Lang Hear Res*, 2011; 54(1): 211–7; [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0167\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0167)).
17. Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders – a review. *Arch Dis Child*, 2001; 85(5): 361–65; <https://doi.org/10.1136/adc.85.5.361>.
18. Stavrinou G, Iliadou VM, Edwards L, Sirimanna T, Bamiou DE. The relationship between types of attention and auditory processing skills: reconsidering auditory processing disorder diagnosis. *Front Psychol*, 2018; 9: 34; <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00034>.
19. Cook JR, Mausbach T, Burd L, Gascon GG, Slotnick HB, Patterson B i wsp. A preliminary study of the relationship between central auditory processing disorder and attention deficit disorder. *J Psychiatry Neurosci*, 1993; 18(3): 130–7.
20. Wang Y, Yang H, Yin W, Yuan X, Shang X, Li S i wsp. Dual deficits in auditory selective attention in children with attention deficit hyperactivity disorder: insights from multivariate pattern analysis of EEG. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 2025; <https://doi.org/10.1007/s00787-025-02878-4>.
21. Rouillon I, de Lamaze A, Ribot M, Collet G, de Bollardiére T, Elmir R i wsp. Auditory processing disorder in children: the value of a multidisciplinary assessment. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2021; 278(12): 4749–56; <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06601-8>.
22. Guzek A, Iwanicka-Pronicka K. Analysis of the auditory processing skills in 1,012 children aged 6–9 confirms the adequacy of APD testing in 6-year-olds. *PLoS One*, 2022; 17(8): e0272723; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272723>.
23. Wolraich ML, Hagan JF Jr, Allan C, Chan E, Davison D, Earls M i wsp. Clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 2019; 144(4): e20192528; <https://doi.org/10.1542/peds.2019-2528>.
24. Gyldenkerne P, Dillon H, Sharma M, Purdy SC. Attend to this: the relationship between auditory processing disorders and attention deficits. *J Am Acad Audiol*, 2014; 25(7): 676–87; <https://doi.org/10.3766/jaaa.25.7.6>.
25. Samara M, Thai-Van H, Ptok M, Glarou E, Veuillet E, Miller S i wsp. A systematic review and metaanalysis of questionnaires used for auditory processing screening and evaluation. *Front Neurol*, 2023; 14: 1243170; <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1243170>.
26. Omidvar S, Mochiatti Guijo L, Duda V, Costa-Faidella J, Escera C, Koravand A. Can auditory evoked responses elicited to click and/or verbal sound identify children with or at risk of central auditory processing disorder: a scoping review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2023; 171: 111609; <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111609>.
27. Liu P, Zhu H, Chen M, Hong Q, Chi X. Electrophysiological screening for children with suspected auditory processing disorder: a systematic review. *Front Neurol*, 2021; 12: 692840; <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.692840>.
28. Swedo SE, Baird G, Cook EH, Happé FG, Harris JC, Kaufmann WE, King BH, Lord CE, Piven J, Rogers SJ, Spence SJ, Tannock R, Volkmar F, Wetherby AM, Wright HH. Communication disorders. W: American psychiatric association: diagnostic and statistical manual of mental disorders, Fifth Edition, Text Revision. American Psychiatric Association (red.). Washington, DC; 2022, s. 47–8.
29. Vandewalle E, Boets B, Ghesquière P, Zink I. Auditory processing and speech perception in children with specific language impairment: relations with oral language and literacy skills. *Res Dev Disabil*, 2012; 33(2): 635–44; <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.11.005>.
30. De Rom M, Van Reybroeck M. Guessing errors made by children with dyslexia in word and text reading. *Front Psychol*, 2024; 15: 1195696; <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1195696>.
31. Dębska A, Łuniewska M, Zubek J, Chyl K, Dynak A, Dzięgieł-Fivet G, i wsp. The cognitive basis of dyslexia in school-aged children: a multiple case study in a transparent orthography. *Dev Sci*, 2022; 25(2): e13173; <https://doi.org/10.1111/desc.13173>.
32. de Wit E, van Dijk P, Hanekamp S, Visser-Bochane MI, Steenbergen B, van der Schans CP i wsp. Same or different: the overlap between children with auditory processing disorders and children with other developmental disorders: a systematic review. *Ear Hear*, 2018; 39(1): 1–19; <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000479>.

33. Cameron S, Dillon H. The listening in spatialized noise-sentences test (LISN-S): comparison to the prototype LISN and results from children with either a suspected (central) auditory processing disorder or a confirmed language disorder. *J Am Acad Audiol*, 2008; 19(5): 377–91; <https://doi.org/10.3766/jaaa.19.5.2>.
34. Calcutt A, Deltenre P, Colin C, Kolinsky R. Peripheral and central contribution to the difficulty of speech in noise perception in dyslexic children. *Dev Sci*, 2018; 21(3): e12558; <https://doi.org/10.1111/desc.12558>.
35. Nitttrouer S, Krieg LM, Lowenstein JH. Speech recognition in noise by children with and without dyslexia: how is it related to reading? *Res Dev Disabil*, 2018; 77: 98–113; <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.04.014>.
36. Weihing J, Guenette L, Chermak G, Brown M, Ceruti J, Fitzgerald K i wsp. Characteristics of pediatric performance on a test battery commonly used in the diagnosis of central auditory processing disorder. *J Am Acad Audiol*, 2015; 26(7): 652–69; <https://doi.org/10.3766/jaaa.14108>.
37. Chermak GD. Deciphering auditory processing disorders in children. *Otolaryngol Clin North Am*, 2002; 35(4): 733–49; [https://doi.org/10.1016/S0030-6665\(02\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S0030-6665(02)00056-7).
38. Otto-Meyer S, Krizman J, White-Schwoch T, Kraus N. Children with autism spectrum disorder have unstable neural responses to sound. *Exp Brain Res*, 2018; 236(3): 733–43; <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5164-4>.
39. O'Connor K. Auditory processing in autism spectrum disorder: a review. *Neurosci Biobehav Rev*, 2012; 36(2): 836–54; <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.008>.
40. Demopoulos C, Yu N, Tripp J, Mota N, Brandes-Aitken AN, Desai SS i wsp. Magnetoencephalographic imaging of auditory and somatosensory cortical responses in children with autism and sensory processing dysfunction. *Front Hum Neurosci*, 2017; 11: 259; <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00259>.
41. Gonçalves AM, Monteiro P. Autism spectrum disorder and auditory sensory alterations: a systematic review on the integrity of cognitive and neuronal functions related to auditory processing. *J Neural Transm*, 2023; 130(3): 325–408; <https://doi.org/10.1007/s00702-023-02595-9>.
42. Majak J, Senderski A, Wiskirska-Woźnica B, Śliwińska-Kowalska M. Auditory processing disorders in children – diagnosis and management. *Pol Otorhino Rev*, 2023; 12(2): 9–19; <https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.7127>.
43. Brennen L, Cash E, Chermak GD, Guenette L, Masters G, Musiek FE i wsp. The relationship between central auditory processing, language, and cognition in children being evaluated for central auditory processing disorder. *J Am Acad Audiol*, 2017; 28(8): 758–69; <https://doi.org/10.3766/jaaa.16119>.
44. Iliadou VV, Ptok M, Grech H, Pedersen ER, Brechmann A, Deggouj N i wsp. A European perspective on auditory processing disorder-current knowledge and future research focus. *Front Neurol*, 2017; 8: 622; <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00622>.
45. Ciastek K, Czajka N, Skarżyński PH. Analiza wyników skali zachowań słuchowych (SAB) wśród uczniów z klas I i VIII ze szkół podstawowych w Warszawie. *Now Audiofonol*, 2024; 13(3): 29–35; <https://doi.org/10.17431/na/190000>.
46. Skarżyński H, Bienkowska K, Gos E, Skarżyński PH, Grudziński D, Czajka N i wsp. Cross-cultural adaptation of the scale of auditory behaviors questionnaire. *Lang Speech Hear Serv Sch*, 2019; 50(4): 683–92; https://doi.org/10.1044/2019_LSHSS-19-0014.
47. Yathiraj A, Maggu AR. Comparison of a screening test and screening checklist for auditory processing disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2013; 77(6): 990–5; <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.03.028>.
48. Dajos-Krawczyńska K. Kwestionariusz przesiewowy zaburzeń przetwarzania słuchowego „SCAP” – przegląd literatury. *Now Audiofonol*, 2016; 5(3): 71–6; <https://doi.org/10.17431/894604>.
49. Flores AN, Gustafson SJ. Clinical practice patterns with pediatric loudness perception measures. *Am J Audiol*, 2022; 31(1): 175–88; https://doi.org/10.1044/2021_AJA-21-00151.
50. Koopman WJ, Beyrath J, Fung CW, Koene S, Rodenburg RJ, Willems PH i wsp. Mitochondrial disorders in children: toward development of small-molecule treatment strategies. *EMBO Mol Med*, 2016; 8(4): 311–27; <https://doi.org/10.15252/emmm.201506131>.
51. Simonati A, Williams RE. Neuronal ceroid lipofuscinosis: the multifaceted approach to the clinical issues, an overview. *Front Neurol*, 2022; 13: 811686; <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.811686>.
52. Melhem ER, Barker PB, Raymond GV, Moser HW. X-linked adrenoleukodystrophy in children: review of genetic, clinical, and MR imaging characteristics. *AJR Am J Roentgenol*, 1999; 173(6): 1575–81; <https://doi.org/10.2214/ajr.173.6.10584804>.
53. Didonna A, Opal P. Advances in sequencing technologies for understanding hereditary ataxias: a review. *JAMA Neurol*, 2016; 73(12): 1485–90; <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2016.3097>.
54. Senderski A. Rozpoznanie i postępowanie w zaburzeniach przetwarzania słuchowego u dzieci. *Otolaryngologia*. 2014; 13(2): 77–81.
55. Schmidt RJ, Sataloff RT, Newman J, Spiegel JR, Myers DL. The sensitivity of auditory brainstem response testing for the diagnosis of acoustic neuromas. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 200; 127(1): 19–22; <https://doi.org/10.1001/archotol.127.1.19>.
56. Alanazi AA. Understanding auditory processing disorder: a narrative review. *Saudi J Med Med Sci*, 2023; 11(4): 275–82; https://doi.org/10.4103/sjmm.sjmm_218_23.
57. Park MJ, Ahn JH, Park HJ, Chung JW, Kang WS. Diagnostic validity of auditory brainstem response for the initial screening of vestibular schwannoma. *J Audiol Otol*, 2022; 26(1): 36–42; <https://doi.org/10.7874/jao.2021.00374>.
58. Abdollahi FZ, Lotfi Y, Moosavi A, Bakhshi E. Binaural interaction component of middle latency response in children suspected to central auditory processing disorder. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019; 71(2): 182–5; <https://doi.org/10.1007/s12070-017-1114-5>.
59. Musiek FE, Weihing J. Perspectives on dichotic listening and the corpus callosum. *Brain Cogn*, 2011; 76(2): 225–32; <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.03.011>.
60. Zdanowicz R, Gos E, Czajka N, Skarżyński PH, Skarżyński H. Zastosowanie skróconych wersji testów przetwarzania słuchowego na potrzeby badań przesiewowych u dzieci w wieku szkolnym. *Now Audiofonol*, 2024; 13(4): 57–71; <https://doi.org/10.17431/na/195197>.
61. Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res*, 2010; 43(8): 777–85; <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2010007500069>.
62. Castro FZ, Carballo Gonzalez AB, del Carmen Rodriguez Jimenez M, Lascarro MI O, Cosials SM, Barajas de Prat JJ. Effect of sensorineural hearing loss on the time-compressed speech test. *J Hear Sci*, 2012; 2(1): 25–9; <https://doi.org/10.17430/882710>.

63. Elsisy H. Assessment of central auditory processing disorders (CAPD) evaluation protocol in a clinical setting. *J E A*, 2013; 19: 38–47.
64. Oraky SM, Tawfik S, Salama M, Mohamed ES. Comparing outcome of formal and informal remediation programs in children with central auditory processing disorder. *Egypt J Otolaryngol*, 2017; 33(2): 502–7; https://doi.org/10.4103/ejo.ejo_3_17.
65. Zachry AH, Lancaster S, Robertson EM. Effect of a sound-based intervention on a 7-year-old child diagnosed with auditory processing disorder. *Ann Int Occup Ther*, 2019; 2(2): 91–100; <https://doi.org/10.3928/24761222-20181116-02>.
66. Carvalho NG, Pereira MVS, Colella-Santos MF. Presentation of an auditory training protocol applied in children with central auditory processing disorder. *Codas*, 2025; 37(2): e20240022; <https://doi.org/10.1590/2317-1782/e20240022en>.
67. Weihing J, Chermak GD, Musiek FE. Auditory training for central auditory processing disorder. *Semin Hear*, 2015; 36(4): 199–215; <https://doi.org/10.1055/s-0035-1564458>.
68. Küçükünal IS, Öğretir Özçelik AD, Yalçınkaya F. Teachers' opinions regarding the symptoms of central auditory processing disorder in children with reading and writing difficulties. *S Afr J Educ*, 2020; 40(2): 1–9; <https://doi.org/10.15700/saje.v40n2a1640>.
69. Sidiras C, Iliadou VV, Nimatoudis I, Bamiou DE. Absence of rhythm benefit on speech in noise recognition in children diagnosed with auditory processing disorder. *Front Neurosci*, 2020; 14: 418; <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00418>.
70. Cameron S, Glyde H, Dillon H, King A, Gillies K. Results from a national central auditory processing disorder service: a real-world assessment of diagnostic practices and remediation for central auditory processing disorder. *Semin Hear*, 2015; 36(04): 216–36; <https://doi.org/10.1055/s-0035-1564457>.
71. Skarżyński PH, Czajka N, Chodkiewicz A, Skarżyński H. Podsumowanie 10 lat terapii Stymulacji Polimodalnej Percepcji Sensorycznej metodą Skarżyńskiego (SPPS-S®) na podstawie wyników ponad 4 tysięcy pacjentów. *Now Audiofonol*, 2025; 14(3): 47–55; <https://doi.org/10.17431/na/207874>.
72. Bornstein SP, Wilson RH, Cambron NK. Low- and high-pass filtered northwestern university auditory test no. 6 for monaural and binaural evaluation. *J Am Acad Audiol*, 1994; 5(4): 259–64.
73. Versfeld NJ, Dreschler WA. The relationship between the intelligibility of time-compressed speech and speech in noise in young and elderly listeners. *J Acoust Soc Am*, 2002; 111(1): 401–8; <https://doi.org/10.1121/1.1426376>.
74. Billings CJ, Olsen TM, Charney L, Madsen BM, Holmes CE. Speech-in-noise testing: an introduction for audiologists. *Semin Hear*, 2023; 45(1): 55–82; <https://doi.org/10.1055/s-0043-1770155>.
75. Skarzynski PH, Czajka N, Zdanowicz R, Kolodziejak A, Bukato E, Talarek M i wsp. Normative values for tests of central auditory processing disorder in children aged from 6 to 12 years old. *J Commun Disord*, 2024; 109: 106426; <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2024.106426>.

Joanna Wrona, email: joanna.wrona@student.umw.edu.pl •  0009-0000-4055-1411
 Julia Bania, email: juliaban.12.05.02@gmail.com •  0000-0001-7059-0067
 Aleksandra Bator, email: aleksandra.bator@student.umw.edu.pl •  0009-0000-5471-0583
 Dr n. med. Karolina Dorobisz, email: karolina.dorobisz@umw.edu.pl •  0000-0001-9369-8994