

Przesłano do redakcji:
27.02.2026
Zaakceptowano po recenzji:
02.05.2026
Opublikowano:
31.07.2026

Badanie zmysłów w chorobach neurodegeneracyjnych na przykładzie choroby Alzheimera i choroby Parkinsona – przegląd literatury

Sensory examination in neurodegenerative diseases based on the example of Alzheimer's disease and Parkinson's disease – literature review

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

Nina Lignar^{1ABD-F} , Wojciech Będziński^{1AE} , Natalia Czajka^{1AE} ,
Piotr H. Skarżyński^{1,2ABEG} , Henryk Skarżyński^{3ABG} ,
Agnieszka Pluta^{4A-CEF} 

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Warszawa/Kajetany

² Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany

³ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Klinika Oto-Ryńko-Laryngochirurgii, Warszawa/Kajetany

⁴ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Naukowe Centrum Obrazowania Biomedycznego, Warszawa/Kajetany

Streszczenie

Choroby neurodegeneracyjne stanowią grupę schorzeń przebiegających z postępującym uszkodzeniem komórek nerwowych w obrębie mózgu i rdzenia kręgowego. Już we wczesnych stadiach mogą przejawiać się zaburzeniami zmysłów, zwłaszcza węchu, który uznawany jest za jeden z wczesnych, nieswoistych markerów poprzedzających rozwój tych chorób. Niniejszy artykuł poświęcony jest problematyce badania zmysłów w chorobach neurodegeneracyjnych. Szczególną uwagę poświęcono chorobie Alzheimera i chorobie Parkinsona. Zaburzenia przetwarzania sensorycznego stanowią istotny, lecz niedostatecznie uwzględniany element obrazu klinicznego chorób neurodegeneracyjnych, a ich ocena pozostaje rozproszona i wtórna wobec diagnostyki funkcji poznawczych. Ze względu na fakt, że deficyty zmysłowe, zwłaszcza węchowe, mogą wyprzedzać klasyczne objawy kliniczne ww. chorób o kilka lat, wdrożenie wystandaryzowanych narzędzi przesiewowych, takich jak Kapsuła Badań Zmysłów (KBZ), może zwiększyć czułość wczesnego wykrywania zmian oraz usprawnić dalsze postępowanie diagnostyczne. W pracy wykorzystano model KBZ jako przykład narzędzia służącego do przeprowadzania przesiewowych badań funkcji sensorycznych, w tym słuchu, wzroku, węchu, smaku oraz równowagi. Artykuł podkreśla, że zaburzenia przetwarzania sensorycznego stanowią istotny, lecz wciąż niedostatecznie wykorzystywany marker wczesnych zmian neurodegeneracyjnych. Systematyczna ocena funkcji zmysłowych z zastosowaniem wystandaryzowanych narzędzi, takich jak KBZ, może wspomagać wcześniejsze rozpoznanie choroby oraz skuteczniejsze monitorowanie jej przebiegu.

Słowa kluczowe: choroba Alzheimera • choroba Parkinsona • choroby neurodegeneracyjne • zmysły • Kapsuła Badań Zmysłów • przesiewowe badanie zmysłów

Autor korespondencyjny: Nina Lignar, Zakład Teleaudiologii i Badań Przesiewowych, Światowe Centrum Słuchu, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. Mochnackiego 10, 02-042 Warszawa; email: n.lignar@ifps.org.pl

Abstract

Neurodegenerative diseases are a group of disorders characterised by progressive damage and loss of nerve cells in the brain and spinal cord. In the early stages, they may manifest as sensory disorders, in particular olfactory dysfunction, which is considered one of the early, non-specific markers preceding the development of these conditions. This article focuses on the assessment of sensory function in neurodegenerative diseases, with particular emphasis on Alzheimer's disease and Parkinson's disease. Sensory processing disorders are an important but often underestimated element of the clinical picture, and their assessment remains fragmentary and secondary to the assessment of cognitive function. Since sensory deficits, especially smell disorders, can precede typical clinical symptoms by several years, the use of standard screening tools, such as the Sensory Examination Capsule, can improve early detection and support further diagnostic evaluation. In this study, the Sensory Examination Capsule was used as an example of a tool designed for screening assessments of sensory functions, including the evaluation of hearing, vision, smell, taste, and balance. The article emphasizes that sensory processing impairments constitute an important, yet still underutilized, marker of early neurodegenerative changes. Systematic assessment of sensory functions using standardized tools such as Sensory Examination Capsule may support earlier disease detection and enable more effective monitoring of its progression.

Keywords: Alzheimer's disease • Parkinson's disease • neurodegenerative diseases • senses • Sensory Examination Capsule • sensory screening

Skrót	Rozwinięcie skrótu	Odpowiednik w języku polskim
AD	Alzheimer's disease	choroba Alzheimera
IFPS	Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu	–
KBZ	Kapsuła Badań Zmysłów	–
MCI	mild cognitive impairment	łagodne zaburzenia poznawcze
MDS	Movement Disorder Society (nazwa skrócona) International Parkinson and Movement Disorder Society (pełna nazwa)	Międzynarodowe Towarzystwo Zaburzeń Ruchowych (Międzynarodowe Towarzystwo Choroby Parkinsona i Zaburzeń Ruchowych)
NIK	Najwyższa Izba Kontroli	–
OUN	ośrodkowy układ nerwowy	–
PBZ	Platforma Badań Zmysłów	–
PD	Parkinson's disease	choroba Parkinsona
PET	pozytonowa emisyjna tomografia	–
SPPS-S	Stymulacja Polimodalnej Percepcji Sensorycznej metodą Skarżyńskiego	–
VNG	videonystagmography	wideonystagmografia
WHO	World Health Organization	Światowa Organizacja Zdrowia

Wstęp

Zmiany cywilizacyjne, starzenie się społeczeństwa, przewlekły stres oraz niezdrowy tryb życia stanowią istotne czynniki zwiększające ryzyko zachorowania na choroby neurodegeneracyjne [1]. Szacuje się, że w 2040 roku będą one dotyczyć ok. 80 mln osób na świecie [2]. Choroby neurodegeneracyjne to grupa schorzeń, które charakteryzują się postępującymi uszkodzeniami komórek nerwowych w mózgu i rdzeniu kręgowym, jednocześnie powodując obumieranie tych komórek. Bardzo często już na wczesnym etapie tych chorób pojawiają się zaburzenia zmysłów węchu, smaku i słuchu oraz zmiany w głosie. Szczególnie zaburzenia węchu uznawane są za jeden z wczesnych i nieswoistych markerów mogących poprzedzać rozwój chorób neurodegeneracyjnych, tym samym stwierdzenie tych zaburzeń może wspomagać wczesną identyfikację osób zagrożonych rozwojem objawów klinicznych [3–5]. Zaburzenia funkcji zmysłowych mogą stanowić użyteczny element wczesnej diagnostyki chorób

neurodegeneracyjnych, ponieważ często odzwierciedlają zmiany zachodzące w strukturach mózgu już na wczesnych etapach procesu chorobowego. Z tego względu ocena zmysłów jest uznawana za obiecujące narzędzie wspomagające wczesną identyfikację osób zagrożonych rozwojem procesów neurodegeneracyjnych, zwłaszcza że jest nieinwazyjna, relatywnie tania i łatwa do zastosowania w badaniach przesiewowych [6,7].

Choroby neurodegeneracyjne

Do najczęściej wskazywanych przez literaturę chorób neurodegeneracyjnych należą choroba Alzheimera i choroba Parkinsona [8].

Choroba Alzheimera (ang. *Alzheimer's disease*, AD) jest chorobą neurodegeneracyjną stanowiącą najczęściej występującą formę otępienia u osób w wieku starszym [9]. Otępienie, inaczej demencja lub zespół otępienny, charakteryzuje się istotnym, postępującym upośledzeniem funkcji

poznawczych, które zakłóca codzienne funkcjonowanie. Samo otępienie nie jest jedną jednostką chorobową, lecz zespołem klinicznym, mogącym wynikać z wielu chorób i procesów patologicznych [10]. W praktyce klinicznej rozpoznawanie choroby Alzheimera opiera się zarówno na ocenie funkcji poznawczych, jak i oznaczeniu biomarkerów choroby, co pozwala odróżnić ją od innych przyczyn otępienia oraz od łagodnych zaburzeń poznawczych (ang. *mild cognitive impairment*, MCI), uznawanych za stan pośredni między fizjologicznym starzeniem się mózgu a wczesnym otępieniem. MCI charakteryzuje się obniżeniem funkcji poznawczych przy zachowaniu samodzielnego funkcjonowania [7,9]. Według WHO w 2021 roku na demencję cierpiała około 57 mln ludzi na świecie, przy czym choroba Alzheimera stanowiła najczęstszą jej przyczynę i odpowiadała za około 60–70% wszystkich przypadków [11]. Choroba ta prowadzi do stopniowego pogarszania się funkcji poznawczych (m.in. pamięci, planowania, myślenia abstrakcyjnego), a także do zmian w zachowaniu i osobowości, takich jak obniżona aktywność, nadmierne pobudzenie czy objawy o charakterze psychotycznym. Jest nieuleczalna i prowadzi do śmierci pacjenta, ale odpowiednie leczenie i rehabilitacja może spowolnić rozwój tej choroby [8]. Ze względu na skalę występowania oraz czas opieki nad chorymi uznawana jest za jedną z najbardziej obciążających ekonomicznie chorób w Europie. Pomimo że w opiekę nad osobami z demencją włączają się różne instytucje publiczne i prywatne, wciąż największy ciężar – związany z opieką nad pacjentem – spoczywa na jego rodzinie [12].

Choroba Parkinsona (ang. *Parkinson's disease*, PD) jest chorobą neurodegeneracyjną, która dotyka 1% populacji w wieku 65 lat i starszych [13]. Globalne analizy wskazują, że w 2021 roku z PD żyło około 11,77 mln osób na świecie. Dane pokazują też wyraźny wzrost obciążenia tą chorobą w ciągu ostatnich dekad [14]. Zgodnie z danymi WHO najczęściej występującymi objawami choroby Parkinsona (PD) są zaburzenia ruchowe: drżenie spoczynkowe, sztywność mięśni, spowolnienie ruchowe, zaburzenia równowagi oraz cichy i monotony głos. Ponadto mogą pojawiać się objawy pozaruchowe, takie jak zaburzenia snu, obniżony nastrój oraz pogorszenie pamięci i koncentracji [8]. Od 2000 roku zachorowalność na chorobę Parkinsona na świecie wzrosła o 100%, co spowodowało 329 000 zgonów z jej powodu w ostatnich 26 latach [15]. Schorzenie to najczęściej dotyka osób po 50. roku życia, a średni wiek zachorowania wynosi około 70 lat. W rzadszych przypadkach może jednak wystąpić także u młodszych pacjentów.

Diagnostyka chorób neurodegeneracyjnych

Według raportu Najwyższej Izby Kontroli (NIK) z 2017 roku od pierwszych objawów do postawienia diagnozy mija ok. 1,5 roku [16]. Diagnostyka chorób neurodegeneracyjnych opiera się na kompleksowej ocenie klinicznej, obejmującej: wywiad, badanie neurologiczne, ocenę funkcji poznawczych, testy neuropsychologiczne, badania laboratoryjne oraz neuroobrazowanie. Takie postępowanie umożliwia zarówno rozpoznanie charakterystycznego profilu deficytów, jak i wykluczenie innych przyczyn objawów [17]. W chorobie Alzheimera dodatkowo wykorzystuje się biomarkery z płynu mózgowo-rdzeniowego i krwi oraz badania pozytonowej emisyjnej tomografii komputerowej (PET), a obrazowanie rezonansu magnetycznego może

ujawniać zmiany w strukturach szczególnie podatnych na wczesną neurodegenerację, takich jak hipokamp i kora śródwęchowa [18]. W chorobie Parkinsona rozpoznanie nadal jest głównie kliniczne i opiera się na obecności typowych objawów ruchowych oraz na diagnostyce różnicowej z innymi postaciami parkinsonizmu.

Wraz ze starzeniem się społeczeństwa i wynikającym z tego wzrostem ryzyka chorób neurodegeneracyjnych coraz większego znaczenia nabiera identyfikacja ich wczesnych markerów chorób Alzheimera i Parkinsona. Na szczególną uwagę zasługują zaburzenia zmysłów, które u części pacjentów mogą pojawiać się na długo przed wystąpieniem typowych objawów neurologicznych. Włączenie oceny funkcji zmysłowych do badań przesiewowych i diagnostyki różnicowej może wspomagać wcześniejsze rozpoznanie oraz planowanie dalszej obserwacji i postępowania.

Kapsuła Badań Zmysłów

Odpowiedzią na to zapotrzebowanie jest opracowana w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu (IFPS) Kapsuła Badań Zmysłów (KBZ) – pierwsze na świecie urządzenie, które umożliwia przeprowadzenie kompleksowej oceny funkcjonowania zmysłów – słuchu, wzroku, równowagi, smaku oraz węchu – warunkach standaryzowanych. Dzięki temu może być wykorzystywana zarówno w badaniach przesiewowych wśród dzieci (powyżej 6. roku życia), dorosłych i osób starszych, jak i w innych grupach narażonych na zaburzenia sensoryczne. Możliwość szybkiej i wystandaryzowanej oceny funkcji zmysłów sprawia, że KBZ oraz jej technologie mogą stanowić wartościowe wsparcie we wczesnym wykrywaniu zaburzeń charakterystycznych dla chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Alzheimera czy Parkinsona [19].

Cel pracy

Celem artykułu jest dokonanie przeglądu oraz omówienie roli i charakterystyki zaburzeń zmysłów w chorobach neurodegeneracyjnych na przykładzie choroby Alzheimera i choroby Parkinsona, a także zaprezentowanie w tym kontekście możliwości zastosowania Kapsuły Badań Zmysłów (KBZ) opracowanej w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu jako nowoczesnego narzędzia do kompleksowej, standaryzowanej oceny funkcji sensorycznych. Zakres pracy obejmuje analizę zmian strukturalnych i funkcjonalnych mózgu prowadzących do dysfunkcji zmysłów oraz opis najczęściej występujących zaburzeń węchu, smaku, wzroku, słuchu i czucia w przebiegu tych chorób. W pracy przedstawiono znaczenie oceny zaburzeń zmysłów w kontekście wczesnego rozpoznawania chorób neurodegeneracyjnych, wskazując, że szybka, powtarzalna i wystandaryzowana diagnostyka oferowana przez KBZ może stanowić wartościowe wsparcie w identyfikacji wczesnych, nieswoistych zaburzeń sensorycznych charakterystycznych m.in. dla chorób Alzheimera i Parkinsona.

Materiał i metody

Metodologia przeglądu

Przegląd literatury ma charakter narracyjny. Przeszukano bazy danych literaturowych: Pubmed i Google Scholar,

z wykorzystaniem następujących słów kluczowych: choroby neurodegeneracyjne, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona; zastosowano filtr MeSH Terms. Uzyskano 845 rekordów, z czego do przeglądu zakwalifikowano te, które dotyczyły także zmysłów lub przesiewowego badania zmysłów. Nie wprowadzono ograniczeń w postaci kryterium daty publikacji.

Należy zaznaczyć, że niniejsza praca ma charakter przeglądu oraz dodatkowo koncentruje się na przedstawieniu koncepcji i możliwości diagnostycznych Kapsuły Badań Zmysłów. Szczegółowa ocena skuteczności diagnostycznej urządzenia, obejmująca parametry takie jak czułość i swoistość, jest przedmiotem aktualnie prowadzonych badań klinicznych.

Zaburzenia przetwarzania sensorycznego w chorobach neurodegeneracyjnych

Układ sensoryczny człowieka stanowi złożony system umożliwiający odbieranie i przetwarzanie bodźców pochodzących ze środowiska zewnętrznego oraz wnętrza organizmu. Ludzkie narządy są wyspecjalizowane w odbieraniu i przetwarzaniu różnych bodźców, takich jak: sygnały świetlne, dźwięk, cząsteczki zapachowe, bodźce chemiczne smaku czy wrażenia dotykowe. Dzięki nim możemy poznawać świat i reagować na informacje płynące ze środowiska, wykonywać codzienne czynności, komunikować się oraz dbać o własne bezpieczeństwo [20].

W przebiegu chorób neurodegeneracyjnych obserwuje się nie tylko klasyczne objawy zaburzeń poznawczych i ruchowych, lecz także znaczące zmiany strukturalne i funkcjonalne w zakresie przetwarzania sensorycznego. Nasilenie tych zmian jest większe niż w tzw. zdrowym starzeniu się mózgu [21].

Dotychczasowe badania wykazały, że u pacjentów z zaburzeniami poznawczymi oraz chorobami neurodegeneracyjnymi, takimi jak choroba Alzheimera i Parkinsona, obserwuje się zwiększone ryzyko wystąpienia dysosmii, czyli zaburzeń węchu [22]. Zmysł węchu odpowiada za detekcję cząsteczek zapachowych, a tym samym za przekazywanie informacji o otoczeniu, jakości spożywanych pokarmów i warunkach środowiskowych. Upośledzenie węchu wpływa na funkcjonowanie w życiu codziennym, a zwłaszcza na bezpieczeństwo, ponieważ utrudnia wykrywanie zagrożeń (np. dymu, gazu, zepsutej żywności); może też prowadzić do spadku apetytu, pogorszenia jakości diety i obniżenia jakości życia. Dodatkowo węch jest silnie powiązany z emocjami i pamięcią – informacje węchowe są przetwarzane przez struktury mózgu zaangażowane w nadawanie bodźcom „ładunku” emocjonalnego (m.in. ciało migdałowe) oraz w tworzenie i przywoływanie wspomnień (m.in. hipokamp), co sprawia, że zapachy mogą uruchamiać wyraziste wspomnienia autobiograficzne oraz intensywne reakcje afektywne [23].

Według Liao W. i wsp. [24] osoby starsze mają gorsze wyniki w testach związanych z pamięcią węchową i identyfikacją zapachów, ponieważ istnieje powiązanie między testami identyfikacji węchowej a pamięcią roboczą czy elastycznością umysłową. Zaburzenia funkcji węchowych, szczególnie w przebiegu choroby Parkinsona oraz choroby

Alzheimera, są przedmiotem intensywnych badań jako potencjalne biomarkery wczesnych stadiów tych schorzeń. Według Fatuzzo i wsp. [25] upośledzenie węchu jest jednym z najwcześniejszych objawów chorób neurodegeneracyjnych. Objawy te pojawiają się przed symptomami ruchowymi i poznawczymi.

Mechanizmy zaburzeń węchu w chorobie Alzheimera są wieloczynnikowe i wiążą się zarówno z zaburzeniami neurotransmisji, jak i wczesnym zajęciem przez amyloid β oraz patologię tau struktur układu węchowego i limbicznego, w tym opuszki węchowej, kory śródwęchowej, hipokampu i ciała migdałowego. Ponieważ obszary te odpowiadają za percepcję, identyfikację i pamięć zapachową, ich uszkodzenie może prowadzić do wczesnych deficytów węchowych. Potwierdzają to badania *post mortem*, wskazujące na obecność blaszek amyloidowych i splątków neurofibrylarnych w układzie węchowym, a także badania neuroobrazowe pokazujące zmniejszenie objętości obszarów mózgu związanych z przetwarzaniem zapachów [5,26].

U pacjentów z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi spadek funkcji węchowej stanowi silny predyktor przechodzenia od MCI do pełnoobjawowej demencji Alzheimera. U około 35% pacjentów z MCI dochodzi do rozwoju otępienia w ciągu roku. Funkcje węchowe mają również wysoką specyficzność i czułość (około 87–91%) w odróżnianiu pacjentów z AD od osób prawidłowo funkcjonujących poznawczo, co dowodzi, że deficyt węchu stanowi wartościowy marker kliniczny wczesnych etapów chorób neurodegeneracyjnych [25].

Utrata lub osłabienie węchu należy do najwcześniejszych i jednocześnie często niedostrzeganych objawów choroby Parkinsona. Pacjenci zauważają, że zapachy stają się słabsze, trudniejsze do zidentyfikowania czy rozróżnienia lub całkowicie niewyczuwalne, mimo braku kataru, infekcji czy dolegliwości ze strony zatok. Należy jednak podkreślić, że nie każda osoba z osłabionym węchem zachoruje na chorobę Parkinsona, choć u większości pacjentów z tą chorobą częściowa utrata węchu występuje na pewnym etapie jej rozwoju. W odróżnieniu od przejściowych zaburzeń węchu, związanych z przeziębieniem lub zapaleniem zatok, deficyty węchowe w chorobie Parkinsona mają zwykle charakter trwały i nie ustępują samoistnie. Podobnie jak w chorobie Alzheimera, mechanizmy zaburzeń węchu w chorobie Parkinsona są złożone i obejmują zarówno zaburzenia neuroprzebiegu, jak i zmiany funkcjonalne oraz strukturalne w obwodowych elementach układu węchowego, a także w pierwotnej i wtórnej korze węchowej. W badaniach wykazano wczesne odkładanie się patologicznej α -synukleiny w strukturach układu węchowego, zwłaszcza w opuszce węchowej i przednim jądrze węchowym, a także uszkodzenie połączeń w obrębie ośrodkowych sieci węchowych, wskutek czego deficyt dotyczy nie tylko percepcji bodźców zapachowych, lecz także ich identyfikacji i przetwarzania. Opuszka węchowa oraz jądro węchowe przednie należą do najwcześniej zajmowanych struktur mózgu w chorobie Parkinsona i wykazują obecność patologii α -synukleinowej. Ponadto pasmo węchowe cechuje się zmniejszeniem objętości oraz zmianami integralności, ocenianymi za pomocą obrazowania tensora dyfuzji. Inne obszary mózgu, takie jak kora gruszkowata, hipokamp, kora oczodołowo-czołowa oraz ciało migdałowe,

również wykazują obecność patologii α -synukleinowej, a także zmian strukturalnych i funkcjonalnych. Dodatkowo rosnąca liczba dowodów wskazuje, że mózdzek uczestniczy w przetwarzaniu bodźców węchowych, a ponieważ u pacjentów z chorobą Parkinsona obserwuje się zaburzenia węchu, zmiany w tej strukturze mogą również odgrywać rolę w patofizjologii zaburzeń węchu w tej chorobie [27].

Zmysł smaku ściśle współdziała z układem węchowym. Zaburzenia percepcji smakowej mogą prowadzić do obniżenia apetytu, nieprawidłowych nawyków żywieniowych oraz pogorszenia jakości życia u osób starszych, a obserwowane zmiany w funkcjonowaniu tego zmysłu (podobnie do zaburzeń węchu) mają związek z procesami starzenia się oraz występowaniem dysfunkcji poznawczych [28]. Według Jagota i wsp. [29] około 9–27% pacjentów z chorobą Parkinsona ma upośledzoną funkcję smaku. U pacjentów progi rozpoznawania podstawowych smaków były istotnie wyższe niż u grup kontrolnych, co wskazuje na gorszą percepcję wszystkich pięciu smaków u tych chorych. Podobną zależność obserwuje się w chorobie Alzheimera – w badaniu Kouzuki i wsp. [30] aż u 81,4% pacjentów wystąpiły zaburzenia odżywiania, takie jak zmiany apetytu czy utrata smaku. Najczęściej u pacjentów obserwowano podwyższone progi rozpoznawania smaków słodkiego i słonego, a także znaczne trudności w identyfikacji smaku umami. U części badanych identyfikacja smaku nie była możliwa nawet przy wysokich stężeniach bodźca. Nasilenie zaburzeń smaku wzrastało wraz z ciężkością deficytów poznawczych. U pacjentów z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi zmiany gustatoryczne były mniejsze lub nieobecne, natomiast wyraźne deficyty obserwowano w otępieniu o nasileniu umiarkowanym i ciężkim.

Utrata słuchu, która może przyczyniać się do demencji, jest ściśle związana ze spadkiem jakości życia społecznego. Pogorszenie słuchu może wynikać nie tylko z zaburzeń obwodowych, lecz także z nieprawidłowości w centralnym przetwarzaniu dźwięku [31]. Upośledzenie słuchu w starszym wieku współwystępuje z wyższym ryzykiem demencji i pogorszeniem funkcji poznawczych, a mechanizmy tej zależności nadal są badane. W literaturze opartej na analizie długoterminowej u osób z łagodnym ubytkiem słuchu ryzyko demencji było niemal 1,9-krotnie wyższe, przy umiarkowanym ubytku – 3-krotnie, a przy ciężkim ubytku słuchu – prawie 5-krotnie. Dodatkowo stwierdzono, że wzrost progu słyszenia o każde 10 dB zwiększał ryzyko demencji o 27%, co odpowiadało skali ryzyka obserwowanej przy wzroście wieku o 7 lat. Takie wyniki wskazują na istotną zależność między wiekiem, nasileniem ubytku słuchu i przyspieszoną degradacją funkcji poznawczych u osób starszych [32,33].

Wzrok pozwala na percepcję światła, barw, kształtów i ruchu oraz jest najczęściej dominującym kanałem percepcji w codziennym funkcjonowaniu. W chorobie Alzheimera obserwuje się pogorszenie parametrów widzenia, w tym obniżoną czułość kontrastu i zmiany w strukturze siatkówki, które mogą pojawiać się już we wczesnych stadiach choroby, co sugeruje związek między deficytami wzrokowymi a neurodegeneracją [34]. Ponadto badania wskazują, że wybrane choroby okulistyczne, w tym jaskra, mogą być powiązane z rozwojem demencji [35].

Zmysł dotyku, obejmujący percepcję bodźców mechanicznych, bólowych oraz termicznych, odgrywa istotną rolę w orientacji przestrzennej oraz w inicjowaniu reakcji obronnych organizmu. Choć funkcje somatosensoryczne są rzadziej analizowane w kontekście demencji, badania dotyczące globalnych deficytów sensorycznych wskazują, że wielozmysłowe upośledzenia, w tym zaburzenia czucia powierzchniowego, często współwystępują z pogorszeniem funkcji poznawczych i zwiększonym ryzykiem niepełnosprawności w późnej dorosłości [28,33].

W chorobie Alzheimera odkładające się w korze sensorycznej patologiczne formy białek, w szczególności amyloid- β oraz neurofibrylarne sploty tau, współistnieją z gliozą, czyli nienowotworową reakcją naprawczą ośrodkowego układu nerwowego (OUN) na uszkodzenie, utratę synaps oraz zaburzenia pobudliwości neuronalnej. Te zmiany mogą rozwijać się przez wiele lat przed pojawieniem się widocznych objawów klinicznych, takich jak zaburzenia pamięci i funkcji poznawczych. Zidentyfikowano je przede wszystkim w obszarach asocjacyjnych kory mózgowej, czyli tych, które integrują i przetwarzają informacje sensoryczne. Taka lokalizacja zmian tłumaczy, dlaczego podstawowe funkcje sensoryczne mogą być względnie zachowane, podczas gdy bardziej złożone przetwarzanie bodźców, np. analiza kontrastu wzrokowego czy rozróżnianie dźwięków w hałaśliwym otoczeniu, jest upośledzone [36].

W chorobie Parkinsona zmiany neurodegeneracyjne, które tradycyjnie wiążą się z dysfunkcją jąder podstawnych i spadkiem dopaminy, powodują istotne konsekwencje także w przypadku percepcji zmysłowej. Według danych literaturowych [37] u pacjentów z tym schorzeniem obserwuje się zaburzenia w zakresie percepcji dotykowej oraz przetwarzania informacji wzrokowych, słuchowych i temporalnych, co może odzwierciedlać dysfunkcję integracji sygnałów w sieciach neuronalnych obejmujących zarówno obszary korowe, jak i podkorowe. Uszkodzenia te mogą przejawiać się zwiększonym „szumem” sygnału neurologicznego oraz poszerzeniem pól recepcyjnych neuronów, co prowadzi do mniej precyzyjnej odpowiedzi na bodźce sensoryczne i zaburzonej komunikacji między obszarami sensorycznymi a motorycznymi mózgu [37]. Zgodnie z kryteriami International Parkinson and Movement Disorder Society (MDS), stosowanymi w praktyce neurologicznej, diagnostyka choroby Parkinsona opiera się w szczególności na wywiadzie medycznym i badaniu neurologicznym z identyfikacją charakterystycznych objawów ruchowych, w tym bradykinezy (spowolnienia ruchowego), w połączeniu z co najmniej jednym z dodatkowych symptomów, takich jak drżenie spoczynkowe, sztywność mięśniowa czy zaburzenia postawy [38].

Obserwowane zmiany w strukturze i funkcjonowaniu sieci neuronalnych dowodzą, że neurodegeneracja istotnie zaburza przetwarzanie sensoryczne na wielu poziomach układu nerwowego, nie ograniczając się do deficytów poznawczych i motorycznych.

Diagnostyka przesiewowa zmysłów

Badania przesiewowe (ang. *screening*) stanowią istotny element profilaktyki zdrowotnej. Przeprowadzane są wśród osób, u których nie występują jeszcze wyraźne objawy

choroby. Głównym celem badań przesiewowych jest wykrycie schorzeń na jak najwcześniejszym etapie. Wczesna diagnoza umożliwia szybkie wdrożenie leczenia oraz przyczynia się do ograniczenia poważnych konsekwencji zdrowotnych w przyszłości [39].

Narzędzia używane do diagnostyki oraz terapii wybranych zmysłów

Platforma Badań Zmysłów (PBZ)

Urządzenie składające się z przenośnego komputera z zainstalowanym specjalistycznym oprogramowaniem, słuchawek audiometrycznych oraz przycisku. Platforma pozwala na wczesne wykrywanie wad słuchu, wzroku i mowy. Jednocześnie umożliwia gromadzenie danych ankietowych do badań epidemiologicznych oraz automatyczne przysyłanie wyników do centralnego systemu za pośrednictwem Internetu, gdzie są wstępnie oceniane i klasyfikowane, a w razie potrzeby kierowane do dalszej analizy dokonywanej przez lekarzy specjalistów [40].

SPPS-S

Stymulacja Polimodalnej Percepcji Sensorycznej metodą Skarżyńskiego jest stosowana jako element terapii wspomagającej pacjentów z zaburzeniami przetwarzania słuchowego. Terapia jest realizowana z wykorzystaniem specjalistycznego urządzenia umożliwiającego prowadzenie treningu wielozmysłowego z zastosowaniem bodźców angażujących różne modalności sensoryczne. System wyposażony jest w terminal multimedialny rozszerzający zakres ćwiczeń o zadania stymulujące procesy percepcyjne i poznawcze. Metoda znajduje zastosowanie u osób z różnymi trudnościami związanymi z zaburzeniami przetwarzania słuchowego, w tym m.in. problemami w rozumieniu mowy, trudnościami w czytaniu i pisanii, zaburzeniami artykulacji, opóźnionym rozwojem mowy oraz zaburzeniami koncentracji uwagi słuchowej [41].

Test Smaku i Węchu

Umożliwia samodzielną przesiewową ocenę funkcji węchu i smaku w warunkach domowych. Rozwiązanie zostało opracowane w formie aplikacji, za pomocą której użytkownik może wykonać test węchu i smaku oraz zarejestrować wyniki. W procesie opracowania aplikacji przeanalizowano dostępne w literaturze testy węchu i smaku, oceniono warunki przechowywania materiałów testowych oraz możliwość samodzielnego wykonania badania przez osoby w różnym wieku i o zróżnicowanym poziomie kompetencji cyfrowych. Uzyskane następnie wyniki wskazują, że aplikacja ta może być stosowana jako narzędzie do przesiewowej oceny funkcji węchu i smaku oraz do zdalnego monitorowania tych funkcji w populacji pacjentów [42].

Kapsuła Badań Zmysłów

Przykładem systemu do przesiewowej diagnostyki wszystkich zmysłów jest Kapsuła Badań Zmysłów (**rycina 1**) opracowywana w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu. KBZ to pierwszy na świecie zintegrowany system narzędzi do kompleksowej diagnostyki narządów zmysłów, który umożliwia wykonanie szybkiego i standaryzowanego



Rycina 1. Kapsuła Badań Zmysłów [źródło: archiwum IFPS]

Figure 1. Sensory Examination Capsule [source: IFPS archives]

badania funkcji sensorycznych. W IFPS trwa program badawczy dotyczący wykorzystania KBZ jako standaryzowanego narzędzia przesiewowego oraz weryfikujący jej skuteczność i zakres zastosowań klinicznych w różnych grupach pacjentów. Celem tych badań jest nie tylko weryfikacja skuteczności systemu, lecz także dopasowanie jego funkcji do potrzeb klinicznych różnych populacji, co pozwoliłoby na optymalizację opieki diagnostycznej w celu wykrywania deficytów sensorycznych.

Urządzenie zawiera wystandaryzowane testy do prowadzenia badań przesiewowych pięciu zmysłów: słuchu, wzroku, węchu, smaku i równowagi. W KBZ badania wykonywane są samodzielnie przez pacjenta za pomocą prostych instrukcji wyświetlanych na ekranie. Uzupełnieniem systemu KBZ jest specjalna platforma internetowa dla pacjentów i specjalistów, na którą automatycznie przekazywane są wyniki testów [19].

Do badań przeprowadzanych w KBZ należą:

1. Testy węchu (**rycina 2**) i smaku (**rycina 3**), które wykonywane są przy użyciu specjalnych zestawów kopertowych. W badaniu węchu wykorzystywany jest wachlarzyk z zapachowymi kartonikami, które należy potrzebować i powąchać, a następnie wybrać właściwą odpowiedź spośród tych widocznych na ekranie. Wśród możliwych odpowiedzi dostępna jest również opcja „bez zapachu”. W badaniu smaku stosuje się patyczki pokryte substancjami smakowymi. Każdy z nich jest smakowany osobno, a osoba badana określa, jaki smak wyczuwa. W przypadku braku percepcji bodźca można zaznaczyć odpowiedź „bez smaku”.
2. Moduł badania słuchu składa się z dwóch części: przesiewowej audiometrii tonalnej oraz testów oceniających przetwarzanie słuchowe. Badania realizowane są za pomocą słuchawek (**rycina 4**), które należy założyć zgodnie z instrukcją. W audiometrii przesiewowej użytkownik reaguje na sygnały dźwiękowe poprzez dotknięcie ekranu, co pozwala określić, czy próg słyszenia



Rycina 2. Wachlarzyk do wykonywania testu węchu [źródło: archiwum IFPS]

Figure 2. File for conducting the odour test [source: IFPS archives]



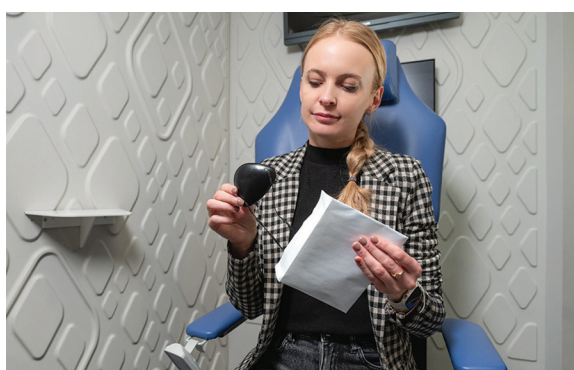
Rycina 4. Słuchawki do wykonywania audiometrii przesiewowej [źródło: archiwum IFPS]

Figure 4. Headphones for performing screening audiometry [source: IFPS archives]



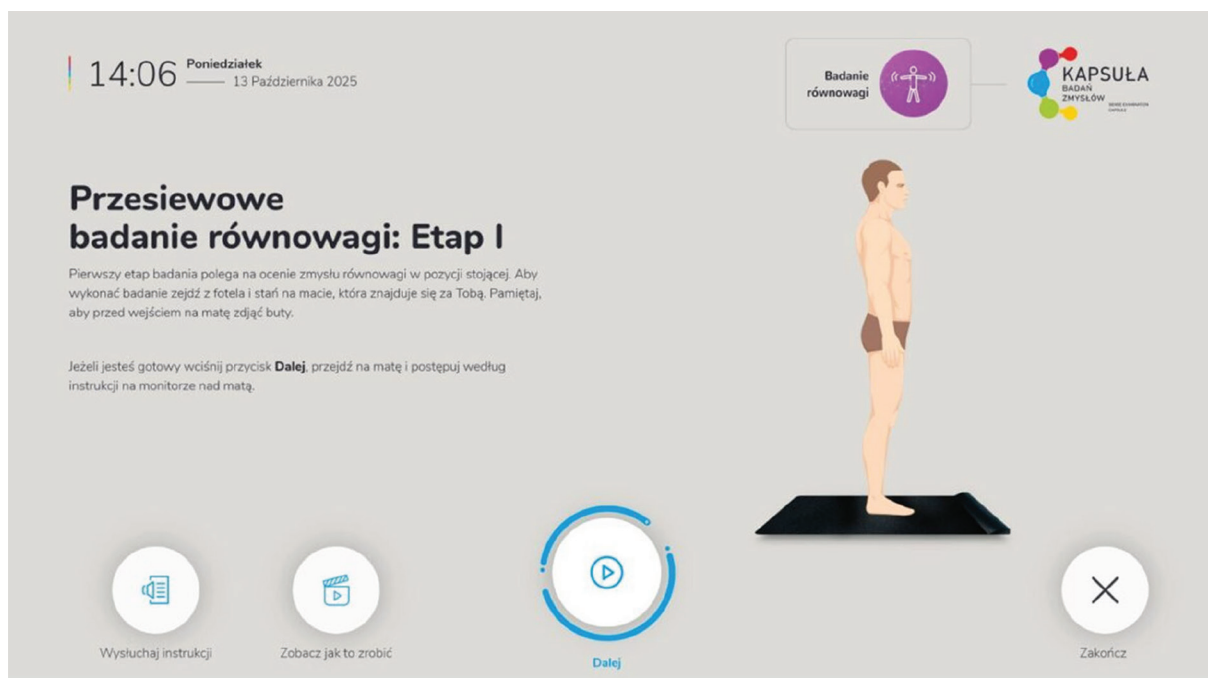
Rycina 3. Przesiewowe badanie smaku [źródło: archiwum IFPS; uzyskano pisemną zgodę na wykorzystanie wizerunku osoby przedstawionej na zdjęciu]

Figure 3. Screening taste test [source: IFPS archives; the image of the person shown in the photo has been used with their written consent]



Rycina 5. Opaska do wykonywania badania wzroku [źródło: archiwum IFPS; uzyskano pisemną zgodę na wykorzystanie wizerunku osoby przedstawionej na zdjęciu]

Figure 5. Eye patch for performing eye tests [source: IFPS archives; the image of the person shown in the photo has been used with their written consent]



Rycina 6. Ekran KBZ – moduł równowagi [źródło: KBZ]

Figure 6. KBZ screen – balance module [source: KBZ]

mieści się w normie słuchowej. W testach oceniających przetwarzanie słuchowe ocenia się sposób, w jaki mózg interpretuje i analizuje dźwięki. Badania te pozwalają na ocenę takich funkcji, jak lokalizacja i różnicowanie dźwięków, pamięć słuchowa i koncentracja na wybranym sygnale.

3. Badanie wzroku (**rycina 5**) obejmuje testy widzenia – do blizy, dali, rozpoznawania kontrastu oraz barw. Może być przeprowadzane w okularach lub soczewkach korekcyjnych, co pozwala ocenić skuteczność zastosowanej korekcji.
4. Badanie równowagi (**rycina 6**) składa się z dwóch etapów. W pierwszym etapie przeprowadza się badanie posturograficzne, w którym użytkownik, raz z otwartymi, raz z zamkniętymi oczami, stoi na specjalnej platformie. System analizuje rozkład nacisku na stopach, co pozwala ocenić stabilność postawy. W drugim etapie rejestrowane są ruchy gałek ocznych za pomocą gogli z wbudowaną kamerą. Użytkownik śledzi symbole pojawiające się na ekranie, a system rejestruje odpowiedź układu przedsionkowego (badanie wideonystagmograficzne, VNG).

Dyskusja

Dotychczasowe wyniki badań dotyczących chorób neurodegeneracyjnych wskazują, że zaburzenia przetwarzania zmysłowego stanowią istotny, a często pomijany element obrazu klinicznego [43]. Pomimo szybko rosnącej liczby dowodów na znaczenie deficytów sensorycznych w kontekście tych chorób, diagnoza kliniczna funkcji sensorycznych jest jedynie częściowa i rozproszona, a w przeważającym stopniu koncentruje się na ocenie funkcji poznawczych [44].

Szczególne znaczenie mają zaburzenia węchu, ponieważ w chorobie Alzheimera i chorobie Parkinsona mogą się one pojawiać na długo przed rozwinięciem pełnoobjawowych zaburzeń poznawczych lub ruchowych [45,46]. Z perspektywy klinicznej nadaje im to wartość potencjalnego markera wczesnych zmian neurodegeneracyjnych, zwłaszcza że ich ocena jest nieinwazyjna, relatywnie tania i możliwa do wykorzystania w badaniach przesiewowych. Jednocześnie należy podkreślić, że zaburzenia węchu nie są swoiste wyłącznie dla tych dwóch jednostek chorobowych, dlatego interpretacja wyników w tym zakresie powinna zawsze uwzględniać szerszy kontekst kliniczny oraz diagnostykę różnicową [46].

Przedstawione w pracy dane wskazują również, że w chorobach neurodegeneracyjnych deficyty sensoryczne nie ograniczają się do węchu [47]. Zmiany mogą obejmować smak, słuch, wzrok, równowagę oraz szerzej rozumiane przetwarzanie wielozmysłowe. Z klinicznego punktu

widzenia ma to istotne znaczenie, ponieważ ocena pojedynczego zmysłu może nie oddawać pełnego obrazu zaburzeń funkcjonalnych pacjenta. Wielozmysłowe podejście diagnostyczne może natomiast lepiej odzwierciedlać rzeczywisty zakres zmian oraz ich wpływ na codzienne funkcjonowanie i jakość życia pacjenta. Z tego względu zaproponowane w artykule podejście, obejmujące łączne badanie kilku modalności sensorycznych, należy uznać za szczególnie wartościowe.

W tym kontekście Kapsuła Badań Zmysłów stanowi wartość uwagi narzędzie przesiewowe. Jej potencjalną zaletą jest integracja oceny słuchu, wzroku, węchu, smaku i równowagi w jednym standaryzowanym środowisku badania. Należy podkreślić, że nie stanowi ona alternatywy istniejących metod diagnostycznych, lecz ich uzupełnienie. Zastosowanie KBZ może przyczynić się do skrócenia ścieżki diagnostycznej, zwiększenia czułości wykrywania wczesnych zmian funkcji zmysłowych oraz optymalnego dopasowania dalszych strategii terapeutycznych i rehabilitacyjnych. Na szczególną uwagę zasługują testy oceniające funkcję węchową, ponieważ jej upośledzenie może stanowić wczesny sygnał zmian neurologicznych, który pojawia się nawet kilka lat przed wystąpieniem innych objawów związanych z chorobami neurodegeneracyjnymi [31]. Z tego względu badania przesiewowe mogą być szczególnie istotne u osób obciążonych rodzinnym ryzykiem chorób otępiennych, u których wczesne wychwycenie subtelnych odchyśleń może ułatwić dalsze monitorowanie stanu zdrowia oraz szybsze ukierunkowanie diagnostyki. Zagadnienia te pozostają przedmiotem dalszych badań i zostaną omówione szerzej w kolejnych publikacjach.

Wnioski

Zaburzenia przetwarzania sensorycznego stanowią istotny, lecz często niedoceniany element obrazu klinicznego chorób neurodegeneracyjnych. Wczesne wykrycie tych zaburzeń może przyspieszyć diagnozę, poprawić różnicowanie jednostek chorobowych i umożliwić optymalne monitorowanie progresji choroby, co uwydatnia znaczenie uwzględniania oceny funkcji zmysłowych w kompleksowej diagnostyce pacjentów. Zasadne jest prowadzenie dalszych badań z użyciem KBZ, których celem będzie weryfikacja jej przydatności klinicznej oraz określenie roli tego narzędzia w procesie wczesnej identyfikacji i monitorowania zmian neurodegeneracyjnych.

Finansowanie

Badania zrealizowano w ramach projektu „Utrzymanie Mobilnej Kapsuły Badań Zmysłów – urządzenia do badań przesiewowo-diagnostycznych zmysłów”, współfinansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNIŚW) w Polsce (decyzja nr 2/E-523/SPUB SN/2020).

Piśmiennictwo

1. Lobo A, Launer LJ, Fratiglioni L, Andersen K, Di Carlo A, Breteler MM i wsp. Prevalence of dementia and major subtypes in Europe: a collaborative study of population-based cohorts neurologic diseases in the elderly research group. *Neurology*, 2000; 54 (11 Suppl 5): S4–9.
2. Ferri CP, Prince M, Brayne C, Brodaty H, Fratiglioni L, Ganguli M i wsp. Global prevalence of dementia: a Delphi consensus study. *Lancet*, 2005; 366(9503): 2112–7; [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67889-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67889-0).

3. Mydlikowska-Śmigórska A, Śmigórski K. Neuroanatomical and neurophysiological foundations of the human olfactory system. *Neuropsychiatria i Neuropsychologia/ Neuropsychiatria and Neuropsychology*, 2017; 11(4): 125–34; <https://doi.org/10.5114/nan.2016.65643>.
4. Haehner A, Hummel T, Reichmann H. Olfactory loss in Parkinson's disease. *Parkinson's Dis*, 2011; 2011:450939; <https://doi.org/10.4061/2011/450939>.
5. McLaren AMR, Kawaja MD. Olfactory dysfunction and Alzheimer's disease: a review. *J Alzheimers Dis*, 2024; 99(3): 811–27; <https://doi.org/10.3233/JAD-231377>.
6. Santillán-Morales V, Rodríguez-Espinosa N, Muñoz-Estrada J, Alarcón-Elizalde S, Acebes Á, Benítez-King G. Biomarkers in Alzheimer's disease: are olfactory neuronal precursors useful for antemortem biomarker research? *Brain Sci*, 2024; 14(1): 46; <https://doi.org/10.3390/brainsci14010046>.
7. Fullard ME, Morley JE, Duda JE. Olfactory dysfunction as an early biomarker in Parkinson's disease. *Neurosci Bull*, 2017; 33(5): 515–25; <https://doi.org/10.1007/s12264-017-0170-x>.
8. Gawel M, Potulska-Chromik A. Neurodegenerative diseases: Alzheimer's and Parkinson's disease. *Postępy Nauk Medycznych*, 2015.
9. Grinberg LT, Nitrini R, Suemoto CK, Lucena Ferretti-Rebustini RE de, Leite REP, Farfel JM i wsp. Prevalence of dementia subtypes in a developing country: a clinicopathological study. *Clinics (Sao Paulo)*, 2013; 68(8): 1140–5; [https://doi.org/10.6061/clinics/2013\(08\)13](https://doi.org/10.6061/clinics/2013(08)13).
10. Demencja. Diagnostyka i diagnoza, <https://leksykon.com.pl/leksykon-chorob/demencja/diagnostyka-i-diagnoza/> [dostęp: 12.05.2026].
11. World Health Organization. Dementia, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia> [dostęp: 12.05.2026].
12. Binert-Kusztal Ż, Starek M, Dąbrowska M. Choroby neurodegeneracyjne – aspekt farmakoterapeutyczny choroby Alzheimer, 2021; <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-095610> [dostęp: 12.05.2026].
13. Oikonomou P, Akhouni FH, Olfati N, Litvan I. Characteristics and mechanisms of cognitive impairment in Parkinson disease. *Nat Rev Neurol*, 2026; 22(2): 90–109; <https://doi.org/10.1038/s41582-025-01163-x>.
14. Li M, Ye X, Huang Z, Ye L, Chen C. Global burden of Parkinson's disease from 1990 to 2021: a population-based study. *BMJ Open*, 2025; 15(4): e095610; <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-095610>.
15. World Health Organization. Parkinson disease, 9.08.2023; <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease>.
16. Najwyższa Izba Kontroli. NIK o opiece nad chorymi na Alzheimer, 16.05.2017; <https://www.nik.gov.pl/najnowsze-informacje-o-wynikach-kontroli/nik-o-opiece-nad-chorymi-na-alzheimer.html>.
17. Brunnström H, Gustafson L, Passant U, Englund E. Prevalence of dementia subtypes: a 30-year retrospective survey of neuropathological reports. *Arch Gerontol Geriatr*, 2009; 49(1): 146–9; <https://doi.org/10.1016/j.archger.2008.06.005>.
18. Jack CR, Andrews JS, Beach TG, Buracchio T, Dunn B, Graf A i wsp. Revised criteria for diagnosis and staging of Alzheimer's disease: Alzheimer's Association Workgroup. *Alzheimers Dement*, 2024; 20(8): 5143–69; <https://doi.org/10.1002/alz.13859>.
19. Skarzynski H, Anna K, Justyna K, Natalia C, Piotr SH. The Sensory Examination Capsule: simultaneous testing of multiple sensory organs. *J Hear Sci*, 2022; 11(4): 11–6; <https://doi.org/10.17430/JHS.2021.11.4.1>.
20. Rüdiger B. Siedem zmysłów. Jak je zrozumieć i wykorzystać, by lepiej żyć. Warszawa: Muza, 2021.
21. Xiao Z, Wu W, Zhao Q, Zhang J, Hong Z, Ding D. Sensory impairments and cognitive decline in older adults: a review from a population-based perspective. *Aging Health Res*, 2021; 1(1): 100002; <https://doi.org/10.1016/j.ahr.2020.100002>.
22. Gudej S, Błaszczuk K, Gromadzka-Ostrowska J. Związane z wiekiem zmiany węchu i smaku. *Akademia Medycyny*, 2014(8): 109–16.
23. El Haj M, Gandolphe MC, Gallouj K, Kapogiannis D, Antoine P. From nose to memory: the involuntary nature of odor-evoked autobiographical memories in Alzheimer's disease. *Chem Senses*, 2018; 43(1): 27–34; <https://doi.org/10.1093/chemse/bjx064>.
24. Liao W, Wang Y, wang L, Li J, Huang D, Cheng W i wsp. The current status and challenges of olfactory dysfunction study in Alzheimer's disease. *Aging Res Rev*, 2024; 100: 102453; <https://doi.org/10.1016/j.arr.2024.102453>.
25. Fatuzzo I, Niccolini GF, Zoccali F, Cavalcanti L, Bellizzi MG, Riccardi G i wsp. Neurons, nose, and neurodegenerative diseases: olfactory function and cognitive impairment. *Int J Mol Sci*, 2023; 24(3): 2117; <https://doi.org/10.3390/ijms24032117>.
26. Klein J, Yan X, Johnson A, Tomljanovic Z, Zou J, Polly K i wsp. Olfactory impairment is related to tau pathology and neuroinflammation in Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis*, 2021; 80(3): 1051–65; <https://doi.org/10.3233/JAD-201149>.
27. Torres-Pasillas G, Chi-Castañeda D, Carrillo-Castilla P, Marín G, Hernández-Aguilar ME, Aranda-Abreu GE i wsp. Olfactory dysfunction in Parkinson's disease, its functional and neuroanatomical correlates. *NeuroSci*, 2023; 4(2): 134–51; <https://doi.org/10.3390/neurosci4020013>.
28. Correia C, Lopez KJ, Wroblewski KE, Huisingh-Scheetz M, Kern DW, Chen RC i wsp. Global sensory impairment in older adults in the United States. *J Am Geriatr Soc*, 2016; 64(2): 306–13; <https://doi.org/10.1111/jgs.13955>.
29. Jagota P, Chotechuan N, Anan C, Kitjajiwit T, Boonla C, Bhidayasiri R. Umami and other taste perceptions in patients with Parkinson's disease. *J Mov Disord*, 2022; 15(2): 115–23; <https://doi.org/10.14802/jmd.21058>.
30. Kouzuki M, Ichikawa J, Shirasagi D, Katsube F, Kobashi Y, Matsumoto H i wsp. Detection and recognition thresholds for five basic tastes in patients with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease dementia. *BMC Neurol*, 2020; 20: 110; <https://doi.org/10.1186/s12883-020-01691-7>.
31. Humes LE, Dubno JR, Gordon-Salant S, Lister JJ, Cacace AT, Cruickshanks KJ i wsp. Central presbycusis: a review and evaluation of the evidence. *J Am Acad Audiol*, 2012; 23(8): 635–66; <https://doi.org/10.3766/jaaa.23.8.5>.
32. Pichora-Fuller MK, Mick P, Reed M. Hearing, cognition, and healthy aging: social and public health implications of the links between age-related declines in hearing and cognition. *Semin Hear*, 2015; 36(3): 122–39; <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555116>.
33. Lad M, Sedley W, Griffiths TD. Sensory loss and risk of dementia. *Neuroscientist*, 2024; 30(2): 247–59; <https://doi.org/10.1177/10738584221126090>.
34. Brandt T, Dieterich M, Huppert D. Human senses and sensors from Aristotle to the present. *Front Neurol*, 2024; 15: 1404720; <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1404720>.

35. Su C-W, Lin C-C, Kao C-H, Chen H-Y. Association between glaucoma and the risk of dementia. *Medicine*, 2016; 95(7): e2833; <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000002833>.
36. Zhang NK, Zhang SK, Zhang LI, Tao HW, Zhang G-W. Sensory processing deficits and related cortical pathological changes in Alzheimer's disease. *Front Aging Neurosci*, 2023; 15: 1213379; <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1213379>.
37. Permezel F, Alty J, Harding IH, Thyagarajan D. Brain networks involved in sensory perception in Parkinson's disease: a scoping review. *Brain Sciences*, 2023; 13(11): 1552; <https://doi.org/10.3390/brainsci13111552>.
38. Arya R, Haque AKMA, Shakya H, Billah MM, Parvin A, Rahman M-M i wsp. Parkinson's disease: biomarkers for diagnosis and disease progression. *Int J Mol Sci*, 2024; 25(22): 12379; <https://doi.org/10.3390/ijms252212379>.
39. Pacjent.gov.pl. Profilaktyczne badania przesiewowe, <http://pacjent.gov.pl/arttykul/profilaktyczne-badania-przesiewowe> [dostęp: 15.06.2026].
40. Instytut Narządów Zmysłów. Platforma Badań Zmysłów, <https://inz.waw.pl/language/pl/produkty/platforma-badan-zmyslow/> [dostęp: 15.06.2026].
41. Instytut Narządów Zmysłów. SPPS-S, czyli Stymulacja Polimodalnej Percepcji Sensorycznej metodą Skarżyńskiego, <https://inz.waw.pl/language/pl/produkty/spps-s-czyli-stymulacja-polimodalnej-percepcji-sensorycznej-metoda-skarzynskiego/> [dostęp: 15.06.2026].
42. Buksinska M, Tomaszewska-Hert I, Talarek M, Skarzynski PH. Application for the detection of taste and smell disorders based on self-test at the patient's home. *Diagnostics*, 2025; 15(24); <https://doi.org/10.3390/diagnostics1524155>.
43. Mesholam RI, Moberg PJ, Mahr RN, Doty RL. Olfaction in neurodegenerative disease: a meta-analysis of olfactory functioning in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Arch Neurol*, 1998; 55(1): 84–90; <https://doi.org/10.1001/archneur.55.1.84>.
44. Zhu M, Li M, Ye D, Jiang W, Lei T, Shu K. Sensory symptoms in Parkinson's disease: clinical features, pathophysiology, and treatment. *J Neurosci Res*, 2016; 94(8): 685–92; <https://doi.org/10.1002/jnr.23729>.
45. Roos DS, Klein M, Doty RL, Berendse HW. Decline of olfactory function in Parkinson's disease: a ten-year longitudinal study. *J Park Dis*, 2024; 14(7): 1877718X241298708; <https://doi.org/10.1177/1877718X241298708>.
46. Bouhaben J, Delgado-Lima AH, Delgado-Losada ML. The role of olfactory dysfunction in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: a meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*, 2024; 123: 105425; <https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105425>.
47. Kawabata K, Bagarinao E, Seppi K, Poewe W. Longitudinal brain changes in Parkinson's disease with severe olfactory deficit. *Park Relat Disord*, 2024; 122: 106072; <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2024.106072>.

Mgr Nina Lignar, email: n.lignar@ifps.org.pl •  0009-0007-3875-8406

Prot. słuchu Wojciech Będziński, email: w.bedzinski@ifps.org.pl •  0009-0006-8182-9815

Dr n. med. i n. o zdr. Natalia Czajka, email: n.czajka@ifps.org.pl •  0000-0003-1203-6679

Prof. dr hab. n. med. i n. o zdr. mgr zarz. Piotr H. Skarżyński, email: p.skarzynski@inz.waw.pl •  0000-0002-4978-1915

Prof. dr hab. med. dr h.c. multi Henryk Skarżyński, email: h.skarzynski@ifps.org.pl •  0000-0001-7141-9851

Dr hab. n. społ. Agnieszka Pluta, email: a.pluta@ifps.org.pl •  0000-0002-4684-1919