



# Wpływ odwodnienia organizmu na funkcje poznawcze

## Effect of dehydration on cognitive functions

Klaudia Wiśniewska<sup>1,2,A–D</sup>, Katarzyna Okręglika<sup>1,2,E–F</sup>

<sup>1</sup> *Warszawski Uniwersytet Medyczny, Polska*

<sup>2</sup> *Zakład Medycyny Społecznej i Zdrowia Publicznego, Polska*

*A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu*

Wiśniewska K, Okręglika K. Wpływ odwodnienia organizmu na funkcje poznawcze. *Med Og Nauk Zdr.* 2021; 27(4): 372–378. doi: 10.26444/monz/142618

### ■ Streszczenie

**Wprowadzenie i cel pracy.** Woda należy do substancji zapewniających prawidłowe funkcjonowanie mózgu. Odwodnienie prowadzi do utraty wody w organizmie, co w konsekwencji przyczynia się do szeregu niekorzystnych zmian, które w nim zachodzą. Wykazano, że odwodnienie organizmu może wpływać negatywnie na stan zdrowia, w tym pogorszenie funkcji poznawczych. Celem artykułu jest przedstawienie aktualnych danych dotyczących wpływu odwodnienia na wybrane funkcje poznawcze oraz podkreślenie istotności odpowiedniego spożycia płynów w wybranych grupach wiekowych.

**Skrócony opis stanu wiedzy.** Opublikowane do tej pory wyniki badań dowodzą, że znaczna część populacji znajduje się w stanie łagodnego odwodnienia. Analiza zależności pomiędzy odwodnieniem organizmu a funkcjami poznawczymi wykazała negatywny wpływ w przypadku strat wody w organizmie powyżej 2% niezależnie od wieku. Wykazano przede wszystkim negatywny wpływ na koncentrację, pamięć i uczenie się oraz wybrane funkcje wykonawcze. W grupach ryzyka do pogorszenia funkcji poznawczych może dochodzić dużo wcześniej. Na podstawie analizy badań wyróżnić można grupy wiekowe, które są szczególnie obciążone ryzykiem niedostatecznej podaży wody, a w związku z tym odwodnienie organizmu występuje u nich znacznie częściej. Do grup tych zaliczyć można przede wszystkim niemowlęta i małe dzieci, osoby w wieku podeszłym i osoby chore.

**Podsumowanie.** Odwodnienie organizmu ma istotny wpływ na funkcje poznawcze, chociaż związek ten nadal nie został w pełni opisany. Konieczne są dalsze badania w tym zakresie, które pozwoliłyby na ocenę skali potencjalnego zagrożenia oraz na sformułowanie bardziej celowanych zaleceń dotyczących nawodnienia w aspekcie funkcji poznawczych.

### ■ Słowa kluczowe

funkcje poznawcze, funkcje wykonawcze, odwodnienie, woda, spożycie wody

### ■ Abstract

**Introduction and objective.** Water is one of the substances that ensure proper functioning of the brain. Dehydration leads to water loss which, in turn, contributes to a number of adverse changes taking place in the body. Dehydration has been shown to have negative effects on health, including cognitive decline. The aim of this article is to present current data on the effect of dehydration on selected cognitive functions and to emphasize the importance of adequate fluid consumption in selected age groups.

**Brief description of the state of knowledge.** The results of research published to date show that a significant proportion of the population is in a state of mild dehydration. Analysis of the relationship between dehydration and cognitive functions showed a negative effect in the case of body water loss higher than 2%, regardless of age. A negative effect of dehydration was confirmed primarily on concentration, memory and learning, as well as on selected executive functions. In groups at risk cognitive deterioration may occur much earlier. Based on the analysis of research, age groups may be distinguished that are particularly at risk of insufficient water intake and, therefore, are more liable to dehydration. These groups mainly include infants and young children, as well as the elderly and the sick.

**Summary.** Dehydration exerts a significant impact on cognitive functions; however, this relationship has not yet been fully described. Further research is needed in this area to assess the scale of the potential risk and to formulate more specific recommendations for hydration from the aspect of cognitive functions.

### ■ Key words

cognitive functions, water, water intake, dehydration, cognitive performance

## WPROWADZENIE

Woda w organizmie człowieka pełni wiele bardzo ważnych biologicznie i fizjologicznie funkcji. Bierze udział przede wszystkim w budowie i tworzeniu struktur komórkowych – stanowi materiał budulcowy dla wszystkich komórek i tkanek. Zawartość wody w poszczególnych tkankach jest

Adres do korespondencji: Klaudia Wiśniewska, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 61, 02-091 Warszawa, Polska  
E-mail: kwisniewska@wum.edu.pl

Nadesłano: 5.01.2021; zaakceptowano do publikacji: 24.09.2021; publikacja on-line: 28.09.2021

różna i ulega ciągłym zmianom. Największą zawartością wody w organizmie charakteryzują się przede wszystkim płyny i wydzieliny ustrojowe: płyn mózgowo-rdzeniowy i płyn szpiku kostnego (99%) oraz chłonek (98%). W dalszej kolejności znajdują się m.in. żółć (86%), osocze krwi (85%) i tkanka mózgowa (75%). Całkowita zawartość wody w organizmie człowieka zmienia się wraz z wiekiem. Organizm noworodka zawiera ok. 75–80% wody, rocznego dziecka – ok. 65%, dorosłego mężczyzny – ok. 60%, dorosłej kobiety – ok. 55–50%, natomiast w organizmach osób starszych znajduje się jej już tylko 45–50% [1, 2]. Woda należy do substancji zapewniających prawidłowe funkcjonowanie mózgu. W warunkach odpowiedniej podaży wody funkcje poznawcze, czyli m.in. procesy związane z pamięcią, uczeniem się, orientacją czy rozumieniem, przebiegają w sposób prawidłowy. Odwodnienie organizmu może w różnym stopniu wpływać negatywnie na poszczególne procesy poznawcze, prowadząc do pewnych zmian w mózgu. Udowodniono, że straty wody w organizmie wynoszące powyżej 2% powodują istotne pogorszenie procesów poznawczych niezależnie od innych czynników [3]. Niedostateczne spożycie wody w stosunku do zapotrzebowania staje się w niedługim czasie odczuwalne i może stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka. Woda to jedyny składnik, którego brak może okazać się śmiertelny w ciągu kilku dni. Woda ma zatem kluczowe znaczenie dla zdrowia człowieka w kontekście prawidłowego funkcjonowania organizmu. Woda odgrywa również szczególną rolę w odżywianiu. Zapewnia prawidłowy przebieg procesów trawienia, wchłaniania i transportu składników odżywczych [1, 2]. Pomimo niezwykle ważnej roli wody w organizmie człowieka oraz jej znaczeniu w odżywianiu jest składnikiem często marginalizowanym w porównaniu z białkiem, tłuszczami czy węglowodanami lub pomijanym w niektórych zaleceniach żywieniowych i rekomendacjach [4]. Jednocześnie należy podkreślić, że istnieją grupy wiekowe, które są szczególnie zagrożone ryzykiem niedostatecznej podaży wody, co sprawia, że odwodnienie organizmu występuje u nich znacznie częściej. Do grup tych zaliczyć należy przede wszystkim niemowlęta i małe dzieci oraz osoby w wieku podeszłym [2].

Celem artykułu jest przedstawienie aktualnych danych dotyczących wpływu odwodnienia na wybrane funkcje poznawcze oraz podkreślenie istotności odpowiedniego spożycia płynów w wybranych grupach wiekowych.

## ODWODNIENIE ORGANIZMU

Odwodnienie jest to stan zmniejszonej objętości płynu w organizmie wynikający najczęściej z nadmiernej utraty płynów i/lub ich niedostatecznej podaży. W praktyce wiąże się z utratą wody i/lub bez sodu w ilości przekraczającej możliwości kompensacyjne organizmu. Wyróżnić można odwodnienie hipotoniczne, izotoniczne i hipertoniczne. Odwodnienie hipotoniczne wynika przede wszystkim ze strat sodu. Głównym czynnikiem prowadzącym do tego stanu jest utrata płynów zawierających elektrolity, a sama ilość wody nie musi być zmniejszona. Odwodnienie izotoniczne polega na proporcjonalnej utracie zarówno wody, jak i elektrolitów. Odwodnienie hipertoniczne jest to odwodnienie wynikające z ujemnego bilansu wodnego – zmniejszonego poboru wody i/lub zwiększonej jej utraty. Straty wody są wówczas wyższe od strat sodu [5].

W literaturze odwodnienie organizmu definiowane jest najczęściej jako straty wody przyczyniające się do 1–2-procentowej utraty masy ciała. Straty wody spowodowane są głównie poprzez ograniczenie spożycia płynów, długotrwałe narażenie na wysoką temperaturę bądź aktywność fizyczną lub kombinację tych czynników [6–8]. Zagadnienie odwodnienia omawiane w pracach naukowych przedstawiane jest przede wszystkim na podstawie badań obserwacyjnych prowadzonych w poszczególnych grupach wiekowych. W grupie niemowląt i małych dzieci badania interwencyjne ze względów etycznych prowadzone są zdecydowanie rzadziej [9–11]. W badaniach z udziałem głównie osób dorosłych odwodnienie wywoływane jest najczęściej poprzez ograniczenie spożycia płynów, kontrolowaną ekspozycję na ciepło, długotrwałe i kontrolowane ćwiczenia fizyczne lub kombinację tych czynników [12–14].

## Ocena stopnia nawodnienia organizmu

Do oceny stanu nawodnienia wykorzystywane są różne metody. Powszechnie stosowanymi metodami są mierzenie zmian masy ciała za pomocą wagi lekarskiej oraz określanie całkowitej zawartości wody w organizmie dzięki wykorzystaniu bioimpedancji elektrycznej. Ze względu na bezinwazyjny charakter metody te mogą mieć zastosowanie również w badaniach dużych grup populacyjnych. W celu dokładnej oceny stanu nawodnienia organizmu zaleca się połączenie tych metod z metodami pozwalającymi na określenie innych parametrów. Diagnostyka laboratoryjna odwodnienia oparta jest głównie na badaniu osocza krwi oraz moczu. Dokonuje się oznaczenia stężenia białka całkowitego i stężenia sodu w surowicy, niektórych parametrów morfologii krwi (hematokryt, liczba erytrocytów, stężenie hemoglobiny) oraz pomiaru osmolalności osocza [15]. W odniesieniu do badań moczu w literaturze często wymienianym sposobem oceny stanu nawodnienia organizmu jest analiza moczu pochodząca z pierwszych porannych próbek. Ocenie podlegają głównie kolor moczu [16, 17], jego ciężar właściwy i objętość [17, 18]. Prawidłowy mocz jest przejrzysty, barwy żółtej, na odwodnienie wskazuje ciemnożółty lub ciemnobrązowy kolor moczu oraz wysoki ciężar właściwy [16–18]. Dokonując oceny koloru moczu, należy mieć na uwadze wpływ nań niektórych spożytych wcześniej produktów (np. buraki, szpinak) oraz przyjętych leków i suplementów diety, co należy uwzględnić każdorazowo przy wywiadzie z pacjentem. Powszechnie używanym parametrem jest również osmolalność moczu. W warunkach prawidłowych osmolalność moczu wynosi od 275 do 900 mOsm/kg. Wartość powyżej 900 mOsm/kg może wskazywać na stan odwodnienia organizmu [3, 17, 19]. W niektórych przypadkach oraz w odniesieniu do dzieci odwodnienie określa się przy wartości powyżej 800 mOsm/kg [27]. Za złoty standard w ocenie osmolalności uważa się wykonanie oznaczenia z 24-godzinnej zbiórki moczu.

Przy ocenie stopnia odwodnienia organizmu warto dodatkowo zwrócić uwagę na takie objawy jak uczucie pragnienia, zawroty głowy, suchość języka, śluzówek, a w sytuacji znacznego odwodnienia: biegunka, wymioty, utrata przytomności w pozycji stojącej, obfite poty, napięcie skóry czy wartość ciśnienia tętniczego [16–19].

## Metody oceny pobrania płynów

Metody stosowane w badaniach naukowych do oceny pobrania wody podzielić można na opierające się na ocenie spożycia żywności oraz bazujące na pomiarze strat wody

przez organizm. Pomiar strat wody przez organizm obejmuje badania wcześniej wspomnianych parametrów, do których zaliczyć można przede wszystkim osmolalność moczu ocenioną optymalnie na podstawie 24-godzinnej zbiórki moczu, barwę moczu ocenianą na podstawie skali punktowej oraz ciężar właściwy moczu, którego prawidłowe wartości wahają się od 1,002 do 1,030 g/cm<sup>3</sup>. W przypadku oceny spożycia żywności najczęściej określa się dzienne spożycie żywności oraz wszystkich płynów w ramach 24-godzinnego wywiadu lub stosuje metodę bieżącego notowania przez okres kilku dni. Na tej podstawie szacuje się całościowe spożycie wody w ciągu całego dnia [27].

### Funkcje poznawcze

Funkcjami poznawczymi nazywa się te czynności psychiczne, które służą człowiekowi do uzyskania orientacji w otoczeniu, zdobycia informacji o sobie samym i o swoim organizmie, do analizowania sytuacji, formułowania wniosków, a także do podejmowania właściwych decyzji i działań. Obejmują one procesy percepcyjne (wrażenia, spostrzeżenia), uwagę, uczenie się, procesy pamięciowe (pamięć krótkotrwałą, długotrwałą, operacyjną), myślowe oraz językowe (mowę i język) [20]. Pogorszenie się funkcjonowania poznawczego związanego z odwodnieniem może dotyczyć różnych jego aspektów, do których zaliczyć można przede wszystkim uwagę, pamięć, myślenie i uczenie się czy wybrane funkcje wykonawcze (np. zdolność planowania i kontroli działania, wybór strategii postępowania, rozumowania czy dostrzeżania błędów podczas realizacji zadań) [21]. W praktyce klinicznej funkcje poznawcze są powszechnie oceniane za pomocą testów neuropsychologicznych. Istnieją również inne, rzadziej wykorzystywane sposoby pomiaru, polegające na użyciu metod neurofizjologicznych, takich jak wzrokowe lub słuchowe potencjały wywołane, a także oscylacja gamma. Coraz częściej wykorzystuje się także zaawansowane technologiczne metody neuroobrazowania [13, 20].

Analizując relację pomiędzy odwodnieniem organizmu a funkcjami poznawczymi, wykazano, że niezależnie od wieku obserwuje się negatywny wpływ na funkcje poznawcze sytuacji, gdy straty wody w organizmie wynoszą powyżej 2%. W grupach ryzyka do pogorszenia funkcji poznawczych może dochodzić dużo wcześniej [22]. Mechanizm związany z wpływem odwodnienia na funkcje poznawcze nadal nie jest do końca wyjaśniony. Pod wpływem odwodnienia organizmu dochodzi do zmniejszenia objętości osocza, co ograniczać może przepływ krwi do mózgu i przyczyniać się do powstania zaburzenia funkcji poznawczych. Odwodnienie powoduje również zwiększenie stężenia kortyzolu, którego podwyższony poziom może być czynnikiem zwiększającym podatność mózgu na występowanie zaburzeń funkcji poznawczych. Istnieje teoria wskazująca, że odwodnienie organizmu może być związane z aktywacją osi podwzgórze–przysadka–nadnercza i zwiększonym uwalnianiem hormonów stresu. Hipotezę tą potwierdzają mogą obserwacje na zwierzętach, podczas których wykazano, że aktywacja osi podwzgórze–przysadka–nadnercza wywołana stresem i/lub farmakologicznym podawaniem glikokortykoidów powodowała uszkodzenia w neuronach hipokampu, prowadząc do pojawienia się zaburzeń funkcji poznawczych. Przewodzone również badania dotyczące wpływu odwodnienia na inne neuroprzekazniki, takie jak glutaminian czy kwas  $\gamma$ -aminomasłowy [33].

### Wpływ odwodnienia na funkcje poznawcze w wybranych grupach populacyjnych

#### Dzieci i młodzież

Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) w swoich wytycznych wskazuje, że odpowiednie spożycie wody przez dzieci i młodzież jest szczególnie ważne i powinno być korygowane poprzez uwzględnienie różnych czynników, takich jak zmienność osobnicza czy warunki klimatyczne. Jest to grupa zdecydowanie bardziej podatna na odwodnienie organizmu w porównaniu do osób dorosłych. Należy mieć na uwadze, że szczególnie dzieci – szczególnie te młodsze – mogą mieć trudności w wyrażaniu pragnienia, a o podaży płynów często decydują jedynie rodzice, których edukacja w zakresie prawidłowego nawodnienia będzie miała duże znaczenie [2]. Z kolei dzieci w wieku szkolnym często zapominają o odpowiednim picu wody, ignorując uczucie pragnienia, co prowadzić może do odwodnienia w sytuacji braku nawyku i odpowiedniej edukacji. Dzieci powinny mieć świadomość roli odpowiedniego nawodnienia organizmu w różnych sytuacjach (podczas nauki czy ćwiczeń fizycznych) [2, 13, 23].

Badania dowodzą, że niewystarczające spożycie wody i odwodnienie jest coraz bardziej powszechne wśród dzieci na całym świecie. Dane dotyczące spożycia płynów pochodzące z obszernego badania przekrojowego przeprowadzonego wśród dzieci z 13 krajów wskazują, że ponad 60% dzieci nie realizowało zaleceń dotyczących spożycia wody [24]. Na szczególnie istotny problem wskazują dodatkowo dane pochodzące z badań Stookey i wsp. [25]. Wykazano, że w niektórych krajach prawie połowa dzieci ma ograniczony dostęp do wody lub nie ma go wcale w szkole – w miejscu ich głównego pobytu w ciągu dnia. Przeprowadzone w populacji dzieci w Stanach Zjednoczonych badanie epidemiologiczne osmolalności moczu, ocenianej w godzinach porannych oraz popołudniowych lub wieczornych, wykazało, że ponad połowa dzieci miała mocz o wyższej osmolalności ( $\geq 800$  mOsmol/kg), co wskazuje na niedostateczne nawodnienie [26]. W tej grupie dokonano również oceny pobrania płynów na podstawie wywiadu 24-godzinnego. Dowiedziono, że przyjęcie płynów niezależnie od ich rodzaju związane jest z niższą osmolalnością moczu i lepszym nawodnieniem. Jednakże tylko wyższe spożycie wody związane było z ryzykiem występowania odwodnienia. Na istotny problem odwodnienia w tej grupie wskazuje również przegląd badań obserwacyjnych ( $n = 3681$ ), w którym wykazano, że średnio  $60 \pm 24\%$  dzieci w 19 krajach nie spełniało wytycznych dotyczących spożycia wody [27].

W Polsce badania w tym zakresie na dużą skalę nie są prowadzone. Badanie przeprowadzone na grupie 125 uczniów w wieku 7–14 lat oraz 125 matek tych dzieci w wieku 31–55 lat z małopolski oparte na interpretacji osmolalności moczu ocenianej w godzinach porannych oraz południowych dowiodło, że 49,2% dzieci wykazuje cechy odwodnienia po przebudzeniu, natomiast 51% dzieci jest odwodnionych podczas pobytu w szkole. W grupie matek cechy odwodnienia w godzinach porannych obserwuje się u 23,7% badanej populacji. Dodatkowo wykazano, że u kobiet z nadwagą i otyłością występowało ponad 4-krotnie większe ryzyko wystąpienia odwodnienia w porównaniu do matek o prawidłowej masie ciała. Zarówno w grupie dzieci, jak i matek zgłaszano objawy, które mogą mieć związek z występowaniem odwodnienia [28]. Podobna zależność obserwowana

jest wśród dzieci. W pracy A. Kozioł-Kozakowskiej i wsp. u 53% badanych dzieci podczas pobytu w szkole stwierdzono nieodpowiedni stan nawodnienia, a 16,3% z nich było poważnie odwodnionych (osmolalność moczu > 1000 mOsm/kg). Poziom odwodnienia był wyższy u dzieci z nadmierną ilością tkanki tłuszczowej w porównaniu do dzieci z prawidłowym jej udziałem (903,00 vs 775 mOsm/kg). U dzieci z nadmierną ilością tkanki tłuszczowej występowało ponad 2-krotne wyższe ryzyko wystąpienia odwodnienia w ciągu dnia szkolnego. Niewłaściwe nawodnienie było dodatkowo czynnikiem ryzyka wystąpienia trudności z koncentracją [29].

Dzieci i młodzież to niewątpliwie grupa o większym ryzyku powstania odwodnienia, która jednocześnie pozostaje bardziej wrażliwa na jego skutki – również te związane z funkcjami poznawczymi. Wykazano istotną zależność pomiędzy wyższą osmolalnością moczu u dzieci a pogorszeniem ich pamięci krótkotrwałej [30, 31]. W opublikowanej w 2015 roku pracy [32] podjęto próbę oceny zależności pomiędzy całkowitym spożyciem wody a wybranymi funkcjami poznawczymi. Do badania zakwalifikowano 63 dzieci w wieku od 8 do 9 lat. Interwencja dotyczyła wykonania zadania pozwalającego na ocenę zdolności koncentracji bądź rozproszenia uwagi. Spożycie wody było mierzone metodą 3-dniowego bieżącego notowania spożycia pokarmów i napojów, za pomocą której określano całkowite jej spożycie obejmujące wszystkie możliwe źródła. Stwierdzono, że dzieci pijące większe ilości wody wykazywały krótszy czas reakcji w realizacji zadań i większą zdolność koncentracji uwagi. N.A. Khan i wsp. w ramach badania, którym objęli dzieci w wieku 9–11 lat, przeprowadzili 4-dniową interwencję krzyżową (wszyscy badani uczestniczyli w każdym rodzaju interwencji) dotyczącą spożycia wody. Protokół badania polegał na podzieleniu uczestników na 3 grupy przyporządkowane do 3 różnych interwencji: spożycie wody *ad libitum*, ograniczenie spożycia wody do 0,5 litra na dobę oraz zwiększenie jej spożycia do 2,5 l na dobę. Uczestników poproszono o przyjmowanie płynów zgodnie z założeniami w danej grupie. W czwartym dniu każdej interwencji wśród uczestników przeprowadzoną całodobową zbiórkę moczu zgodnie z dostarczoną procedurą. Oceniano kolor moczu, jego ciężar właściwy oraz osmolalność. W celu oceny funkcji poznawczych uczestników poproszono o wykonanie 3 różnych zadań na komputerze, oceniających m.in. zdolność koncentracji uwagi, pamięć operacyjną oraz elastyczność poznawczą polegającą na zdolności dostosowania się i tworzenia strategii zaradczych, zmienianych w zależności od ich skuteczności lub specyfiki sytuacji. Zgodnie z oczekiwaniami wykazano zależność pomiędzy spożyciem wody a wskaźnikami nawodnienia uzyskanymi dzięki badaniu moczu – najwyższy stopień nawodnienia obserwowano u osób pijących największe ilości wody. Wyniki badań wskazywały również wyraźnie, że niższe spożycie płynów (grupa pijąca 0,5 l wody/dobę) związane było istotnie z mniejszą elastycznością poznawczą oraz miało negatywny wpływ na pamięć operacyjną. W odniesieniu do pozostałych funkcji poznawczych nie zaobserwowano istotnych statystycznie zależności [33]. W innym badaniu przeprowadzonym z udziałem starszej grupy dzieci – 10–12-letnich – wykazano, że już łagodne odwodnienie organizmu, określane jako 1–2% utraty masy ciała, powodowało spadek i zmiany w zdolności koncentracji uwagi, czujności i pamięci krótkotrwałej [34]. W przeglądzie badań przeprowadzonym przez C.J. Edmonds i wsp.

wykazano, że podawanie wody pitnej dzieciom znajdującym się w stanie łagodnego odwodnienia ma pozytywny wpływ na ich funkcje poznawcze, a w szczególności na szybkość reakcji [35]. Wyższe spożycie wody pozytywnie wpływało na wyniki testów dotyczących pamięci operacyjnej i zadań związanych z koncentracją uwagi u dzieci w wieku 7–9 lat [36]. Zaobserwowano także, że w szkołach umożliwiających swobodny dostęp do wody pitnej (np. takich, gdzie pozwalano na przynoszenie butelek z wodą i picie jej w klasie) dodatkowe spożycie wody (300 ml) w wybranych dniach w grupie dzieci 8-letnich doprowadziło do znacznej poprawy koncentracji uwagi w porównaniu z dniami, kiedy to dzieci obywały się bez dodatkowego spożycia wody [37]. P. Booth i wsp. w swym badaniu [38] wykazali, że po podaniu 250 ml dodatkowej ilości wody dziewczęta w wieku 8–9 lat osiągały znacznie lepsze wyniki w zadaniach wymagających szybkiego czasu reakcji i percepcji wzrokowej w porównaniu do grupy, która nie spożywała dodatkowej wody. Inne badania w grupie dzieci w wieku 9–11 lat wskazały na wpływ dodatkowego spożycia wody na lepsze wykonywanie zadań słuchowych oceniających pamięć krótkotrwałą [31]. Z kolei w badaniu przeprowadzonym przez V. Trinies i wsp. [11] nie zaobserwowano, aby zwiększone spożycie wody powodowało korzystne zmiany w zakresie funkcji poznawczych. Badaniem objęto dzieci w wieku 3–6 lat pochodzące z Zambii, które podzielone zostały na dwie grupy. Jednej z grup zapewniono swobodny dostęp do wody pitnej w szkole, podczas gdy grupa kontrolna nie miała takiej możliwości. Poziom nawodnienia dzieci oceniano za pomocą pomiaru ciężaru właściwego moczu rano przed podaniem wody. Po czym oceniano pamięć krótkotrwałą, koncentrację, uwagę wzrokową i zdolności wzrokowo-motoryczne. Wykazano korzystny wpływ zwiększonego spożycia wody w przypadku testów uwagi wzrokowej. W pozostałych przypadkach różnice nie były istotne statystycznie.

Literatura dotycząca dzieci nastoletnich w aspekcie nawodnienia jest zdecydowanie mniej obszerna. W pracy G. Aphamis i wsp. [38] zbadano zależność między całkowitym spożyciem wody a wybranymi funkcjami poznawczymi w grupie 141 nastolatków w wieku 15–17 lat. Nawodnienie oceniono na podstawie wyników ciężaru właściwego moczu przed rozpoczęciem zajęć szkolnych i po ich zakończeniu. Wykazano, że ok 90% uczniów przybyło do szkoły w stanie odwodnienia. Całkowite spożycie wody korelowało pozytywnie z czujnością i zdolnością skupienia uwagi, a negatywnie ze zmęczeniem. Dodatkowo uczniowie o największym stopniu odwodnienia wykazywali najmniejszą czujność. Uczucie pragnienia było podobne we wszystkich grupach – niezależnie od stanu nawodnienia.

### Osoby dorosłe

Problem z odpowiednim spożyciem płynów obserwowano również w grupie osób dorosłych. W Polsce regularne badania populacyjne dotyczące spożycia płynów nie są prowadzone nie tylko w grupie dzieci, ale również wśród osób dorosłych. Brakuje stałego monitoringu spożycia płynów z dietą. Mimo braku tych obszernych opracowań analizując dane z mniejszych badań i rekomendacje ekspertów, wydaje się, że Polacy spożywają niewystarczającą ilość wody w stosunku do zapotrzebowania, co może zwiększać ryzyko odwodnienia [40]. Zgodnie z normami dla populacji polskiej zapotrzebowanie na wodę pochodzącą z napojów i produktów spożywczych przy umiarkowanej aktywności fizycznej

i umiarkowanej temperaturze otoczenia wynosi dla kobiet 2000 ml/dobę i dla mężczyzn 2500 ml/dobę [41]. Dodatkowo stanowisko Komitetu Nauk o Żywieniu Człowieka PAN oraz Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych z 2017 roku wskazuje, że ilość wypijanych płynów (bez wody z potraw i stałych produktów spożywczych) powinna wynosić dla osób dorosłych przynajmniej 1600–2000 ml/dzień. Według tych wytycznych woda powinna stanowić największą część spożywanych płynów i wynosić minimum 800 ml w diecie osób dorosłych [42]. Danych dotyczących spożycia płynów w Polsce dostarcza badanie przekrojowe przeprowadzone w 13 krajach wśród 16 276 osób dorosłych, które wskazuje, że całkowite dzienne spożycie płynów ogółem przez Polaków w przeliczeniu na osobę wynosi ok. 1600 ml, przy czym woda stanowi zaledwie ok. 500 ml. Duży udział w pobraniu płynów stanowią napoje gorące, ale pojawiają się również takie płyny jak napoje słodzone oraz soki. Dla porównania najwyższe całkowite dzienne spożycie płynów zostało odnotowane wśród Niemców i wynosiło ok. 2500 ml, z czego średnio ok. 800 ml stanowiła sama woda [43].

Do odwodnienia wśród osób dorosłych dochodzi z różnych przyczyn, przy czym istotnym czynnikiem jest współistnienie niektórych chorób. W praktyce klinicznej obserwowane jest odwodnienie organizmu w przypadku występowania wymiotów, biegunek, na skutek utraty treści pokarmowej przez przetoki, w przypadku infekcji czy chorób nerek [1, 2, 5]. U zdrowych dorosłych odwodnienie związane jest z obniżeniem zdolności psychomotorycznych i gorszą zdolnością koncentracji uwagi, ma ono również negatywny wpływ na pamięć (głównie krótkotrwałą). Pogorszenie funkcji poznawczych obserwowane jest w populacji osób dorosłych najczęściej pod wpływem odwodnienia spowodowanego wyższą aktywnością fizyczną i/lub wyższą temperaturą powietrza [2]. V.M. Sharma i wsp. w swych badaniach [44] nie zaobserwowali jednak tego efektu. Wykazano, że utrata wody na poziomie 3% nie miała wpływu na funkcje poznawcze. Interesujące wnioski pochodzą z badania zrealizowanego przez V. Cian i wsp. [45], w którym utrata prawie 3% wody wywołana hipertermią lub wysiłkiem fizycznym tylko tymczasowo wpłynęła na pogorszenie percepcji wzrokowej, pamięci krótkotrwałej i zdolności psychomotorycznych. Po odpowiednim spożyciu płynów w krótkim czasie nastąpiła poprawa tych funkcji. Z kolei w badaniu C. Szinnai i wsp. [46] przeprowadzono interwencję na grupie dorosłych kobiet i mężczyzn, która polegała na wyeliminowaniu płynów z diety na okres 28 godzin. Osiągnięto średni ubytek masy ciała wynoszący 2,6%. W ciągu czterech ostatnich godzin badania uczestników poddano różnego rodzaju testom oceniającym ich nastrój i funkcje poznawcze. U osób badanych zaobserwowano wzrost poziomu zmęczenia, spadek zdolności koncentracji uwagi oraz spadek tolerancji wysiłku. Wyniki tego badania sugerują także, że kobiety są bardziej wrażliwe niż mężczyźni na stan odwodnienia organizmu. N. Pross przeprowadziła badanie [47] w grupie młodych kobiet o średniej wieku wynoszącej 25 lat, w którym dokonała oceny wpływu odwodnienia na funkcje poznawcze. Uczestniczki badania były pozbawiane możliwości spożywania płynów przez 24 godziny. Stwierdzono u nich zwiększenie senności i poziomu zmęczenia, a także osłabienie czujności i zwiększenie dezorientacji. W badaniu N.S. Stachenfeld i wsp. [48], którym objęto podobną grupę młodych kobiet, zaobserwowano zbliżone zależności. Wykazano, że już łagodne odwodnienie, wynoszące 1% utraty masy ciała,

związane jest z upośledzeniem funkcji wykonawczych i pamięci wzrokowej i roboczej. Sytuacja ta uległa odwróceniu po włączeniu spożycia wody na odpowiednim poziomie (tu: 2500 ml/d) [48]. Opublikowana w 2018 roku metaanaliza danych pochodzących z 33 badań obejmujących 413 osób z różnym ubytkiem całkowitej zawartości wody w organizmie, wynoszącym od 1 do 6%, wykazała istotne statystycznie pogorszenie funkcji poznawczych pod wpływem odwodnienia organizmu, w szczególności w aspekcie funkcji wykonawczych, koncentracji uwagi i koordynacji ruchowej, gdy niedobory wody przekraczały 2% utraty masy ciała [49]. Odmienne wnioski dostarczyła z kolei inna metaanaliza, której wyniki wskazywały, że odwodnienie wynoszące ok. 2% utraty masy ciała nie wpływało na zaburzenie funkcji poznawczych. Zasugerowano, że negatywny wpływ mógłby być prawdopodobnie obserwowalny dopiero przy większym deficycie [50]. Na podstawie analizowanych badań wydaje się, że osoby dorosłe mogą być mniej podatne na pogorszenie funkcji poznawczych pod wpływem odwodnienia. Skutki odwodnienia wydają się w tym przypadku w większej mierze zależne od badanej grupy i czynników środowiskowych.

### **Osoby starsze**

Osoby w wieku podeszłym są szczególnie narażone na wystąpienie odwodnienia, które jest jednym z najczęściej spotykanych zaburzeń gospodarki wodno-elektrolitowej. Dane wskazują, że odwodnienie jest częstą przyczyną hospitalizacji pacjentów geriatrycznych. Stwierdza się je u prawie 50% pacjentów powyżej 75. r.ż. zgłaszających się na SOR, a u 23% obecne są istotne objawy odwodnienia [51, 52]. Problem ten może dotyczyć nawet 31% podopiecznych domów opieki [53]. Wraz z wiekiem fizjologicznie zmniejsza się ogólna zawartość wody w organizmie, a – co istotne – dochodzi również do zmniejszenia poczucia pragnienia, wrażliwości na wazopresynę oraz upośledzenia funkcji większości narządów, w tym nerek. Nerki wraz z upływem lat tracą swoją sprawność czynnościową i istotnie zostaje upośledzona ich zdolność do zagęszczania moczu, a także spada o ok. 30–50% filtracja kłębuszkowa. Często dochodzi również do świadomego lub mniej świadomego ograniczania przyjmowania płynów, co wynika z niepełnosprawności (unieruchomienie lub ograniczenie sprawności ruchowej), chorób współistniejących (rezygnacja z przyjmowania płynów w celu uniknięcia częstego korzystania z toalety, które może sprawiać ból, np. przy chorobie zwyrodnieniowej stawów) lub niedostosowania ilości przyjmowanych płynów do zwiększonego zapotrzebowania [54]. Badania przeprowadzone przez A. Telengę i wsp. wykazały, że najczęstszą przyczyną odwodnienia w grupie osób starszych jest ograniczenie przyjmowania płynów z różnych przyczyn [55]. Dodatkowo w ich przypadku należy mieć na uwadze również mniej swoiste objawy kliniczne odwodnienia, do których należy zaliczyć zaburzenia świadomości i widzenia, ból i zawroty głowy oraz zwiększone ryzyko upadków, uczucie osłabienia, występowanie zapań, utratę elastyczności skóry i zapadnięte oczy [5, 55].

Wykazano, że u osób w podeszłym wieku już odwodnienie łagodne do umiarkowanego wpływa na pogorszenie pamięci krótkotrwałej, koncentracji uwagi i percepcji wzrokowej. Badania D. Volkerta i wsp. z 2005 roku potwierdziły, iż spożycie wody przez osoby starsze jest niewystarczające w stosunku do zapotrzebowania [56]. Niedostateczna podaż wody i pogłębiający się stan odwodnienia organizmu może mieć wpływ na funkcje poznawcze i nastrój. Zmiany

dotyczą głównie zdolności skupienia uwagi, czasu reakcji i procesu zapamiętywania oraz zmęczenia [56]. Potwierdziły to badania na dużej grupie osób w wieku 60–89 lat, w których analizowano dane z Berlin Aging Study II. Odwodnienie wiązało się z istotnym pogorszeniem funkcji poznawczych i samopoczucia. Było to niezależne od cech socjodemograficznych i stanu zdrowia [12]. Z kolei badania przeprowadzone na 60 ochotnikach w wieku 60–93 lat z Polski dostarczyły odmiennych wyników. Nie stwierdzono istotnej zależności między stanem nawodnienia a wynikami testu funkcji poznawczych w badanej populacji, aczkolwiek osoby zrekrutowane do badania w większości wykazywały prawidłowy stan nawodnienia organizmu [57]. W największym do tej pory przeprowadzonym kontrolowanym badaniu NHANES [58] zbadano 1271 kobiet i 1235 mężczyzn w wieku powyżej 60 lat. Uczestników poddano 3 różnym testom badającym wybrane funkcje poznawcze, takie jak: uczenie się i pamięć, funkcje językowe oraz prędkość przetwarzania i uwagę. Stan nawodnienia oceniano za pomocą osmolalności surowicy krwi, która u osób starszych wydaje się lepszym markerem do oceny stanu nawodnienia niż badania moczu ze względu na zmniejszoną zdolność zagęszczania moczu wraz z wiekiem [59]. Dane dotyczące spożycia wody zostały oszacowane na podstawie dokładnych dzienniczków bieżącego spożycia płynów i potraw. Oszacowano, że jedynie 66,2% kobiet i 54,3% mężczyzn realizowało zalecenia EFSA dotyczące wystarczającego spożycia wody. Wykazano, że spożycie wody i stan nawodnienia były istotnie związane z uwagą i prędkością przetwarzania jedynie w grupie kobiet. W przypadku pozostałych funkcji poznawczych oraz w grupie mężczyzn nie zaobserwowano zmian istotnych statystycznie. Badanie to dostarcza jednak istotnych danych na temat tego, w jaki sposób stan nawodnienia i spożycie wody mogą mieć związek z wydajnością poznawczą przy braku głównych czynników stresogennych związanych z upałem lub wysiłkiem fizycznym.

## PODSUMOWANIE

Odpowiednia ilość i jakość spożywanych płynów ma istotne znaczenie w kontekście stanu zdrowia. Odwodnienie organizmu ma istotny wpływ na funkcje poznawcze, chociaż związek ten nie został opisany wyczerpująco. W przedstawionych badaniach wykazano, że grupami najbardziej narażonymi na odwodnienie i jego negatywne skutki w aspekcie funkcji poznawczych są dzieci i młodzież oraz osoby starsze. W przypadku osób dorosłych wzrost poziomu zmęczenia, spadek zdolności koncentracji uwagi, obniżenie funkcji wykonawczych czy koordynacji ruchowej obserwuje się częściej przy odwodnieniu wynoszącym więcej niż 2% masy ciała. Należy jednak podkreślić, że grupą zwiększonego ryzyka występowania odwodnienia w tym przypadku są osoby aktywne ruchowo i sportowcy. Dowiedziono, że odwodnienie organizmu u dzieci i młodzieży wiązać się może m.in. z pogorszeniem pamięci krótkotrwałej, dłuższym czasem reakcji, mniejszą czujnością i zdolnością koncentracji uwagi. W grupie osób starszych zaobserwowano, że już odwodnienie łagodne do umiarkowanego wpływa negatywnie na nastrój i samopoczucie oraz powoduje pogorszenie pamięci krótkotrwałej i procesu zapamiętywania, koncentracji uwagi i percepcji wzrokowej, a także obniża zdolność skupienia uwagi oraz czas reakcji. Jednocześnie należy zauważyć, że większość

dostępnych badań ma pewne ograniczenia metodologiczne dotyczące liczebności grupy oraz czasu trwania interwencji lub obserwacji. Ponadto brak jednolitej metody oceny zarówno poziomu nawodnienia, jak i zmian w funkcjach poznawczych utrudnia porównanie wyników pochodzących z różnych badań. Interpretacja wyników może być również utrudniona, ponieważ badania realizowane są w różnych populacjach oraz w odmiennych warunkach środowiskowych, gdzie dokonywana jest obserwacja. Konieczne są dalsze badania w tym zakresie na dużych grupach zróżnicowanych pod względem wieku, które pozwoliłyby na ocenę skali potencjalnego zagrożenia oraz sformułowanie bardziej celowanych zaleceń dotyczących nawodnienia w aspekcie funkcji poznawczych.

## PIŚMIENICTWO

1. Kavouras SA, Anastasiou CA. Water Physiology, Essentiality, Metabolism, and Health Implications. *Nutr Today*. 2010; 45(6): 27–32. <https://doi.org/10.1097/NT.0b013e3181fe1713>
2. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). *EFSA J*. 2010; 8(3): 1459. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1459>
3. Asogwa CO, Lai DTH. A review on opportunities to assess hydration in wireless body area networks. *Electronics*. 2017; 6(4): 1–16. <https://doi.org/10.3390/electronics6040082>
4. Merhej R. Dehydration and cognition: an understated relation. *Int J Health Policy Manag*. 2019; 24(1): 19–30. <https://doi.org/10.1108/IJHG-10-2018-0056>
5. Idasiak-Piechocka I. Odwodnienie – patofizjologia i klinika. In *Forum Nefrologiczne*. 2012; 5(1): 73–78.
6. Adan A. Cognitive performance and dehydration. *J Am Coll Nutr*. 2012; 31(2): 71–78. <https://doi.org/10.1080/07315724.2012.10720011>
7. Benton D, Young HA. Do small differences in hydration status affect mood and mental performance? *Nutr Rev*. 2015; 73(S2): 83–96. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv045>
8. Kempton MJ, Ettinger U, Foster R, et al. Dehydration affects brain structure and function in healthy adolescents. *Hum. Brain Mapp*. 2011; 32: 71–79.
9. Assael BM, Cipolli M, Meneghelli I, et al. Italian children go to school with a hydration deficit. *J Nutr Disorders Ther*. 2012; 2(3): 1–6. <https://doi.org/10.4172/2161-0509.1000114>
10. Gouda Z, Zarea M, El-Hennawy U, et al. Hydration deficit in 9- to 11-year-old Egyptian children. *Glob Pediatr Health*. 2015; 2: 1–9. <https://doi.org/10.1177/2333794X15611786>. eCollection2015.
11. Trinies V, Chard AN, Mateo T, et al. Effects of water provision and hydration on cognitive function among primary-school pupils in Zambia: a randomized trial. *PLoS One*. 2016; 11(3): e0150071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150071>
12. Mantantzis K, Drewelies J, Duesel S, et al. Dehydration predicts longitudinal decline in cognitive functioning and well-being among older adults. *Psychol Aging*. 2020; 35(4): 517–528. <https://doi.org/10.1037/pag0000471>
13. Masento NA, Golightly M, Field DT, et al. Effects of hydration status on cognitive performance and mood. *Br J Nutr*. 2014; 111(10): 1841–1852. <https://doi.org/10.1017/S0007114513004455>
14. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration and health. *Nutr Rev*. 2010; 68(8): 439–458. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00304>
15. Schols JM, de Groot CP, Van der Cammen TJ. Preventing and treating dehydration in the elderly during periods of illness and warm weather. *J Nutr Health Aging*. 2009; 13(2): 150–157. <https://doi.org/10.1007/s12603-009-0023-z>
16. Guelinckx I, Frémont-Marquis AS, Eon E, et al. Assessing hydration in children: from science to practice. *Ann Nutr Metab*. 2015; 66(S3): 5–9. <https://doi.org/10.1159/000381814>
17. Kavouras SA, Bougatsas D, Johnson EC, et al. Water intake and urinary hydration biomarkers in children (abstract). *Eur J Clin Nutr*. 2017; 71(4): 530–535. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.218>
18. Bonnet F, Lepicard EM, Cathrin L, et al. French children start their school day with a hydration deficit. *Ann Nutr Metab*. 2012; 60(4): 257–263. <https://doi.org/10.1159/000337939>

19. Kavouras SA, Johnson EC, Bougatsas D, et al. Validation of a urine color scale for assessment of urine osmolality in healthy children", *Eur J Nutr.* 2016; 55(3): 907–915. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0905-2>
20. Mosiołek A. Metody badań funkcji poznawczych. *Psychiatria.* 2014; 11(4): 215–221.
21. Riebl SK, Davy BM. The hydration equation: update on water balance and cognitive performance. *ACSMs Health Fit J.* 2013; 17(6): 21–28. <https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e3182a9570f>
22. Grandjean AC, Grandjean NR. Dehydration and cognitive performance. *J Am Coll Nutr.* 2007; 26(5): 549S–554S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2012.10720011>
23. Ali HI, Al Dhaheri A S, Elmi F, et al. Water and Beverage Consumption among a Nationally Representative Sample of Children and Adolescents in the United Arab Emirates. *Nutrients.* 2019; 11(9): 2110. <https://doi.org/10.3390/nu11092110>
24. Iglesia I, Guelinckx I, De Miguel-Etayo PM, et al. Total fluid intake of children and adolescents: cross-sectional surveys in 13 countries worldwide. *Eur J Nutr.* 2015; 54: 57–67. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0946-6>
25. Stookey JD, König J. Describing water intake in six countries: results of Liq.In7 surveys, 2015–2018. *Eur J Nutr.* 2018; 57: 35–42. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1746-6>
26. Kenney EL, Long MW, Craddock AL, et al. Prevalence of inadequate hydration among US children and disparities by gender and race/ethnicity: National Health and Nutrition Examination Survey, 2009–2012. *Am J Public Health.* 2015; 105: e113–18. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302572>
27. Suh H, Kavouras SA. Water intake and hydration state in children. *Eur J Nutr.* 2019; 58(2): 475–496. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1869-9>
28. Drapała N, Piórecka B, Dupłaga M. Ocena stanu odżywienia i występowania odwodnienia wśród uczniów i ich matek z miasta i gminy Niepołomice oraz Krakowa. 2020. Repozytorium Uniwersytetu Jagiellońskiego. <https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/handle/item/250765> (access: 2021.01.05)
29. Kozioł-Kozakowska A, Piórecka B, Suder A, et al. Body Composition and a School Day Hydration State among Polish Children-A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res. Public Health* 2020; 17: 7181. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197181>
30. Bar-David Y, Urkin J, Kozminsky E. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. *Acta Paediatr.* 2005; 94: 1667–73. <https://doi.org/10.1080/08035250500254670>
31. Fadda R, Rapinett G, Grathwohl D, et al. Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children. *Appetite.* 2012; 59:730–7. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.07.005>
32. Khan NA, Raine LB, Drollette ES, et al. The Relationship between Total Water Intake and Cognitive Control among Prepubertal Children. *Ann Nutr Metab.* 2015; 66(3): 38–41. <https://doi.org/10.1159/000381245>
33. Khan NA, Westfall DR, Jones AR, et al. A 4-d Water Intake Intervention Increases Hydration and Cognitive Flexibility among Preadolescent Children. *J Nutr.* 2019; 149(12): 2255–2264. <https://doi.org/10.1093/jn/nxz206>
34. D'Anci KE, Constant F, Rosenberg IH. Hydration and cognitive function in children. *Nutr Rev.* 2006; 64: 457–464. <https://doi.org/10.1301/nr.2006.oct.457-464>
35. Edmonds CJ, Crombie R, Gardner MR. Subjective thirst moderates changes in speed of responding associated with water consumption. *Front Hum Neurosci.* 2013; 7: 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00363>
36. Edmonds CJ, Burford D. Should children drink more water? The effects of drinking water on cognition in children. *Appetite.* 2009; 52(3): 776–779. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.02.010>
37. Benton D, Burgess N. The effect of the consumption of water on the memory and attention of children. *Appetite.* 2009; 53(1): 143–146. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.05.006>
38. Booth P, Taylor B, Edmonds C. Water supplementation improves visual attention and fine motor skills in schoolchildren. *Education for Health.* 2012; 30(3): 75–79.
39. Aphas G, Stavrinou PS, Andreou E, et al. Hydration status, total water intake and subjective feelings of adolescents living in a hot environment, during a typical school day. *Int J Adolesc Med Health.* 2019; Apr 5: /j/ijamh.ahead-of-print/ijamh-2018-0230/ijamh-2018-0230.xml. <https://doi.org/10.1515/ijamh-2018-0230>
40. Wiśniewska K, Wolańska-Buzalska D, Okręglika K. Woda w żywieniu człowieka – dylematy konsumentów. *Przemysł Spożywczy.* 2019; 73(10): 40–45. <https://doi.org/10.15199/65.2019.10.6>
41. Jarosz M. Rychlik E, Stoś K, et al. Normy żywieniowe dla populacji Polski i ich zastosowanie. Warszawa: Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny; 2020.
42. Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka PAN oraz Polskiego Towarzystwa Nauk żywieniowych. Stanowisko zespołu ekspertów: Rola prawidłowego nawodnienia w zdrowym żywieniu oraz pożądane zmiany zwyczajów Polaków dotyczących spożycia płynów. *Zywnieć Człow Metabol.* 2017; XLIV(4): 182–185.
43. Guelinckx IC, Ferreira-Pêgo LA, Moreno SA, et al. Intake of water and different beverages in adults across 13 countries. *Eur J Nutr.* 2015; 54: 45–55. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-0952-8>
44. Sharma VM, Sridharan K, Pichan G, et al. Influence of heat-stress induced dehydration on mental functions. 1986; *Ergonomics.* 29(6): 791–799. <https://doi.org/10.1080/00140138608968315>
45. Cian C, Barraud PA, Melin B, et al. Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *Int J Psychophysiol.* 2001; 42(3): 243–251. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(01\)00142-8](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(01)00142-8)
46. Szinnai G, Schachinger H, Arnaud MJ, et al. Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physio.* 2005; 289: 275–280. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00501.2004>
47. Pross N. Effect of a 24-Hour Fluid Deprivation on Mood and Physiological Hydration Markers in Women. *Nutr Today.* 2012; 47: 35–37. <https://doi.org/10.1017/S0007114512001080>
48. Stachenfeld NS, Leone CA, Mitchell ES, et al. Water intake reverses dehydration associated impaired executive function in healthy young women. *Physiol Behav.* 2018; 185: 103–111.
49. Wittbrodt MT, Millard-Stafford M. Dehydration Impairs Cognitive Performance: A Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2018; 50(11): 2360–2368. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001682>
50. Goodman SP, Moreland AT, Marino FE. The effect of active hypohydration on cognitive function: A systematic review and meta-analysis. 2019; *Physiol Behav.* 204: 297–308. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.03.008>
51. Bennet JA, Thomas V, Riegel B. Unrecognized chronic dehydration in older adults: Examining prevalence rate and risk factors. *J Gerontol Nurs.* 2004; 30(11): 22–28. <https://doi.org/10.3928/0098-9134-20041101-09>
52. Kim S. Preventable hospitalizations of dehydration: implications of inadequate primary health care in the United States. *Ann Epidemiol.* 2007; 17: 736. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2007.07.043/>
53. Mentis J. A typology of oral hydration: problems exhibited by frail nursing home residents. *J Gerontol Nurs.* 2006; 32(1): 13–19. <https://doi.org/10.3928/0098-9134-20060101-09>
54. Picetti D, Foster S, Pangle AK, et al. Hydration health literacy in the elderly. *Nutr Healthy Aging.* 2017; 4(3): 227–237. <https://doi.org/10.3233/NHA-170026>
55. Telenga A, Rusinowicz T, Życińska K, et al. Odwodnienie u osób w wieku podeszłym – istotny problem kliniczny. *Family Med Primary Care Rev.* 2012; 3: 434–437.
56. Volkert D, Kreuel K, Stehle P. Fluid intake of community-living, independent elderly in Germany—a nationwide, representative study. *J Nutr Health Aging.* 2005; 9: 305–309.
57. Bialecka-Dębek A, Pietruszka B. The association between hydration status and cognitive function among free-living elderly volunteers. *Aging Clin Exp Res.* 2019; 31: 695–703. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-1019-5>
58. Bethancourt HJ, Kenney WL, Almeida DM, et al. Cognitive performance in relation to hydration status and water intake among older adults, NHANES 2011–2014. *Eur J Nutr.* 2020; 59(7): 3133–3148. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1595-8>
59. Hooper L, Bunn DK, Abdelhamid A, et al. Water-loss (intracellular) dehydration assessed using urinary tests: how well do they work? Diagnostic accuracy in older people. *Am J Clin Nutr.* 2016; 104(1): 121–131. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.119925>