

NAWADNIANIE U ZWIERZĄT

Strategie zarządzania bilansem wodnym
u kotów i psów



Woda jest niezbędnym składnikiem odżywczym i jest uważana za najważniejszy element życia. Utrata wody w organizmie na poziomie zaledwie 10-15% może spowodować śmierć, zwierzęta są w stanie tolerować znacznie większe straty tłuszczu lub białka.¹

Istnieje kilka metod szacowania zapotrzebowania na wodę u kotów i psów. Ogólnie rzecz biorąc, zdrowe zwierzęta domowe mogą samodzielnie regulować spożycie wody, aby wyrównać straty i zaspokoić swoje potrzeby.¹ Jednak nie jest jasne, czy jest to „optymalne spożycie wody”, czy takie zwierzęta są „optymalnie nawodnione”. Badania na ludziach sugerują, że nawet niewielkie odwodnienie (<3% masy ciała) może wpływać na wydajność i funkcje poznawcze.²⁻⁵ Nie wiadomo jeszcze, czy dotyczy to zwierząt domowych.⁶

Istnieje wiele potwierdzonych wskazań, takich jak kamica moczowa, w przypadku których zwierzęta domowe mogą odnieść korzyści z większego spożycia wody poprzez zwiększone picie, mogą też istnieć dodatkowe wskazania.⁶ Niektóre badania oceniały wpływ zwiększonego spożycia wody na wskaźniki nawodnienia, jak również skuteczność metod zwiększania spożycia. Jednak pożądane jest lepsze zrozumienie nawodnienia i jego wpływu na ogólny stan zdrowia i samopoczucie kotów i psów.^{6,7}



SPIS TREŚCI

2	Woda jako niezbędny składnik odżywczy i warunek dobrostanu
2	Całkowita woda w organizmie
2	Pobór wody u zwierząt domowych
3	Czynniki wpływające na pobór wody swobodnej u kotów i psów
3	Utrata wody u zwierząt domowych
4	Regulacja bilansu wodnego
5	Ocena nawodnienia u kotów i psów
6	Wskazania do zwiększenia spożycia wody przez zwierzęta domowe
6	Metody zwiększania całkowitego spożycia wody przez zwierzęta domowe
7	Wykorzystanie wody wzbogaconej w składniki odżywcze w celu zachęcenia do większego spożycia wody

WODA JAKO NIEZBĘDNY SKŁADNIK ODŻYWCZY I WARUNEK DOBROSTANU

Woda pełni wiele podstawowych funkcji w organizmie. Jest rozpuszczalnikiem, w którym zachodzi wiele reakcji chemicznych organizmu oraz stanowi płynną część krwi, transportując składniki odżywcze, w tym tlen i produkty przemiany materii. Woda pomaga regulować temperaturę ciała i wspomaga trawienie pokarmu oraz wydalanie z moczem i kałem.^{1,8}

Wiele autorytetów na niektórych rynkach, np. w Wielkiej Brytanii, Stanach Zjednoczonych, Nowej Zelandii i Australii, również uważa wodę za „wymóg dobrostanu”.⁹⁻¹² Światowe Stowarzyszenie Lekarzy Weterynarii Małych Zwierząt (WSAVA) zaleca przestrzeganie Pięciu Zasad Dobrostanu Zwierząt – ramy dobrostanu zwierząt, które w ramach zapewnienia „odpowiedniej diety” wymagają dostępu do świeżej, czystej wody.¹³ Pięć potrzeb w zakresie dobrostanu zwierząt opracowano jako część ustawy o dobrostanie zwierząt z 2006 r. w Wielkiej Brytanii.⁹ W Stanach Zjednoczonych, USDA opublikowało niedawno nowe orzeczenie (maj 2020 r.) aktualizujące wymóg, zgodnie z którym psy powinny mieć 24-godzinny dostęp do wody pitnej.¹⁰

CAŁKOWITA WODA W ORGANIZMIE

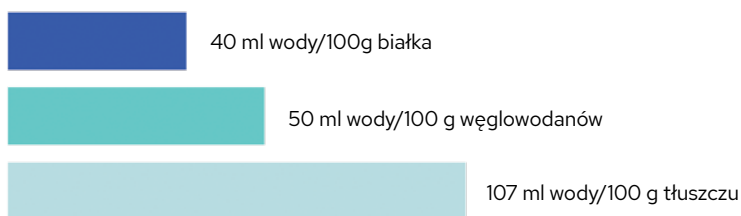
Raportowane wartości całkowitej wody w organizmie psów i kotów wyrażone jako procent masy ciała wahały się od zaskakujących 37% u Husky do około 80% u nowonarodzonych kociąt. Wartości zmieniały się w zależności od wieku, rasy, stosowanych metod pomiaru oraz ilości tkanki tłuszczowej (gdzie procentowa zawartość wody w masie ciała zmniejsza się wraz ze wzrostem tkanki tłuszczowej).¹⁴⁻²³ Ponieważ woda wewnątrzkomórkowa występuje prawie wyłącznie w beztłuszczowej masie ciała, a nie w tłuszczu, względny wzrost tkanki tłuszczowej powoduje spadek zawartości wody jako procenta masy ciała.^{17,18,24,25} Kilka badań Purina wykazało, że całkowita ilość wody w organizmie stanowi średnio około 60% masy ciała szczupłych dorosłych kotów i psów.^{17,18} Około dwóch trzecich całkowitej ilości wody w organizmie znajduje się wewnątrzkomórkowo, natomiast jedna trzecia zewnątrzkomórkowo. Należy pamiętać, że woda jest

zawsze w stanie przepływu. Płyn pozakomórkowy obejmuje osocze krwi i płyn śródmiąższowy.²⁴ Całkowita zawartość wody w organizmie jest utrzymywana jako równowaga między przyjmowaniem wody, a jej utratą.

POBÓR WODY U ZWIERZĄT DOMOWYCH

Pobór wody obejmuje:

- Woda, którą pije zwierzę; zdrowe zwierzęta zazwyczaj samoregulują swoje spożycie, aby utrzymać homeostazę.¹
- Woda znajdująca się w żywności, która jest również określana jako „zawartość wilgotności”. Zawartość wilgotności w komercyjnej puszcze może sięgać nawet 80-85%, podczas gdy komercyjna sucha karma zwykle zawiera mniej niż 10% wody.⁸
- Woda metaboliczna, wytwarzana w organizmie poprzez utlenianie składników odżywczych zawierających energię.¹



Ogółem 10-16ml wody/100kcal ME

Rys.1. Ilość wody wytwarzanej w wyniku utleniania składników odżywczych zawierających energię.¹

Zapotrzebowanie na wodę każdego zwierzęcia można oszacować na podstawie następujących kryteriów:¹

- Masa ciała – 50-60 ml/kg/dzień.
- Spożycie pokarmu w przeliczeniu na suchą masę – 2-3 ml/g pokarmu (sucha masa) /dzień.
- Spożycie pokarmu na podstawie wartości energetycznej – w przybliżeniu stosunek 1:1 ml wody do kcal zużytej energii metabolicznej (ME).

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA POBÓR WODY U KOTÓW I PSÓW

Kilka czynników, w tym dieta, środowisko i poziom aktywności mogą wpływać na dobrowolne spożycie wody przez zwierzę. Picie jest stymulowane przez jedzenie, czy to poprzez liczbę posiłków, czy ilość pokarmu, ale także specyficzną zawartość składników odżywczych w diecie wpływającą na pobranie wolnej wody.^{1,26-29}

Przeprowadzone badanie dowiodło, że gdy koty otrzymywały taką samą ilość kalorii, ale podzielono je na 2 lub 3 posiłki dziennie, piły więcej niż wtedy, gdy otrzymywały te same kalorie, ale tylko w jednym posiłku.²⁹ Kolejne badanie wykazało, że koty karmione ad libitum miały wyższe spożycie pokarmu oraz wody, niż przy karmieniu raz dziennie.²⁶ Badania przeprowadzone na psach pokazały, że poposiłkowe spożycie wody wzrasta, gdy zwierzęta karmione są większą ilością pokarmu oraz pokarmami o większej zawartości węglowodanów.^{27,28} U kotów zwiększona zawartość białka w diecie skutkuje zwiększonym spożyciem wody,³⁰ natomiast wyższa zawartość sodu w diecie (dostarczanego w postaci sodu lub chlorku sodu) zwiększa spożycie wody zarówno u kotów, jak i psów (patrz dalsze omówienie w części Metody zwiększania całkowitego spożycia wody u zwierząt domowych).³¹⁻³⁵

Koty i psy dostosowują pobór wody w zależności od zawartości wilgotności w pożywieniu, zużywając mniej wody wraz ze wzrostem wilgotności pokarmu. Przypuszcza się, że istnieje górna granica, powyżej której zwierzęta nie mogą dalej zmniejszać poboru wody. Nie ustalono jasno, czy istnieje różnica gatunkowa w sposobie, w jaki koty i psy przystosowują się do wody zawartej w pożywieniu (patrz dalsze omówienie w części Metody zwiększania całkowitego spożycia wody przez zwierzęta domowe).^{8,35-39} Zwierzęta domowe mogą również zwiększyć swoje spożycie wody, aby zrekompensować zwiększone straty w wyniku wysokiej temperatury otoczenia lub wysokiej aktywności, np. psy pracujące.¹

Chociaż większość kotów utrzymuje prawidłowe nawodnienie, kilka unikalnych czynników może przyczynić się do niskiego spożycia wody przez koty:

- Koty ewoluowały jako bezwzględni mięsożercy, jedząc dziką zdobycz, taką jak ptaki i myszy. Wilgotność ofiary jest zwykle wysoka (około 70%)⁴⁰ i ogólnie rzecz biorąc, ofiara jest smaczniejsza niż

woda. Ponieważ taka zdobycz przyczynia się do nawodnienia organizmu łowcy, do zaspokojenia dziennego zapotrzebowania kota na wodę potrzebne jest niewielkie lub żadne spożycie wody.⁴¹

- Koty odczuwają mniejszą fizjologiczną potrzebę ugaszenia pragnienia niż psy.^{8,35,42} Są w stanie w większym stopniu skoncentrować mocz niż psy, co pomaga oszczędzać wodę.^{8,35} Psy zaczynają pić i szybciej uzupełniają deficyt wody niż koty.³⁵
- W gospodarstwach domowych, gdzie mieszka więcej zwierząt i dzieli się miskę do picia, koty mogą czuć się zagrożone atakiem innego zwierzęcia i mogą rzadziej pić. Lekarze weterynarii mogą zalecić używanie wielu misek na wodę i unikanie umieszczania misek w rogach pokoju w takich gospodarstwach domowych.
- Ponieważ zdolność kota do skupiania uwagi na obiekcie znajdującym się bliżej niż 25 cm jest słaba, kot może mieć problemy z dostrzeżeniem powierzchni stojącej wody w misce.⁴³

Zmniejszone spożycie wody może stanowić ryzyko w przypadku starszych psów i kotów^{6,44,45} oraz tych, które wracają do zdrowia po operacji lub chorobie, kiedy to mogą być mniej skłonne do picia. Psy pracujące, o dużej aktywności lub bardzo aktywne mogą nie zaspokoić swojego zapotrzebowania na wodę, jeśli ich przewodnik lub właściciel nie zachęci ich do picia.⁴⁶ Niskie spożycie wody stanowi również ryzyko, jeśli zwierzęta nie mają dostępu do świeżej wody lub przebywają na zewnątrz w zimnym klimacie, w którym woda może zamarznąć.

UTRATA WODY U ZWIERZĄT DOMOWYCH

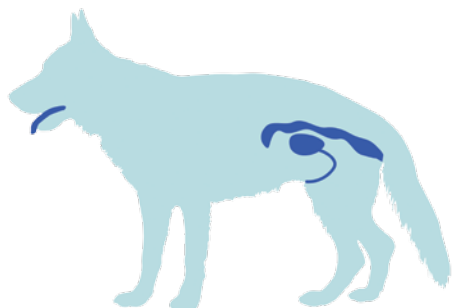
Utrata wody z organizmu następuje kilkoma drogami:

- Mocz jest główną drogą utraty wody. Zawiera:
Obowiązkową (napędzana substancją rozpuszczoną) utratę wody – na którą wpływa ilość spożywanego pożywienia i składniki odżywcze w pożywieniu, np. białko i składniki mineralne.
Swobodną (fakultatywną) utratę wody – regulowana przez wazopresynę argininową w odpowiedzi na osmolalność osocza (patrz omówienie bilansu wodnego w następnym rozdziale).^{1,8}

■ Kał.^{1,8}

Badania wykazały, że na względne ilości wody wydalanej z moczem i kałem wpływa zawartość energii, zawartość tłuszczu i strawność diety kotów. Dieta o większej gęstości energetycznej, bogatsza w tłuszcz lub lekkostrawna prowadzi do mniejszego spożycia suchej masy pokarmu, mniejszej ilości wody w kale i większej ilości wody traconej z moczem.⁸

- Nieodczuwalne straty wody, tj. parowanie podczas oddychania, zwłaszcza dyszenie u psów oraz mycie i pielęgnacja u kotów, czyli ich podstawowe mechanizmy chłodzące.^{1,8}



Rys.2. Drogi utraty wody u psów – mocz, kał i dyszenie

Duże straty wody mogą być związane z określonymi warunkami zdrowotnymi lub środowiskowymi:

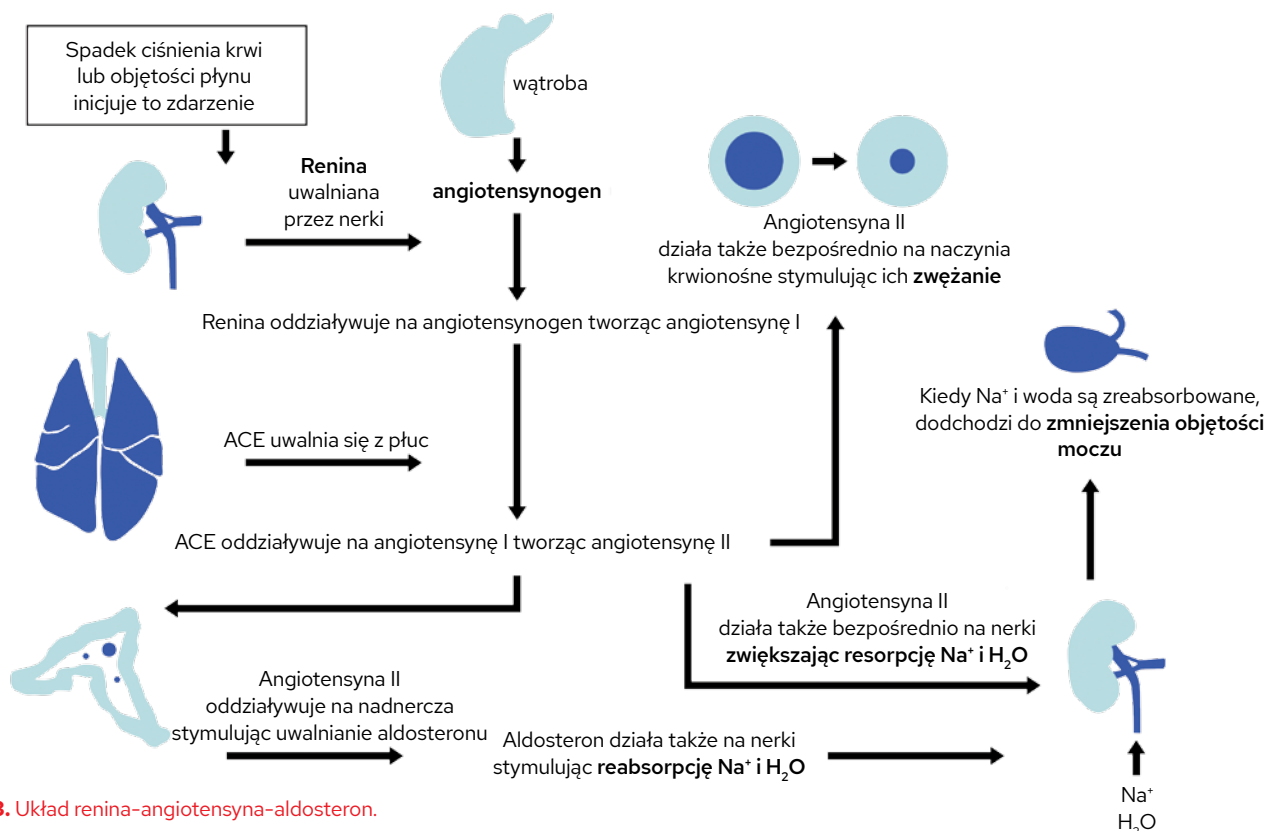
- Wymioty lub biegunka.²⁴
- Przewlekła choroba nerek – odwodnienie może być problemem u zwierząt z istniejącą przewlekłą chorobą nerek, a także czynnikiem ryzyka jej rozwoju.^{47,48}
- Cukrzyca – cukromocz zwiększa obowiązkowe straty wody z moczem.⁴⁹
- Utrata krwi lub osocza.²⁴
- Wysokie temperatury otoczenia powodujące zwiększone straty oddechowe.³⁵
- Psy pracujące lub sportowe poprzez zwiększone sapanie.⁸

REGULACJA BILANSU WODNEGO

Bilans wodny definiuje się jako pobór wody pomniejszony o straty.^{1,8} Zdrowe zwierzęta domowe zazwyczaj potrafią samoregulować spożycie wody, aby wyrównać straty.¹ Bilans wodny jest regulowany w organizmie przez kilka hormonów, które reagują na zmiany objętości krwi lub osmolalności. Regulacja ta dotyczy przede wszystkim wazopresyny argininowej (AVP, znanej również jako wazopresyna lub hormon antydiuretyczny) oraz układu renina-angiotensyna-aldosteron.

Na osmolalność osocza wpływa głównie stężenie sodu oraz w mniejszym stopniu stężenie glukozy i mocznika.

Zwiększona osmolalność osocza pobudza pragnienie, co zwiększa pobór wody, a także powoduje uwalnianie AVP z przysadki mózgowej. AVP zwiększa resorpcję wody przez kanalik zbiorcze nerek, pomagając w ten sposób w normalizacji osmolalności osocza, jednocześnie zmniejszając produkcję moczu i wytwarzając bardziej skoncentrowany mocz. Zmniejszona objętość krwi powoduje również uwalnianie AVP, która zwęża tętnice i podnosi ciśnienie krwi. Jednak w pierwotnej odpowiedzi na zmiany objętości krwi pośredniczy układ renina-angiotensyna-aldosteron. Spadek objętości lub ciśnienia krwi obniża perfuzję nerek, co jest wyczuwane przez komórki przykłębuszkowe, powodując wydzielanie enzymu reniny. Renina przekształca angiotensynogen w angiotensynę I. Enzym konwertujący angiotensynę następnie przekształca angiotensynę I w angiotensynę II. Angiotensyna II stymuluje korę nadnerczy do uwalniania aldosteronu, co powoduje, że dystalne kanalik nerkowe zatrzymują sód, a następnie oszczędzają wodę (co skutkuje zmniejszeniem objętości moczu). Angiotensyna II ma również bezpośredni wpływ na proksymalne kanalik nerkowe, zwiększając resorpcję sodu, a tym samym wody w kanalikach proksymalnych oraz podnosi ciśnienie krwi poprzez zwężenie tętniczek.^{1,8,25,50}



Rys.3. Układ renina-angiotensyna-aldosteron.

OCENA NAWODNIENIA U KOTÓW I PSÓW

W praktyce klinicznej do oceny nawodnienia stosuje się kilka metod. Obejmują one ocenę czasu napełniania naczyń włosowatych zwierzęcia; ocenę błon śluzowych, tj. lepkie lub wilgotne, zimne lub ciepłe w dotyku; stopień elastyczności skóry; hematokryt i ciężar właściwy moczu (SG).

W badaniu przeprowadzonym przez firmę Purina oceniono kilka z tych metod oceny nawodnienia u ćwiczących psów pracujących w celu zidentyfikowania czułej metody, która mogłaby zostać wykorzystana w terenie przez personel niebędący personelem weterynaryjnym. Naukowcy odkryli, że ocena stopnia elastyczności skóry, a nie czas ponownego napełnienia naczyń włosowatych, był niezawodnym i łatwym do wykonania wskaźnikiem nawodnienia u tych zwierząt, pozwalającym ocenić bardzo łagodne poziomy odwodnienia, wynoszące zaledwie około 1% utraty wody (mierzonej jako ostra utrata masy ciała).⁴⁶ Jest to cenne,

ponieważ zapewnia wygodną i czułą metodę ułatwiającą wczesną interwencję w celu ponownego nawodnienia i zminimalizowania postępującego odwodnienia do cięższego stanu w warunkach polowych. Badania wykazały również, że SG różni się znacznie u zdrowych psów. Może wystąpić szeroki zakres „normalnych” wartości – zarówno w ciągu dnia u pojedynczego psa, jak i wśród psów,^{51,52} co może być potencjalnym czynnikiem zakłócającym przy określaniu stanu „optymalnego nawodnienia”.

Metody oceny nawodnienia stosowane w warunkach badawczych/laboratoryjnych (z których wszystkie są nieinwazyjne) obejmują ilościowe obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (QMR), rozcieńczanie tlenkiem deuteru oraz absorpcjometrię rentgenowską o podwójnej energii.^{17,18,53} Oferują one doskonałe narzędzia badawcze, ale nie są to obecnie opłacalne narzędzia kliniczne.

WSKAZANIA DO ZWIĘKSZENIA SPOŻYCIA WODY PRZEZ ZWIERZĘTA DOMOWE

Odwodnienie lub ujemny bilans wodny może wystąpić u zwierząt domowych ze zmniejszonym poborem wody, zwiększoną utratą wody lub jednym i drugim. Chociaż zwiększenie spożycia wody jest korzystne u zwierząt dotkniętych chorobą lub tych, które mogą ulec odwodnieniu (np. zwierzęta ćwiczące w wysokich temperaturach otoczenia), główne zalecenia zwiększenia spożycia wody dotyczą zwierząt domowych z kamicą moczową oraz kotów z idiopatycznym zapaleniem pęcherza moczowego.⁵⁴⁻⁵⁶ Wykazano, że spożywanie pokarmów o niskiej zawartości wilgotności jest potencjalnym czynnikiem ryzyka kamicy moczowej u psów i kotów.⁵⁷⁻⁵⁹

Głównym celem zwiększania spożycia wody jest wytwarzanie większej ilości bardziej rozcieńczonego moczu, co skutkuje zmniejszeniem względnego przesycenia (RSS) składnikami mineralnymi tworzącymi kamienie moczowe oraz ograniczeniem stężenia innych substancji drażniących w moczu. Zwiększone spożycie wody może również zwiększyć częstość oddawania moczu, skracając czas, w którym związki pozostają w pęcherzu, tworząc kamienie moczowe lub powodując podrażnienie.^{56,60}

Zwiększone spożycie wody jest również zalecane dla kotów ze skłonnością do zaparc⁶¹, ponieważ pomaga zmiękczyć stolec.

METODY ZWIĘKSZANIA CAŁKOWITEGO SPOŻYCIA WODY PRZEZ ZWIERZĘTA DOMOWE

W celu zwiększenia spożycia wody przez koty stosowano różne metody. Chociaż koty będą pić więcej wody, jedząc suchą karmę, niż jedząc karmę moką, aby zrekompensować niższą zawartość wilgotności w suchej karmie, mogą mieć mniejsze całkowite dzienne spożycie wody (mniejszy stosunek wody do kalorii) podczas jedzenia suchej karmy.^{35-37,62} Szereg badań sugeruje, że poziom wilgotności w pożywieniu przekraczający 70-75% (dieta w puszkach lub karma z dodatkiem wody) skutkuje zwiększonym poborem wody.^{37,62,63} Jedno z badań wykazało, że koty karmione w 70% „dieta nawodnioną” (sucha karma z dodatkiem wody) dawały zwiększoną objętość bardziej rozcieńczonego moczu, niż

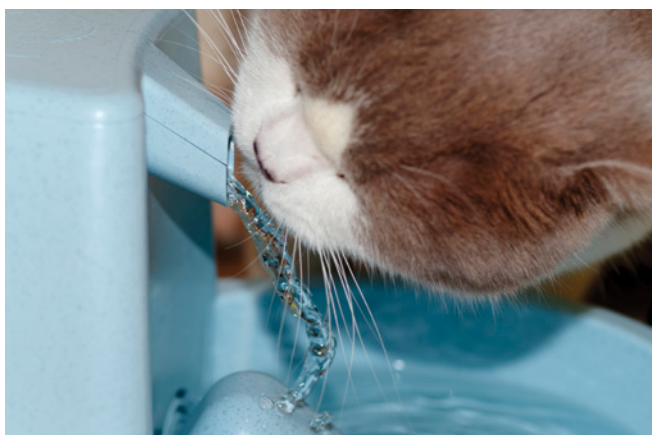
koty karmione wyłącznie suchą karmą.⁶³ Drugie badanie, w którym mierzono również dobrowolne spożycie wody, wykazało, że koty karmione karmą w puszkach (82% wilgotności) lub 70% nawodnioną karmą miały znacznie większe spożycie wody, większą objętość moczu i bardziej rozcieńczony mocz, niż koty karmione suchą karmą (3% wilgotności).⁶² Naukowcy w innym badaniu zmierzili całkowite dzienne spożycie wody u zdrowych kotów karmionych suchą karmą (6,3% wilgotności) lub tą samą suchą karmą z różnymi ilościami dodanej wody dejonizowanej (produkcja uwodnionej diety o wilgotności 25,4%; 53,2% i 73,3%). Wyniki wykazały, że koty spożywające karmę o wilgotności 73,3% miały znacznie zwiększone całkowite dzienne spożycie wody oraz spadek SG i RSS szczawianu wapnia.³⁷

Dieta ze zwiększoną zawartością sodu to kolejna metoda zachęcania do picia. Wykazano, że karmy ze zwiększonym poziomem sodu³² lub chlorku sodu (soli)^{31,33} zwiększają spożycie wody u kotów, jednocześnie zwiększając objętość moczu i/lub zmniejszając SG. Badanie przeprowadzone przez firmę Purina wykazało, że koty karmione karmą o podwyższonej zawartości soli wytwarzały znacznie większą objętość moczu i miały zwiększone, choć nieistotne statystycznie, spożycie wody.⁶⁴ Kolejne badania wykazały, że koty karmione suchą karmą o podwyższonej zawartości sodu miały znacznie niższe RSS szczawianu wapnia, niż koty karmione karmą o niższej zawartości sodu.³² Inne badanie wykazało, że zarówno szczawian wapnia, jak i RSS struwitu były znacznie niższe u kotów karmionych suchą karmą o zwiększonej zawartości soli w porównaniu z kotami karmionymi pożywieniem o niższej zawartości soli.³³ Pomimo potencjalnych problemów zdrowotnych związanych z taką dietą u ludzi, badania wykazały, że podwyższony poziom sodu³² lub soli^{31,65-69} w diecie zdrowych i starzejących się kotów nie podnosi ciśnienia krwi, ani nie wpływa niekorzystnie na czynność serca lub nerek.

Aby zwiększyć spożycie wody u kotów, zaleca się korzystanie z fontanny lub innego źródła swobodnie spadającej wody, np. wody z kranu lub wody obiegujowej. Jednak badania wykazały również, że żaden z tych sposobów nie był jednakowo lepszy w zachęcaniu do picia wody,^{69,70} chociaż u poszczególnych kotów odnotowano wzrost spożycia wody, co sugeruje osobiste preferencje.⁷⁰ Inne zalecenia obejmują oferowanie wielu misek na wodę, używanie misek wielkości psa (miski szerokie tak, aby wąsy kotów nie dotykały ścianek miski), używanie pojemników ze stali nierdzewnej lub naczyń stołowych oraz umieszczanie misek na wodę w taki sposób, aby koty nie czuły się zagrożone podczas picia.

U psów, podobnie jak u kotów, jedną ze strategii zwiększania spożycia wody jest podawanie mokrej karmy (lub dodawanie wody do karmy suchej). Niektóre badania na psach wykazały, że całkowite spożycie wody jest podobne w przypadku jedzenia suchej lub mokrej karmy, przy czym psy piją mniej lub więcej, aby zrekompensować poziom wilgotności w pożywieniu.^{35,38,39} Jednak jedno badanie wykazało, że jest to prawdziwe tylko do pewnego momentu. Naukowcy podawali psom taką samą ilość suchej karmy, ale zmieniali ilość dodawanej do niej wody (w zakresie od ¼ do 5-krotności objętości karmy) i mierzyli spożycie wolnej wody. Odkryli, że wraz ze wzrostem ilości wody dodawanej do pokarmu, psy piły coraz mniejsze ilości wody, utrzymując całkowite spożycie wody na stałym poziomie. Jednak, gdy objętość dodanej wody była równa dwukrotności objętości suchej karmy, dodanie większej ilości wody do karmy nie zmniejszało dalszego dobrowolnego pobierania wody. Spowodowało to większe całkowite spożycie wody, gdy psy karmiono karmą zawierającą więcej niż 66% wilgotności.³⁹

Innym podejściem do zwiększenia całkowitego spożycia wody u psów jest karmienie karmą o zwiększonej zawartości sodu lub soli.¹ Badanie Purina wykazało, że psy karmione dietą o zwiększonej zawartości soli wytwarzały znacznie większą objętość moczu i bardziej rozcieńczony mocz oraz miały kierunkowy, ale nieistotny statystycznie wzrost spożycia wody.⁷¹ Kolejne badania wskazały na zwiększone spożycie wody lub wyższą objętość moczu oraz zmniejszenie RSS szczawianu wapnia, gdy psy były karmione suchą karmą o zwiększonej zawartości sodu³⁴ lub karmą w puszkach o podwyższonym poziomie soli.⁷² Inne badanie wykazało, że podawanie zdrowym psom suchej karmy o zwiększonej zawartości soli skutkowało większym spożyciem wody i większą objętością moczu oraz zmniejszeniem RSS szczawianu wapnia i struwitu.³³



Rys.4. Fontanny są czasami używane w celu zwiększenia spożycia wody przez koty.

WYKORZYSTANIE WODY WZBOGAČONEJ W SKŁADNIKI ODŻYWCZE W CELU ZACHĘCENIA DO WIĘKSZEGO SPOŻYCIA WODY

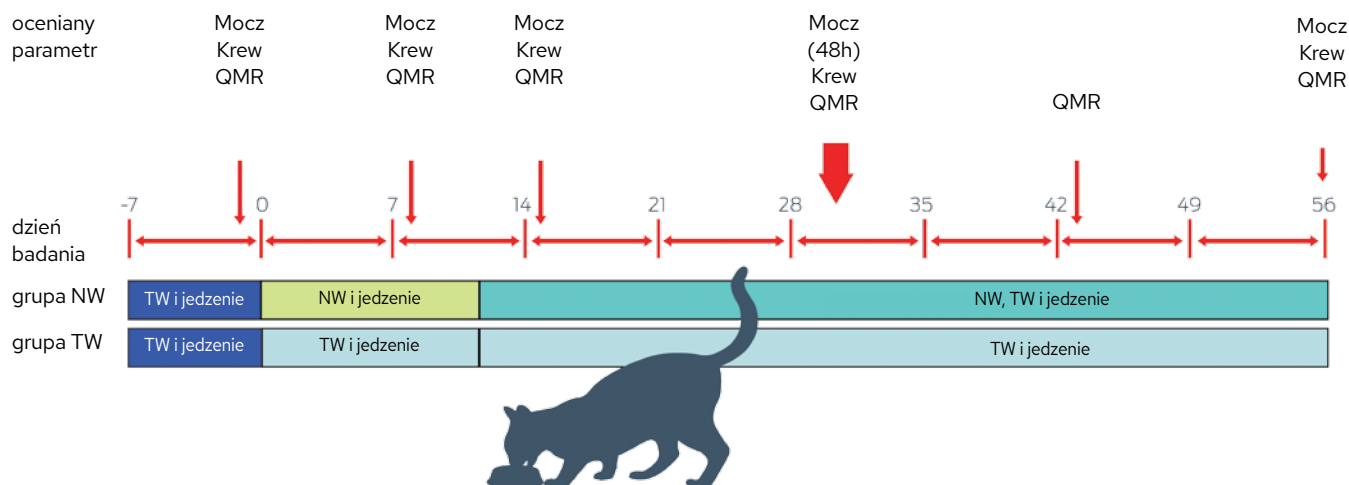
Nowym podejściem mającym na celu zwiększenie całkowitego spożycia wody jest podawanie wody wzbogaconej w składniki odżywcze. Wzbogacona w składniki odżywcze, aromatyzowana woda opracowana przez naukowców Purina jest uzupełniona organicznymi osmotolitami, w tym aminokwasami z izolatu białka serwatki i hydrolizowanym białkiem drobiowym oraz glicerolem. Te substancje rozpuszczone pomagają regulować ruch wody przez błony komórkowe w odpowiedzi na gradienty ciśnienia osmotycznego.⁷³

Naukowcy Purina przeprowadzili wiele badań oceniających wpływ wody wzbogaconej w składniki odżywcze na dzienne spożycie wody i pomiary nawodnienia u kotów i psów.^{6,774-77}

Badanie przeprowadzone na kotach wykazało korzystny wpływ wody wzbogaconej w składniki odżywcze na nawodnienie.⁷

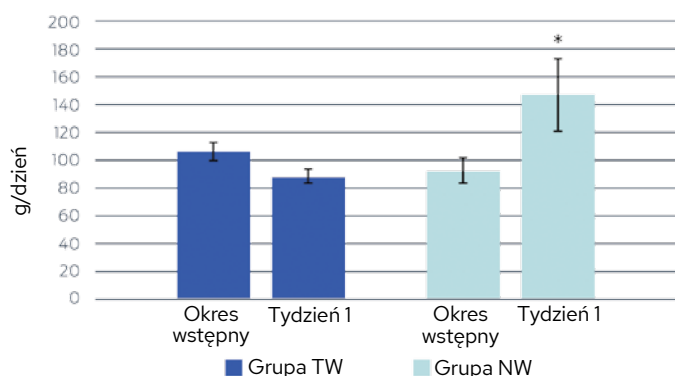
W badaniu tym 18 zdrowym dorosłym kotom zaoferowano ad libitum dostęp do suchej karmy i wody z kranu (TW) przez okres jednego tygodnia (od -7 do -1 dni). Koty zostały następnie losowo podzielone na dwie grupy (każda grupa, n=9). Grupie TW nadal oferowano TW jako źródło wody. Drugiej grupie kotów – grupie NW – podawano wodę wzbogaconą w składniki odżywcze (NW) jako jedyne źródło wody przez 11 dni (dni od 0 do 10), a następnie podawano TW i NW (w osobnych miskach ze zmieniającymi się codziennie pozycjami misek) w celu ustalenia preferencji wody na czas trwania badania (dni 11 do 56).

Spożycie wolnych płynów mierzono codziennie za pomocą zautomatyzowanego systemu monitorowania. Próbkę krwi i moczu pobrano w dniach -1, 8, 15, 30 i 56, a QMR przeprowadzono w dniach -1, 8, 15, 30, 43 i 56 w celu oceny stanu nawodnienia. Mocz uzyskano przez cystocentezę, z wyjątkiem 48-godzinnej przerwy w dniach 28-30 lub 31-33,³¹⁻³³ kiedy zebrano mocz oddany w celu zmierzenia całkowitej objętości wydalanego moczu przez każdego kota.



Rys.5. Projekt badania oceniającego wpływ wody wzbogaconej w składniki odżywcze (NW) na wskaźniki nawodnienia. TW = woda z kranu. QMR = ilościowe obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego.

Wyniki pokazały, że w okresie wstępnym TW i spożycie pokarmu były podobne między grupami. Spożycie wolnych płynów znacznie wzrosło w 1. tygodniu dla grupy NW (średnio 148 +/- 26 g/dzień w 1. tygodniu w porównaniu z 93 +/- 9 g/dzień na początku badania), wzrost wynosił prawie 60% ($P = 0,01$), podczas gdy nie było znaczących zmian w grupie TW. Spożycie płynów w tygodniu 1. dla grupy NW było znacznie większe niż w grupie TW ($P = 0,03$).



Rys.6. Średnie spożycie płynów u kotów, którym podano wodę z kranu (TW) lub wodę wzbogaconą w składniki odżywcze (NW). * oznacza istotną zmianę w stosunku do linii bazowej grupy NW i istotną różnicę w porównaniu z tygodniem 1 grupy TW.

W czasie trwania badania średnie tygodniowe spożycie płynów w grupie NW wahało się od około 40-118% powyżej wartości wyjściowej, podczas gdy w grupie TW pozostawało stabilne, wahając się od -15 do +14% w stosunku do wartości wyjściowej. Podczas gdy istniała indywidualna zmienność w odpowiedzi (trzy koty z grupy NW zwiększyły spożycie wolnych płynów o mniej niż 25%; 3 zwiększyły spożycie wolnych płynów między 25-75%; 3 zwiększyły

spożycie o ponad 75%), ogólne średnie spożycie wolnych płynów było znacząco wyższe dla grupy NW przy 153 +/- 26 g/d, niż dla kotów TW przy 104 +/- 5 g/d ($P \leq 0,05$). Kiedy kotom z grupy NW zaoferowano wybór między TW a NW, w przeważającej większości wybrały NW, niezależnie od pozycji miski, przy ogólnym średnim spożyciu NW wynoszącym 96,6 +/- 3% całkowitego dziennego spożycia. Pokazało to, że wzrost spożycia wolnych płynów przez grupę NW był spowodowany wysokim spożyciem NW przez koty.

Zwiększone spożycie wody w grupie NW skutkowało wytwarzaniem znacznie większej objętości moczu, w dodatku bardziej rozcieńczonego. Średnie wydalenie moczu wynosiło 15,2 +/- 1,8 ml/kg/dzień dla kotów z grupy NW w porównaniu z 10,3 +/- 0,7 ml/kg/dzień dla kotów z grupy TW ($P = 0,010$). Średnie SG wyniosło 1,040 +/- 0,002 g/ml dla grupy NW w porównaniu z 1,054 +/- 0,001 g/ml dla grupy TW ($P < 0,001$). QMR nie wykazało znaczących zmian całkowitej wody w organizmie, beztłuszczowej masy ciała ani masy tłuszczu w żadnej z grup w trakcie badania.

Badania przeprowadzone na kotach wykazały, że woda wzbogacona w składniki odżywcze, z dodatkami smakowymi lub bez, wpływa na spożycie wody i wskaźniki nawodnienia moczu.⁷⁴

W badaniu oceniano podawanie wody wzbogaconej w składniki odżywcze (NW) 36 zdrowym dorosłym kotom na diecie suchej. Koty podzielono na 3 grupy: TW (woda z kranu) ($n=4$), NW (woda wzbogacona w składniki odżywcze bez dodatków smakowych) ($n=16$) i NWP (NW z aromatem drobiu) ($n=16$). Wszystkim grupom podawano

TW *ad libitum* z karmą suchą w celu utrzymania masy ciała przez okres 1 tygodnia (okres 1) w celu zmierzenia wyjściowego spożycia. Grupie TW oferowano tylko TW *ad libitum* jako źródło wody przez cały okres badania, podczas gdy koty w grupach NW i NWP dostawały odpowiednio NW lub NWP w objętości równej 1x podstawowemu spożyciu wody przez 17 dni (okres 2), następnie w objętości równej 1,5x podstawowemu spożyciu przez 10 dni (okres 3), a następnie w objętości równej 2x podstawowemu spożyciu przez 10 dni (okres 4), oprócz TW *ad libitum*. Zmierzono spożycie wolnych płynów i pokarmu. Mocz z mikcji zbierano przez 48 godzin pod koniec każdego okresu badania w celu zmierzenia ilości wydalanego moczu i jego ciężaru właściwego.

Średnie spożycie TW dla wszystkich kotów w okresie 1 wynosiło 118 +/- 26 ml/d. Wśród poszczególnych kotów spożycie wody było bardzo zróżnicowane i wahało się od 79 do 200 ml/d. Średnie dzienne spożycie płynów dla kotów z grupy NW istotnie wzrosło o 25% w okresie 3 i o 44% w okresie 4 w porównaniu z okresem 1 ($P < 0,01$). W przypadku kotów z grupy NWP średnie dzienne spożycie płynów znacznie wzrosło o 18% w okresie 2 ($P = 0,04$), 57% w okresie 3 ($P < 0,01$) i 96% w okresie 4 ($P < 0,01$) w porównaniu do okresu 1. Średnie dzienne spożycie wolnych płynów nie zmieniło się istotnie w trakcie badania dla kotów z grupy TW. Spożycie TW przez koty z grup NW i NWP znacznie spadło, gdy zaoferowano im odpowiednio

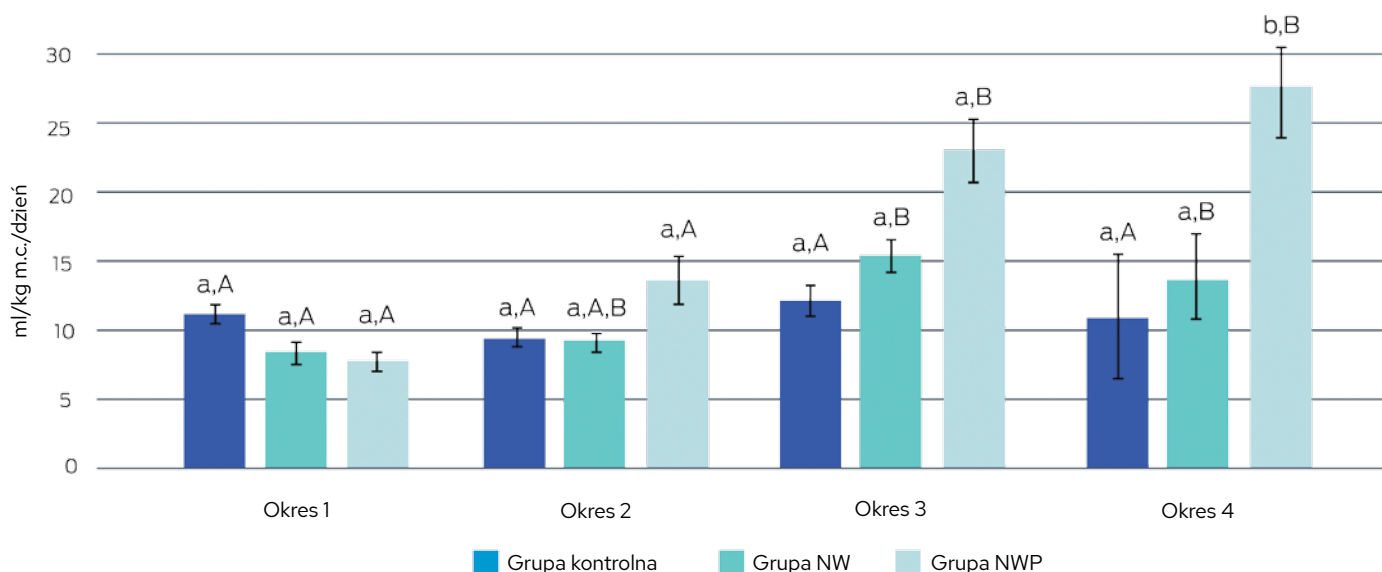
NW lub NWP jako opcję wody, a następnie pozostawało względnie stabilne przez pozostałą część badania.

Średnia dobowo objętość moczu nie zmieniła się istotnie u kotów z grupy TW, podczas gdy znacząco wzrosła w okresie 3 i 4 w porównaniu z okresem 1 u kotów NW i NWP ($P < 0,01$).

Mocz kotów NW i NWP był bardziej rozcieńczony, a SG istotnie spadło o 21-31% u kotów NW i 39-62% u kotów z grupy NWP w okresach 2-4 w stosunku do okresu 1 ($P < 0,001$).

Dodatkowe badanie Purina z wykorzystaniem QMR do oceny procentowej całkowitej zawartości wody w organizmie wykazało, że podawanie zdrowym kotom wody wzbogaconej w składniki odżywcze 2-3 godziny przed krótką rutynową procedurą znieczulenia może być opcją, która pomoże zapewnić odpowiednie nawodnienie przed, w trakcie i bezpośrednio po zabiegu.⁷⁶

Przedstawione badania przeprowadzone na zdrowych kotach wykazały, że spożywanie wody wzbogaconej w składniki odżywcze zwiększa spożycie wody i poprawia wskaźniki nawodnienia. Wyniki tych badań sugerują również, że podawanie wody wzbogaconej w składniki odżywcze może stanowić sposób na zachęcenie do spożycia wody przez koty z problemami zdrowotnymi lub te z innych powodów podatne na odwodnienie, które skorzystałyby na zwiększonym spożyciu wody.



Rys.5. Objętość oddanego moczu u kotów, którym podawano wodę z kranu (kontrola), niearomatyzowaną wodę wzbogaconą w składniki odżywcze (NW) lub wodę wzbogaconą w składniki odżywcze z aromatem drobiu (NWP). a-c Różne małe litery w indeksie górnym wskazują na znaczące różnice między grupami w danym okresie. A-C Różne wielkie litery indeksu górnego wskazują na znaczące różnice w obrębie grupy w czasie.

Badanie przeprowadzone na psach wykazało, że woda wzbogacona w składniki odżywcze wpływa na całkowite spożycie wody i wskaźniki nawodnienia moczu.⁶

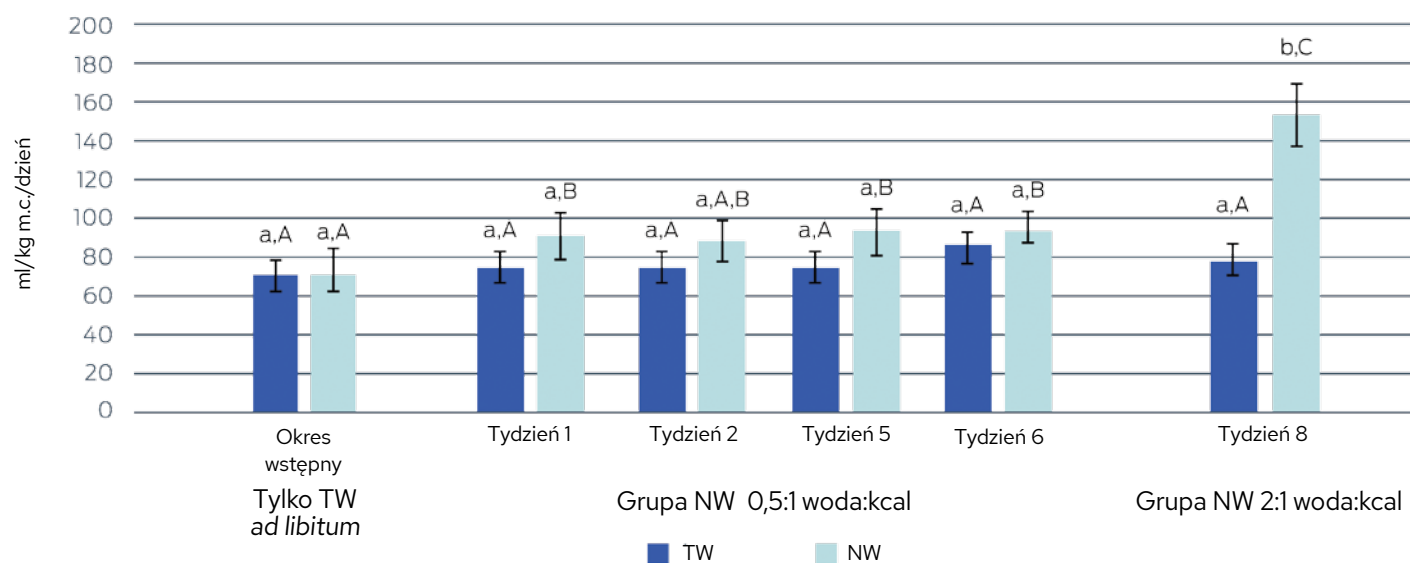
Wyniki nieopublikowanych badań pilotażowych przeprowadzonych przez naukowców Purina wykazały, że zwiększenie spożycia wody u zdrowych psów z wyjściowym SG poniżej 1,015 nie miało wpływu na rozcieńczenie moczu. Tak więc parametr dla przyszłych badań wymagał wstępnego przesiewu i włączenia zdrowych psów z SG co najmniej 1,015 w celu wykrycia spadku SG przy zwiększonym poborze wody.

W tym badaniu 16 dorosłych psów małych ras karmiono suchą karmą, a grupy badane były zrównoważone zgodnie z wyjściowym badaniem SG. Suchą karmę podawano w celu utrzymania masy ciała przez cały okres badania. Po początkowym okresie trwającym 9 dni, w którym wszystkie psy miały swobodny dostęp do wody z kranu (TW) podawanej w wiadrze, połowie psów podano TW, a połowie wodę wzbogaconą w składniki odżywcze (NW) w misce (oprócz wiadra z TW ad libitum). Badanie trwało 56 dni. TW lub NW w misce oferowano w dawce 0,5 ml/kcal diety ME podzielonej dwa razy dziennie przez 49 dni w celu oceny „umiarkowanego” spożycia. Następnie podawano 2,1 ml/kcal diety ME podzielonej dwa razy dziennie w dniach 50-56 badania, aby ocenić krótkoterminowe działanie „dużego” spożycia. Wartość ME w diecie obliczono na podstawie spożycia pokarmu w okresie wyjściowym. Po pomiarze na początku badania (dzień -7), pomiar SG wykonano także w dniach 14, 42 i 56 badania. Całkowite

spożycie płynów (suma spożytych TW i NW) oraz spożycie pokarmu mierzono codziennie. Całkowite spożycie wody obliczono jako sumę wolnej wody zużytej do picia (TW plus składnik NW składający się wyłącznie z wody), wilgotności pokarmu oraz szacowanej wody metabolicznej.

Średnie wyjściowe całkowite spożycie płynów nie różniło się znacząco między obydwoma grupami, a spożycie kalorii nie różniło się w trakcie badania. Podczas gdy całkowite spożycie płynów nie zmieniło się znacząco w grupie TW w fazie badania w porównaniu z wartością wyjściową, całkowite spożycie płynów u psów z grupy NW było istotnie zwiększone w stosunku do wartości wyjściowych w każdym tygodniu ($P < 0,05$), z wyjątkiem tygodnia 2. Całkowite spożycie płynów u psów NW wzrosło dodatkowo w 8. tygodniu podczas fazy wysokiego spożycia ($P < 0,001$). W przeliczeniu na masę ciała, średnie całkowite spożycie wody badanych psów wzrosło z 71 ± 12 ml/kg/dzień w okresie wyjściowym do 156 ± 13 ml/kg dziennie w okresie wysokiego spożycia ($P < 0,001$).

Badania przeprowadzone przez Purina wykazały zwiększone spożycie wody oraz poprawę wskaźników nawodnienia organizmu podczas spożywania wzbogaconej w składniki odżywcze wody.



Rys.8. Całkowite spożycie wody u psów otrzymujących wyłącznie wodę z kranu (TW) lub wodę wzbogaconą w składniki odżywcze (NW). a-c Różne małe litery w indeksie górnym wskazują na znaczące różnice między grupami w danym okresie. A-C Różne wielkie litery indeksu górnego wskazują na znaczące różnice w obrębie grupy w czasie.

Spożycie wody z miski podczas fazy właściwej badania było istotnie różne pomiędzy grupami ($P < 0,001$). Od tygodnia 1-7, gdy podano wodę na umiarkowanym poziomie, psy z grupy NW wypily prawie 100% NW, podczas gdy psy z grupy TW wypily od 10 do 20% wody z miski. W ostatnim tygodniu psy z grupy NW wypily średnio 91% NW, a spożycie u psów z grupy TW nie zmieniło się istotnie. Spożycie wody kranowej z wiadra zmniejszyło się o 10-30% w porównaniu z wartością wyjściową dla psów z NW i wahało się o mniej niż 2% dla psów z grupy TW w trakcie fazy właściwej badania, z wyjątkiem tygodnia 6. Wyniki te wykazały preferencję dla NW w grupie psów NW.

SG i osmolalność były podobne w obu grupach na początku badania. U psów z grupy NW SG było znacząco niższe i wynosiło 1,018 g/ml w dniu 42 i 1,014 g/ml w dniu 56 w porównaniu z wyjściowym SG wynoszącym 1,026 g/ml ($P < 0,01$), a osmolalność moczu znacznie się zmniejszyła ($P < 0,05$). Ani SG, ani osmolalność nie zmieniły się istotnie w grupie TW w porównaniu z wartościami wyjściowymi.

Badanie przeprowadzone na psach pracujących wykazało, że woda wzbogacona w składniki odżywcze wpływa na temperaturę ciała i powrót tętna do normy po wysiłku fizycznym.⁷⁷

Badanie przekrojowe na psach pracujących, poddawanych ćwiczeniom trwającym do 30 minut w ciepłych, umiarkowanych wilgotnych warunkach, oceniało wpływ wody wzbogaconej w składniki odżywcze (NW) na regenerację po wysiłku. Po 4-dniowym okresie wyjściowym 12 młodym dorosłym psom karmionym suchą karmą podano wodę z kranu (TW) w wiadrze ad libitum oraz kontrolowaną ilość NW lub TW w misce podczas 11-dniowej fazy badania. Ćwiczenia przeprowadzono w dniach -4, 3 i 11. Tuż przed i kilka razy po wysiłku zmierzono temperaturę ciała i uszu oraz tętno. Nie mierzono spożycia wody, ponieważ psy mieszkaly w domach w nocy i w weekendy, a szkolyły się w trakcie dnia. Masę ciała mierzono tuż przed i bezpośrednio po wysiłku jako wskaźnik utraty wody.

W 3 dniu temperatura wewnętrzna ciała w okresie regeneracji była o 1 stopień F niższa w grupie NW w porównaniu z grupą TW ($P = 0,002$). W 11 dniu średnia temperatura ucha była niższa o 0,6 stopnia F ($P = 0,003$), a tętno o 3,4 uderzenia na minutę ($P = 0,03$) niższe w okresie regeneracji w grupie NW w porównaniu z grupą TW. Psy wydawały się podobnie nawodnione w oparciu o zmiany masy ciała przed i po wysiłku.

Naukowcy doszli do wniosku, że przyjmowanie NW wraz z TW ad libitum poprawiło regenerację powysiłkową. Ponieważ hipertermia i podwyższone tętno mogą przyczyniać się

do zmęczenia, obniżonej wydajności lub stresu cieplnego, korzystne może być podawanie ćwiczącym psom wody wzbogaconej w składniki odżywcze.

Wpływ wody na zdrowie zwierząt domowych jest często pomijany, mimo że jest to najważniejszy składnik odżywczy dla przetrwania. Bilans wodny w organizmie podlega ciągłym zmianom. Wydaje się, że zdrowe zwierzęta są w stanie samodzielnie regulować spożycie wody, aby wyrównać straty. Jednak nie do końca wiadomo, czy jest to optymalne nawodnienie i jak stan nawodnienia wpływa na ogólny stan zdrowia, w tym czy zdrowe zwierzęta mogą odnieść korzyści z większego spożycia wody.

Zwiększone spożycie wody jest zalecane dla kotów i psów, które są predysponowane do odwodnienia i cierpią na schorzenia takie jak kamica moczowa. W przeszłości stosowano różne metody zachęcania zwierząt do picia wody, ale ostatnio opublikowane badania wykazały, że stosowanie wody wzbogaconej w składniki odżywcze zwiększa całkowite spożycie wody i poprawia wskaźniki nawodnienia u kotów i psów.





LITERATURA

1. National Research Council. (2006). *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. National Academies Press.
2. Armstrong, L. E., Ganio, M. S., Casa, D. J., Lee, E. C., McDermott, B. P., Klau, J. F., Jimenez, L., Le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. R. (2012). Mild dehydration affects mood in healthy young women. *Journal of Nutrition*, 142(2), 382-388. doi: 10.3945/jn.111.142000
3. Stachenfeld, N. S., Leone, C. A., Mitchell, E. S., Freese, E., & Harkness, L. (2018). Water intake reverses dehydration associated impaired executive function in healthy young women. *Physiology & Behavior*, 185, 103-111. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.12.028
4. Ganio, M. S., Armstrong, L. E., Casa, D. J., McDermott, B. P., Lee, E. C., Yamamoto, L. M., Marzano, S., Lopez, R. M., Jimenez, L., Le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. R. (2011). Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *British Journal of Nutrition*, 106(10), 1535-1543. doi: 10.1017/S0007114511002005
5. James, L. J., Funnell, M. P., James, R. M., & Mears, S. A. (2019). Does hypohydration really impair endurance performance? Methodological considerations for interpreting hydration research. *Sports Medicine*, 49(Suppl 2), 103-114. doi: 10.1007/s40279-019-01188-5
6. Zanghi, B. M., & Gardner, C. L. (2018). Total water intake and urine measures of hydration in adult dogs drinking tap water or a nutrient-enriched water. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi: 10.3389/fvets.2018.00317
7. Zanghi, B. M., Gerheart, L., & Gardner, C. L. (2018). Effects of a nutrient-enriched water on water intake and indices of hydration in healthy cats fed a dry kibble diet. *American Journal of Veterinary Research*, 79(7), 733-744.
8. Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2011). *Canine and feline nutrition: A resource for companion animal professionals* (3rd ed.). Mosby.
9. The National Archives. (2007, April 6). *Animal welfare act 2006: Promotion of welfare*. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/45/crossheading/promotion-of-welfare> [Accessed 8 July 2020]
10. Animal and Plant Health Inspection Service. (2020, May 13). *Federal Register: Animal welfare; amendments to licensing provisions and to requirements for dogs*. <https://www.federalregister.gov/documents/2020/05/13/2020-07837/animal-welfare-amendments-to-licensing-provisions-and-to-requirements-for-dogs#h-32>
11. Parliamentary Counsel Office New Zealand Government. *Animal Welfare Act 1999* (Reprint as at 9 May 2020). <http://www.legislation.govt.nz/act/public/1999/0142/latest/DLM49664.html>
12. RSPCA Australia. (2019, May 2). *RSPCA knowledgebase: RSPCA Australia animals charter*. <https://kb.rspca.org.au/knowledge-base/rspca-australia-animals-charter/>
13. Ryan, S., Bacon, H., Endenburg, N., Hazel, S., Jouppe, R., Lee, N., Seksel, K., & Takashima, G. (2018). *WSAVA animal welfare guidelines for companion animal practitioners and veterinary teams*. <https://wsava.org/wp-content/uploads/2019/12/WSAVA-Animal-Welfare-Guidelines-2018.pdf>
14. Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Nguyen, P., Grandjean, D., Cardot, P., Priymenko, N., & Roux, F. (2015). Evaluation of total body water in canine breeds by single-frequency bioelectrical impedance analysis method: Specific equations are needed for accuracy. *BMC Research Notes*, 8, 336. doi: 10.1186/s13104-015-1298-2
15. Munday, H. S. (1994). Assessment of body composition in cats and dogs. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(Suppl 1), S14-S21.
16. Wamberg, S., Sandgaard, N. C. F., & Bie, P. (2002). Simultaneous determination of total body water and plasma volume in conscious dogs by the indicator dilution principle. *Journal of Nutrition*, 132(Suppl), 1711S-1713S.
17. Zanghi, B. M., Cupp, C. J., Pan, Y., Tissot-Favre, D. G., Milgram, N. W., Nagy, T. R., & Dobson, H. (2013). Noninvasive measurements of body composition and body water via quantitative magnetic resonance, deuterium water, and dual-energy x-ray absorptiometry in awake and sedated dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 74, 733-743.
18. Zanghi, B. M., Cupp, C. J., Pan, Y., Tissot-Favre, D. G., Milgram, N. W., Nagy, T. R., & Dobson, H. (2013). Noninvasive measurements of body composition and body water via quantitative magnetic resonance, deuterium water, and dual-energy x-ray absorptiometry in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 74, 721-732.
19. Herrold, M., & Sapirstein, L. A. (1952). Measurement of total body water in the dog with antipyrine. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 79(3), 419-421. doi: 10.3181/00379727-79-19399
20. Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Bousbiat, S., Jaffrin, M., Cardot, P., Grandjean, D., Priymenko, N., Nguyen, P., & Roux, F. (2015). Indirect prediction of total body water content in healthy adult Beagles by single-frequency bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Veterinary Research*, 76, 547-553.
21. Moore, F. D., Muldowney, F. P., Haxhe, J. J., Marczyńska, A. W., Ball, M. R., & Boyden, C. M. (1962). Body composition in the dog. I. Findings in the normal animal. *Journal of Surgical Research*, 2(4), 245-253. doi: 10.1016/S0022-4804(62)80017-1
22. Elliott, D. A., Backus, R. C., Van Loan, M. D., & Rogers, Q. R. (2002). Extracellular water and total body water estimated by multifrequency bioelectrical impedance analysis in healthy cats: A cross-validation study. *Journal of Nutrition*, 132(Suppl), 1760S-1762S.
23. Bauer, J. H., Willis, L. R., Burt, R. W., & Grim, C. E. (1975). Volume studies. II. Simultaneous determination of plasma volume, red cell mass, extracellular fluid, and total body water before and after volume expansion in dog and man. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 86(6), 1009-1017.
24. Greco, D. S. (1998). The distribution of body water and general approach to the patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 28(3), 473-482.
25. Carlson, G. P. (1997). Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In J. Kaneko, J. Harvey, & M. Bruss (Eds.), *Clinical biochemistry of domestic animals* (5th ed., pp. 485-516). doi: 10.1016/B978-012396305-5/50019-1

26. Finco, D. R., Adams, D. D., Crowell, W. A., Stattelman, A. J., Brown, S. A., & Barsanti, J. A. (1986). Food and water intake and urine composition in cats: Influence of continuous versus periodic feeding. *American Journal of Veterinary Research*, 47(7), 1638-1642.
27. Golob, P., O'Connor, W. J., & Potts, D. J. (1984). Increase in weight and water retention on overfeeding dogs. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 69(2), 245-256. doi: 10.1113/expphysiol.1984.sp002803
28. Golob, P., O'Connor, W. J., & Potts, D. J. (1977). Post-prandial drinking by dogs. *Quarterly Journal of Experimental Physiology & Cognate Medical Sciences*, 62(3), 275-285. doi: 10.1113/expphysiol.1977.sp002399
29. Kirschvink, N., Lhoest, E., Leemans, J., Delvaux, F., Istasse, L., Gustin, P., & Diez, M. (2005). Effects of feeding frequency on water intake in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19(3), 476.
30. Funaba, M., Hashimoto, M., Yamanaka, C., Shimogori, Y., Iriki, T., Ohshima, S., & Abe, M. (1996) Effects of a high-protein diet on mineral metabolism and struvite activity product in clinically normal cats. *American Journal of Veterinary Research*, 57(12), 1726-1732.
31. Luckschander, N., Iben, C., Hosgood, G., Gabler, C., & Biourge, V. (2004). Dietary NaCl does not affect blood pressure in healthy cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(4), 463-467.
32. Hawthorne, A. J., & Markwell, P. J. (2004). Dietary sodium promotes increased water intake and urine volume in cats. *Journal of Nutrition*, 134(8 Suppl), 2128S-2129S.
33. Queau, Y., Bijsmans, E. S., Feugier, A., & Biourge, V. C. (2020). Increasing dietary sodium chloride promotes urine dilution and decreases struvite and calcium oxalate relative supersaturation in healthy dogs and cats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. doi: 10.1111/jpn.13329
34. Stevenson, A. E., Hynds, W. K., & Markwell, P. J. (2003). Effect of dietary moisture and sodium content on urine composition and calcium oxalate relative supersaturation in healthy miniature schnauzers and labrador retrievers. *Research in Veterinary Science*, 74, 145-151.
35. Anderson, R. S. (1982). Water balance in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice*, 23(9), 588-598. doi: 10.1111/j.1748-5827.1982.tb02519.x
36. Seefeldt, S. L., & Chapman, T. E. (1979). Body water content and turnover in cats fed dry and canned rations. *American Journal of Veterinary Research*, 40(2), 183-185.
37. Buckley, C. M. F., Hawthorne, A., Colyer, A., & Stevenson, A. E. (2011). Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. *British Journal of Nutrition*, 106, S128-S130. doi:10.1017/S0007114511001875
38. Ramsay, D. J., & Thrasher, T. N. (1991). Regulation of fluid intake in dogs following water deprivation. *Brain Research Bulletin*, 27, 495-499. doi: 10.1016/0361-9230(91)90148-d
39. Cizek, L. J. (1959). Long-term observations on relationship between food and water ingestion in the dog. *American Journal of Physiology*, 197, 342-346. doi: 10.1152/ajplegacy.1959.197.2.342-346
40. Zoran, D. L., & Buffington, C. A. F. (2011). Effects of nutrition choices and lifestyle changes on the well-being of cats, a carnivore that has moved indoors. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 239(5), 596-606. doi: 10.2460/javma.239.5.596
41. Prentiss, P. G., Wolf, A. V., & Eddy, H. A. (1959). Hydropenia in cat and dog. Ability of the cat to meet its water requirements solely from a diet of fish or meat. *American Journal of Physiology*, 196(3), 625-632. doi: 10.1152/ajplegacy.1959.196.3.625
42. Chew, R. M. (1965). Water metabolism of mammals. In W. V. Mayer & R. G. van Gelder (Eds.), *Physiological mammalogy: Mammalian reactions to stressful environments* (pp. 43-178). Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-395674-3.50008-6
43. Brown, S. L., & Bradshaw, J. W. S. (2014). Communication in the domestic cat: Within- and between-species. In D. C. Turner & P. Bateson (Eds.), *The domestic cat: The biology of its behavior* (3rd ed., pp. 37-59). Cambridge University Press.
44. Fahey, G. C., Jr., Barry, K. A., & Swanson, K. S. (2008). Age-related changes in nutrient utilization by companion animals. *Annual Review of Nutrition*, 28, 425-445. doi: 10.1146/annurev.nutr.28.061807.155325
45. Bellows, J., Center, S., Daristotle, L., Estrada, A. H., Flickinger, E. A., Horwitz, D. F., Lascelles, B. D. X., Lepine, A., Perea, S., Scherk, M., & Shoveller, A. K. (2016). Aging in cats: Common physical and functional changes. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(7), 533-550. doi: 10.1177/1098612X16649523
46. Goucher, T. K., Hartzell, A. M., Seales, T. S., Anmuth, A. S., Zanghi, B. M., & Otto, C. M. (2018). Evaluation of skin turgor and capillary refill time as predictors of dehydration in exercising dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 80(2), 123-128.
47. Greene, J. P., Lefebvre, S. L., Wang, M., Yang, M., Lund, E. M., & Polzin, D. J. (2014). Risk factors associated with the development of chronic kidney disease in cats evaluated at primary care veterinary hospitals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(3), 320-327. doi: 10.2460/javma.244.3.320
48. Elliott, D. A. (2012). Nutritional management of kidney disease. In A. J. Fascetti & S. J. Delaney (Eds.), *Applied veterinary clinical nutrition* (pp. 251-267). Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781118785669.ch15
49. Fascetti, A. J., & Delaney, S. J. (2012) Nutritional management of endocrine diseases. In A. J. Fascetti & S. J. Delaney (Eds.), *Applied veterinary clinical nutrition* (pp. 289-300). Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781118785669.CH17
50. Lote, C. (2006). The renin-angiotensin system and regulation of fluid volume. *Surgery (Oxford)*, 5(1), 154-159. doi: 10.1383/surg.2006.24.5.154

51. van Vonderen, I. K., Kooistra, H. S., & Rijnberk, A. (2008). Intra- and interindividual variation in urine osmolality and urine specific gravity in healthy pet dogs of various ages. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11(1), 30-35. doi: 10.1111/j.1939-1676.1997.tb00070.x
52. Guerrero, S., Pastor, J., Tvarijonaviciute, A., Cerón, J. J., Balestra, G., & Caldin, M. (2017). Analytical validation and reference intervals for freezing point depression osmometer measurements of urine osmolality in dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 29(6), 791-796. doi: 10.1177/1040638717726114
53. Spears, J. K., & Zanghi, B. (2017). Measurement of body composition and body water using quantitative magnetic resonance in preweaning puppies. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(4), 1325.
54. Lulich, J. P., Berent, A. C., Adams, L. G., Westropp, J. L., Bartges, J. W., & Osborne, C. A. (2016). ACVIM small animal consensus recommendations on the treatment and prevention of uroliths in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(5), 1564-1574. doi: 10.1111/jvim.14559
55. Palm, C., & Westropp, J. (2011). Cats and calcium oxalate: Strategies for managing lower and upper tract stone disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 13, 651-660. doi: 10.1016/j.jfms.2011.07.018
56. Queau, Y. (2019). Nutritional management of urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 49, 175-186. doi: 10.1016/j.cvsm.2018.10.004
57. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2001). Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 219(9), 1228-1237. doi: 10.2460/javma.2001.219.1228
58. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2002). Associations between dietary factors in canned food and formation of calcium oxalate uroliths in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 63(2), 163-169. doi: 10.2460/ajvr.2002.63.163
59. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2002). Associations between dry dietary factors and canine calcium oxalate uroliths. *American Journal of Veterinary Research*, 63(3), 330-337. doi: 10.2460/ajvr.2002.63.330
60. Osborne, C. A., Lulich, J. P., Forrester, D., & Albasan, H. (2009). Paradigm changes in the role of nutrition for the management of canine and feline urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 39(1), 27-41. doi: 10.1016/j.cvsm.2008.10.001
61. Pittari, J., Rodan, I., Beekman, G., Gunn-Moore, D., Polzin, D., Taboada, J., Tuzio, H., & Zoran, D. (2009). American association of feline practitioners. Senior care guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(9), 763-778. doi: 10.1016/j.jfms.2009.07.011
62. Thomas, D. G., Post, M., & Bosch, G. (2017). The effect of changing the moisture levels of dry extruded and wet canned diets on physical activity in cats. *Journal of Nutritional Science*, 6, e9. doi: 10.1017/jns.2017.9
63. Deng, P., Iwazaki, E., Suchy, S. A., Pallotto, M. R., & Swanson, K. S. (2014). Effects of feeding frequency and dietary water content on voluntary physical activity in healthy adult cats. *Journal of Animal Science*, 92, 1271-1277. doi: 10.2527/jas2013-7235
64. Xu, H., Laflamme, D. P., Bartges, J. W., & Long, G. L. (2006). Effect of dietary sodium on urine characteristics in healthy adult cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20, 738.
65. Cowgill, L. D., Segev, G., Bandt, C., Stafford, C., Kirby, J., Naylor, S., Neal, L., Queau, Y., Lefebvre, H. P., & Polzin, D. (2007). Effects of dietary salt intake on body fluid volume and renal function in healthy cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(3), 600-601.
66. Xu, H., Laflamme, D. P., & Long, G. L. (2009). Effects of dietary sodium chloride on health parameters in mature cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(6), 435-441. doi: 10.1016/j.jfms.2008.10.001
67. Reynolds, B. S., Chetboul, V., Nguyen, P., Testault, I., Concordet, D. V., Carlos Sampedrano, C., Elliott, J., Trehieu-Sechi, E., Abadie, J., Biourge, V., & Lefebvre, H. P. (2013). Effects of dietary salt intake on renal function: a 2-year study in healthy aged cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(3), 507-515. doi: 10.1111/jvim.12074
68. Chetboul, V., Reynolds, B. S., Trehieu-Sechi, E., Nguyen, P., Concordet, D., Sampedrano, C. C., Testault, I., Elliott, J., Abadie, J., Biourge, V., & Lefebvre, H. P. (2014). Cardiovascular effects of dietary salt intake in aged healthy cats: a 2-year prospective randomized, blinded, and controlled study. *PLoS One*, 9(6), e97862. doi: 10.1371/journal.pone.0097862
69. Grant, D. C. (2010). Effect of water source on intake and urine concentration in healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(6), 431-434. doi: 10.1016/j.jfms.2009.10.008
70. Robbins, M. T., Cline, M. G., Bartges, J. W., Felty, E., Saker, K. E., Bastian, R., & Witzel, A. L. (2019). Quantified water intake in laboratory cats from still, free-falling and circulating water bowls, and its effects on selected urinary parameters. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21(8), 682-690. doi: 10.1177/1098612X18803753
71. Xu, H., Si, X., Bhatnagan, S., & Laflamme, D. (2017). Effect of high sodium diet on urine characteristics in healthy adult dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31, 1320.

72. Lulich, J. P., Osborne, C. A., & Sanderson, S. L. (2005). Effects of dietary supplementation with sodium chloride on urinary relative supersaturation with calcium oxalate in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 66(2), 319-324.
73. Foster, A. R., El Chami, C., O'Neill, C. A., & Watson, R. E. B. (2020). Osmolyte transporter expression is reduced in photoaged human skin: Implications for skin hydration in aging. *Aging Cell*, 19(1), e13058. doi: 10.1111/ace1.13058
74. Zanghi, B. M., Wils-Plotz, E., DeGeer, S., & Gardner, C. L. (2018). Effects of a nutrient-enriched water with and without poultry flavoring on water intake, urine specific gravity, and urine output in healthy domestic cats fed a dry kibble diet. *American Journal of Veterinary Research*, 79(11), 1150-1159.
75. Wils-Plotz, E., & Zanghi, B. (2019). Nutrient-enriched water supplements nutritionally support hydration in the domestic cat. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(5), 2516.
76. Zanghi, B., McGivney, C., Eirmann, L., & Barnes, M. (2019). Hydration measures in cats during brief anesthesia: Intravenous fluids versus pre-procedure water supplement ingestion. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(5), 2514.
77. Zanghi, B. M., Robbins, P. J., Ramos, M. T., & Otto, C. M. (2018). Working dogs drinking a nutrient-enriched water maintain cooler body temperature and improved pulse rate recovery after exercise. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi: 10.3389/fvets.2018.00202



Advancing Science for Pet Health

Dowiedz się więcej na:
PurinaInstitute.com

ZNAKI TOWAROWE PURINA SĄ WŁASNOŚCIĄ SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A.
WSZELKIE INNE ZNAKI SĄ WŁASNOŚCIĄ ICH ODPOWIEDNICH WŁAŚCICIELI.
PRZEKŁAD Z J.ANG.: DR N. WET. MAGDALENA MARSZAŁEK