

IDRATAZIONE NEI PET

Strategie per la gestione del bilancio idrico in gatti e cani



L'acqua è un nutriente essenziale ed è considerata il nutriente più critico per la sopravvivenza. Perdite di acqua corporea di appena il 10-15% possono causare la morte, mentre gli animali possono tollerare perdite di grasso o proteine molto più elevate.¹

Esistono diversi metodi per stimare il fabbisogno di acqua in cani e gatti. In generale, i pet in salute possono autoregolare l'assunzione di acqua in base alle perdite e alle loro esigenze.¹ Tuttavia, non è chiaro se questa sia "l'assunzione di acqua ottimale" o se tali pet siano "idratati in modo ottimale". La ricerca sull'uomo suggerisce che anche una lieve disidratazione (<3% del peso corporeo) può influire sulle prestazioni e le capacità cognitive.²⁻⁵ Non è ancora noto se questo sia il caso dei pet.⁶

Esistono condizioni, come l'urolitiasi, in cui i pet possono trarre vantaggio da un maggiore apporto di acqua attraverso l'aumento del consumo, ma ci possono essere anche altre situazioni.⁶ Alcune ricerche hanno valutato gli effetti dell'aumento dell'assunzione di acqua sugli indici di idratazione, nonché l'efficacia dei metodi per aumentare l'assunzione. Tuttavia, è necessario capire meglio l'idratazione e di come il suo stato influisca sulla salute e sul benessere generale di cani e gatti.^{6,7}



CONTENUTI

- 2** L'acqua come nutriente essenziale e requisito di benessere
- 2** Acqua corporea totale
- 2** Assunzione di acqua nei pet
- 3** Fattori che influenzano l'assunzione di acqua libera nei cani e nei gatti
- 4** Perdite di acqua nei pet
- 4** Regolazione del bilancio idrico
- 5** Valutazione dell'idratazione nei cani e nei gatti
- 6** Indicazioni per aumentare l'assunzione di acqua nei pet
- 6** Metodi per aumentare l'assunzione totale di acqua nei pet
- 8** Uso di una nuova acqua arricchita di nutrienti per incoraggiare l'aumento dell'assunzione di liquidi

L'ACQUA COME NUTRIENTE ESSENZIALE E REQUISITO DI BENESSERE

L'acqua ha molte funzioni essenziali nell'organismo. È il solvente in cui avvengono molte delle reazioni chimiche e costituisce la porzione fluida del sangue, trasportando i nutrienti, l'ossigeno, e i prodotti di scarto del metabolismo. L'acqua contribuisce a regolare la temperatura corporea e favorisce la digestione degli alimenti nonché l'eliminazione dei rifiuti attraverso l'urina e le feci.^{1,8}

I governi di diversi paesi, ad esempio Regno Unito, Stati Uniti, Nuova Zelanda e Australia, considera l'acqua come un "requisito di benessere".⁹⁻¹² La World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) raccomanda di aderire al Five Animal Welfare Needs (cinque esigenze per il benessere animale), un quadro di riferimento per il benessere degli animali che, insieme alla disponibilità di "una alimentazione adeguata", richiede l'accesso ad acqua fresca e pulita.¹³ Le cinque esigenze per il benessere animale sono state sviluppate come parte dell'Animal Welfare Act del 2006 nel Regno Unito.⁹ Negli Stati Uniti, USDA (United States Department of Agriculture) ha recentemente introdotto una nuova regola (maggio 2020) che aggiorna un requisito in base al quale i cani devono avere accesso all'acqua potabile 24 ore su 24.¹⁰

ACQUA CORPOREA TOTALE

I valori riportati per l'acqua corporea totale in cani e gatti come percentuale del peso corporeo variano da un sorprendente 37% nell'Husky a circa l'80% nei cuccioli appena nati. I valori sono variabili a seconda dell'età, della razza, dei metodi di valutazione impiegati e della quantità di grasso corporeo (dove l'acqua come percentuale del peso corporeo diminuisce con l'aumento del grasso corporeo).¹⁴⁻²³ Poiché l'acqua intracellulare è quasi esclusivamente nella massa corporea magra piuttosto che nel grasso, un aumento relativo del grasso corporeo si traduce in una diminuzione dell'acqua come percentuale del peso corporeo.^{17,18,24,25} Diversi studi di Purina hanno mostrato che l'acqua corporea totale raggiunge una media di circa il 60% del peso corporeo

in cani e gatti adulti magri.^{17,18} Circa due terzi dell'acqua corporea totale si trova a livello intracellulare e un terzo a livello extracellulare, ma in un costante equilibrio dinamico. Il fluido extracellulare comprende il plasma sanguigno e il fluido interstiziale.²⁴ L'acqua corporea totale viene mantenuta come equilibrio tra l'assunzione e le perdite di acqua.

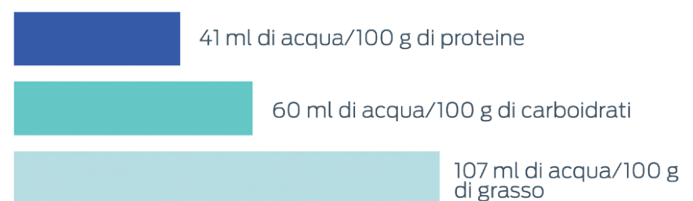
L'ASSUNZIONE DI ACQUA NEI PET

L'assunzione d'acqua include:

- Acqua libera, cioè l'acqua che il pet beve; i pet sani in genere regolano l'assunzione autonomamente per mantenere l'omeostasi.¹
- Acqua contenuta negli alimenti industriali, che viene anche definita "contenuto di umidità".

Il contenuto di umidità negli alimenti confezionati in lattina può arrivare fino all'80-85% mentre negli alimenti secchi in crocchette generalmente contiene meno del 10% di acqua.⁸

- Acqua metabolica, prodotta nell'organismo attraverso l'ossidazione di nutrienti contenenti energia.¹



Complessivamente 10-16 ml di acqua/100 kcal EM

Figura 1:

Quantità di acqua prodotta tramite ossidazione dei nutrienti contenenti energia¹

Il fabbisogno idrico di un singolo pet può essere stimato sulla base dei seguenti criteri:¹

- Peso corporeo: 50-60 ml/kg/giorno.
- Assunzione di alimento sulla sostanza secca: 2-3 ml/g di alimento (sostanza secca)/giorno.

- Assunzione di alimento su base energetica: rapporto circa 1:1 tra ml di acqua e kcal di energia metabolizzabile (EM) consumata.

FATTORI CHE INFLUENZANO L'ASSUNZIONE DI ACQUA LIBERA NEI CANI E NEI GATTI

Diversi fattori, tra cui la dieta, l'ambiente e il livello di attività, possono influenzare l'assunzione volontaria di acqua da parte di un pet. L'assunzione di acqua è stimolata dall'alimentazione, dal numero di pasti e dalla quantità di alimento, ma anche il contenuto specifico di ciascun nutriente nell'alimento influisce sull'assunzione di acqua libera.^{1,26-29}

Uno studio ha evidenziato che quando i gatti erano nutriti con le stesse calorie ma divise in 2 o 3 pasti al giorno, bevevano di più rispetto a quando erano nutriti con le stesse calorie ma in un solo pasto.²⁹ Un altro studio ha mostrato che i gatti nutriti *ad libitum* mostravano un'assunzione di alimento e acqua più elevata rispetto a quelli a cui il pasto era fornito una volta al giorno.²⁶ Una ricerca sui cani ha mostrato che l'assunzione di acqua libera post-prandiale aumenta quando si somministrano quantità maggiori di alimento e alimenti a contenuto maggiore di carboidrati.^{27,28} Nei gatti, l'aumento delle proteine nell'alimentazione si traduce in un incremento dell'assunzione di acqua,³⁰ mentre la ricerca ha mostrato che l'aumento di sodio alimentare (fornito come sodio o cloruro di sodio) aumenta l'assunzione di acqua libera, sia nei gatti che nei cani (vedere ulteriore discussione su *Metodi per aumentare l'assunzione totale di acqua nei pet*).³¹⁻³⁵

Gatti e cani regolano l'assunzione di acqua libera in base al contenuto di umidità dell'alimento, consumando meno acqua libera all'aumentare dell'umidità dell'alimento. Sembra che vi sia un limite oltre il quale non si possa diminuire ulteriormente l'assunzione di acqua. Non è stato chiaramente stabilito se esista una differenza di specie nel modo in cui cani e gatti si adattano all'acqua nell'alimento (vedere ulteriori discussioni su *Metodi per aumentare l'assorbimento totale di acqua nei pet*).^{8,35-39} Un pet può anche aumentare il consumo volontario di acqua per compensare le maggiori perdite

d'acqua dovute alle alte temperature ambientali o all'intensa attività, ad esempio nei cani da lavoro.¹

Sebbene la maggior parte dei gatti mantenga una normale idratazione, diversi fattori possono contribuire a ridurre l'assunzione di acqua nei gatti:

- I gatti si sono evoluti come carnivori obbligati, nutrendosi in natura di prede come uccelli e topi. Il contenuto di umidità delle prede è tipicamente elevato (circa il 70%)⁴⁰, e in generale le prede sono più appetibili dell'acqua. Con l'apporto di umidità della preda, per soddisfare il fabbisogno giornaliero di acqua del gatto è necessaria un'assunzione d'acqua libera limitata o nulla.⁴¹
- I gatti hanno un senso della sete fisiologicamente inferiore rispetto ai cani.^{8,35,42} Sono in grado di concentrare l'urina in misura maggiore rispetto ai cani, il che contribuisce a conservare l'acqua.^{8,35} I cani sostituiscono il deficit idrico più rapidamente dei gatti.³⁵
- Nelle famiglie con più pet, quando questi condividono la stessa ciotola dell'acqua, i gatti possono aver paura di essere attaccati e quindi tendono a bere meno. I medici veterinari possono raccomandare l'uso di più ciotole d'acqua ed evitare di collocarle negli angoli delle stanze.
- Poiché la capacità del gatto di concentrarsi su un oggetto situato a più di 25 cm di distanza è limitata, può avere difficoltà a vedere la superficie dell'acqua ferma in una ciotola.⁴³

L'assunzione ridotta di acqua potrebbe essere un fattore di rischio per i cani e i gatti anziani,^{6,44,45} e nei soggetti che si stanno riprendendo da interventi chirurgici o malattie, i quali per questo motivo potrebbero tendere a bere meno. I cani da lavoro soggetti ad attività intensa o altri cani molto attivi possono non riuscire a soddisfare il fabbisogno idrico se non vengono incoraggiati specificamente a bere dal conduttore o dal proprietario.⁴⁶ Un basso apporto d'acqua è anche un rischio se i pet non hanno accesso all'acqua fresca, o stanno all'aperto in climi freddi dove l'acqua può congelare.

PERDITE DI ACQUA NEI PET

L'acqua viene persa dal corpo attraverso numerose vie:

- L'urina è la via primaria per la perdita di acqua. Tali vie sono

Perdita d'acqua obbligatoria (guidata dal soluto) – influenzata dalla quantità di alimento consumata e dai nutrienti nell'alimento, ad es., proteine e minerali.

Perdita d'acqua libera (facoltativa) – regolata dall'arginin-vasopressina o ADH in risposta all'osmolalità plasmatica (vedere discussione sull'equilibrio idrico nella sezione successiva).^{1,8}

- Feci.^{1,8}

La ricerca ha scoperto che nei gatti, le quantità relative di acqua escreta con le urine e con le feci sono influenzate dal contenuto energetico, dal contenuto in grassi e dalla digeribilità della razione. Una razione alimentare con maggior contenuto energetico, più ricca di grassi, o altamente digeribile determina una minore assunzione di alimento secco sulla sostanza secca, una minore quantità di acqua fecale, e una proporzione maggiore di acqua persa nell'urina.⁸

- Perdite d'acqua impercettibili, come l'evaporazione durante la respirazione, in particolare la respirazione a bocca aperta nei cani, o come la toeletta dei gatti, che sono i loro meccanismi di raffreddamento primario.^{1,8}

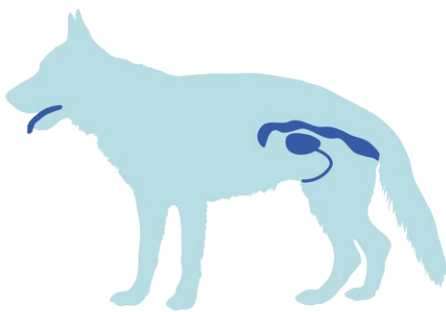


Figura 2:

Vie della perdita di acqua nei cani – urina, feci e respirazione a bocca aperta

Elevate perdite d'acqua possono essere associate a specifiche condizioni di salute o ambientali:

- Vomito o diarrea.²⁴
- Malattia renale cronica: la disidratazione può essere un problema nei pet con malattia renale cronica ed è anche un fattore di rischio lo sviluppo di questa condizione.^{47,48}
- Diabete: la glicosuria aumenta la perdita forzata di acqua attraverso l'urina.⁴⁹
- Perdita di sangue o di plasma.²⁴
- Temperature ambientali elevate che aumentano le perdite attraverso l'apparato respiratorio.³⁵
- Cani da lavoro o sportivi attraverso l'aumento della respirazione a bocca aperta.⁸

REGOLAZIONE DEL BILANCIO IDRICO

L'equilibrio idrico è definito come differenza fra assunzione di acqua e perdite.^{1,8} I pet in salute possono in genere regolare in modo autonomo l'assunzione di acqua per compensare le perdite.¹ L'equilibrio idrico è regolato a livello corporeo da diversi ormoni che rispondono ai cambiamenti nel volume di sangue o **dell'osmolalità**. Questa regolazione coinvolge principalmente l'ADH (Ormone Antidiuretico) e il sistema renina-angiotensina-aldosterone.

L'osmolalità del plasma è influenzata principalmente dalla concentrazione di sodio e, in misura minore, dalle concentrazioni di glucosio e urea.

L'aumento **dell'osmolalità** plasmatica stimola la sete, aumentando l'assunzione di acqua, e innesca anche il rilascio di ADH dalla ghiandola pituitaria.

L'ADH migliora il riassorbimento dell'acqua da parte dei tubuli collettori renali, contribuendo così a normalizzare l'**osmolalità** plasmatica, riducendo al contempo la produzione di urina rendendola più concentrata. La diminuzione del volume di

sangue provoca anche il rilascio dell'ormone antidiuretico che vasocostringe e aumenta la pressione arteriosa. Tuttavia, la risposta primaria alle variazioni di volume del sangue è mediata dal sistema renina-angiotensina-aldosterone. Un calo del volume di sangue o della pressione riduce la perfusione renale che viene percepita dalle cellule iuxtaglomerulari causando la secrezione dell'enzima renina. La renina converte l'angiotensinogeno in angiotensina I. L'enzima di conversione dell'angiotensina converte l'angiotensina I in angiotensina II. L'angiotensina II stimola la corteccia surrenale a rilasciare aldosterone, che fa sì che i tubuli renali distali trattengano il sodio e di conseguenza conservino l'acqua (con conseguente diminuzione del volume urinario). L'angiotensina II ha inoltre effetti diretti sui tubuli renali prossimali, aumentando il riassorbimento di sodio e quindi dell'acqua in corrispondenza dei tubuli prossimali, e aumenta la pressione arteriosa attraverso la costrizione delle arteriole.^{1,8,25,50}

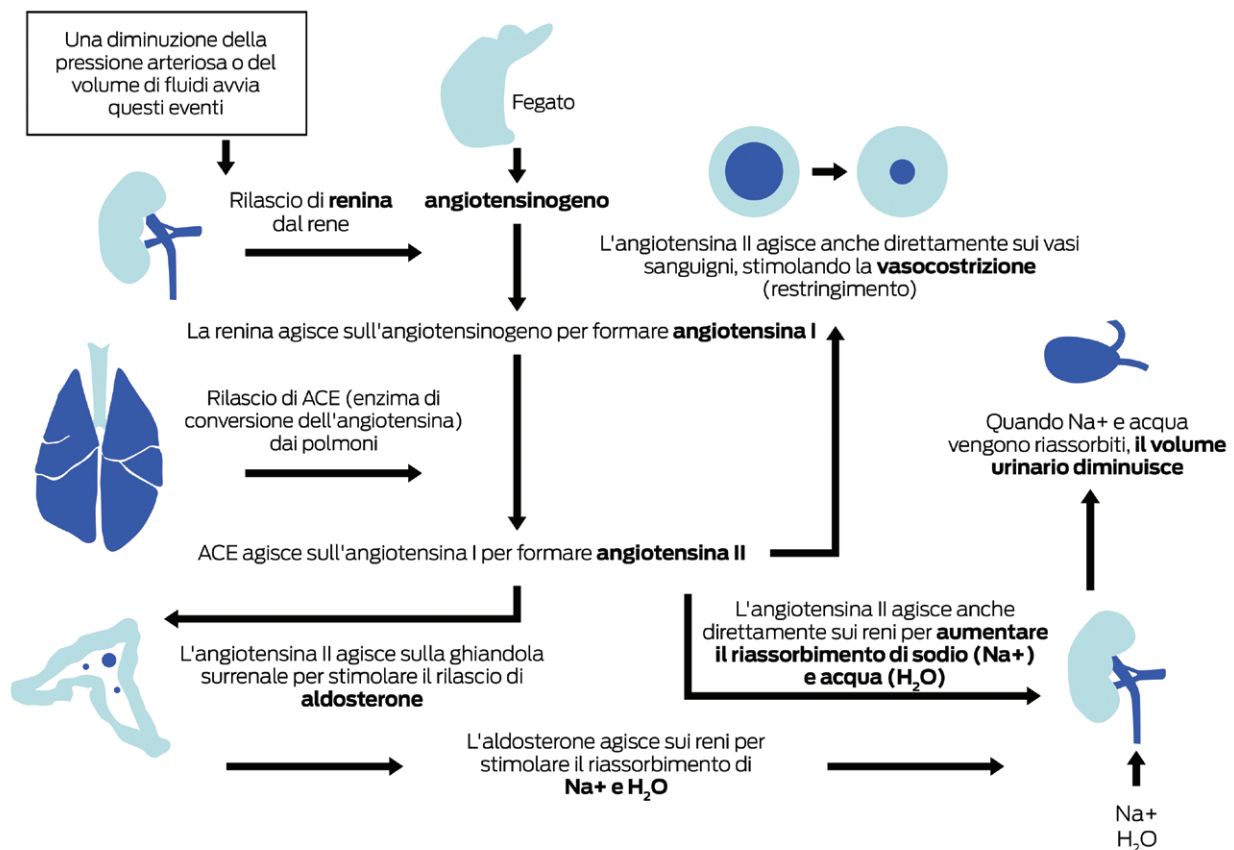
VALUTAZIONE DELL'IDRATAZIONE IN CANI E GATTI

Nella pratica clinica vengono utilizzati diversi metodi per valutare l'idratazione. Questi includono la valutazione del tempo di riempimento capillare del pet; le sensazioni ricavate dalla palpazione delle mucose, cioè: appiccicose (collose) o umide, fredde o calde al tatto; il tempo di distensione cutanea; l'ematocrito, e il peso specifico urinario (USG, una misura della concentrazione dell'urina).

Uno studio di Purina ha analizzato alcuni di questi metodi per valutare l'idratazione nei cani da lavoro attivi con l'obiettivo di identificare un metodo sensibile che potrebbe essere adottato sul campo da personale non veterinario. I ricercatori hanno riscontrato che il tempo di distensione cutanea, ma non il tempo di riempimento capillare, era un indicatore

Figura 3:

Sistema renina-angiotensina-aldosterone



dell'idratazione, affidabile e facile da valutare, in questi cani da lavoro per determinare livelli molto lievi di disidratazione di circa solo l'1% di perdita di acqua corporea (misurata come perdita acuta di peso corporeo).⁴⁶ In definitiva, questo è un metodo comodo e sensibile per facilitare un intervento di reidratazione precoce, al fine di minimizzare la progressione della disidratazione verso uno stato più grave, direttamente sul campo. La ricerca ha inoltre dimostrato che l'USG varia notevolmente nei cani sani. Può esserci un'ampia gamma di valori "normali", sia nel corso della giornata nel singolo cane, sia tra i cani,^{51,52} costituendo un potenziale fattore di confusione nella definizione dello stato di "idratazione ottimale".

I metodi di valutazione dell'idratazione utilizzati nell'ambito sperimentale/di laboratorio (tutti non invasivi) includono la Risonanza Magnetica Quantitativa (QMR), la diluizione dell'ossido di deuterio e l'assorbimetria a raggi X a doppia energia (DXA O DEXA).^{17,18,53} Tuttavia, anche se questi offrono eccellenti strumenti di ricerca, non sono attualmente validi strumenti clinici.

INDICAZIONI PER AUMENTARE L'ASSUNZIONE DI ACQUA NEI PET

La disidratazione, o bilancio idrico negativo, può verificarsi nei pet in caso di assunzione ridotta di acqua, aumento delle perdite d'acqua, o entrambe le cose. Mentre l'aumento dell'assunzione di acqua è benefico nei pet disidratati o in quelli che potrebbero disidratarsi (ad es., i pet che fanno esercizio fisico a temperature ambientali elevate), una raccomandazione generale per aumentare l'assunzione di acqua viene spesso fatta anche nei pet con urolitiasi e nei gatti con cistite idiopatica.⁵⁴⁻⁵⁶ È stato dimostrato che il consumo di alimenti a basso contenuto di umidità rappresenta un potenziale fattore di rischio per l'urolitiasi nei cani e nei gatti.⁵⁷⁻⁵⁹

L'obiettivo primario della maggior assunzione di acqua è la produzione di maggiori quantità di urina più diluita, con conseguente riduzione della sovrassaturazione relativa (RSS) dei minerali che formano gli uroliti e la concentrazione di altre sostanze irritanti nell'urina. L'incremento del consumo di acqua può inoltre aumentare la frequenza di svuotamento, accorciando il tempo di permanenza in vescica con il rischio potenziale di formare uroliti o causare irritazione.^{56,60}

L'aumento dell'assunzione di acqua è anche raccomandato nei gatti che tendono alla stipsi,⁶¹ perché questo contribuisce ad ammorbidire le feci.

METODI PER AUMENTARE L'ASSUNZIONE TOTALE DI ACQUA NEI PET

Sono stati utilizzati vari metodi per aumentare l'assunzione di acqua nei gatti. Anche se i gatti bevono più acqua libera quando mangiano alimenti secchi rispetto a quelli umidi per compensare il minore contenuto di umidità dell'alimento secco, possono assumere un minor quantitativo giornaliero totale di acqua (rapporto acqua/calorie inferiore) quando assumono un alimento secco.^{35,37,62} Alcuni studi suggeriscono che livelli di umidità dell'alimento superiori al 70-75% (alimenti umidi in lattina o alimento con acqua aggiunta) si traducono in un aumento della produzione di urine.^{37,62,63} Uno studio ha mostrato che i gatti nutriti con un'alimentazione "idratata" al 70% (secco con aggiunta di acqua) producono un volume maggiore di urina più diluita rispetto ai gatti alimentati con alimento secco.⁶³ Un secondo studio in cui è stata misurata anche l'assunzione volontaria di acqua ha mostrato che i gatti alimentati con alimento umido in lattina (82% di umidità) o un alimento idratato al 70% avevano un apporto idrico significativamente più elevato, un volume di urina maggiore e un'urina più diluita rispetto ai gatti alimentati con il secco (3% di umidità).⁶² In un altro studio, i ricercatori hanno misurato l'apporto idrico totale giornaliero in gatti sani nutriti con un'alimentazione secca (6,3% di umidità) o con lo stesso alimento secco con varie quantità di acqua deionizzata aggiunta (producendo razioni reidratate al 25,4, 53,2 e 73,3% di umidità). I risultati hanno mostrato che i gatti che ricevevano un'alimentazione con il 73,3% di umidità hanno avuto un aumento significativo dell'assunzione di acqua giornaliera totale e una diminuzione nei valori di USG (Peso Specifico Urinario) e nella RSS (Super-Saturazione Relativa) dell'ossalato di calcio.³⁷

Un'alimentazione con livelli aumentati di sodio è un altro metodo per incoraggiare l'assunzione di acqua. Gli alimenti con livelli aumentati di sodio³² o di cloruro di sodio (sale da cucina)^{31,33} hanno mostrato di potenziare l'assunzione

di acqua nei gatti, incrementando il volume urinario e/o diminuendo l'USG (Peso Specifico Urinario). Uno studio di Purina ha evidenziato che i gatti con un'alimentazione a contenuto aumentato di sale producevano volumi di urina significativamente più elevati e mostravano un incremento, anche se non statisticamente significativo, dell'assunzione di acqua.⁶⁴ Altre ricerche hanno mostrato che i gatti alimentati con alimenti secchi e livelli aumentati di sodio avevano la RSS (Super-Saturazione Relativa) dell'ossalato di calcio significativamente più bassa rispetto a gatti nutriti con alimenti a basso contenuto di sodio.³² Un altro studio ha riscontrato una significativa diminuzione sia della RSS dell'ossalato di calcio, sia di quella della struvite nei gatti nutriti con alimenti secchi e livelli di sale più elevati rispetto a gatti alimentati con diete a basso contenuto di sale.³³ Nonostante i potenziali problemi di salute con questo tipo di alimentazione nell'uomo, la ricerca ha dimostrato che livelli aumentati di sodio³² o di sale da cucina,^{31,65-69} negli alimenti somministrati a gatti sani e anziani, non aumentano la pressione arteriosa o non influenzano negativamente la funzione cardiaca o renale.

È stato raccomandato l'uso di una fontanella o di un'altra fonte di acqua a caduta libera, ad esempio l'acqua di un rubinetto o acqua corrente, per contribuire ad aumentare l'assunzione di acqua nei gatti. Tuttavia, la ricerca ha anche mostrato che nessuno stratagemma è stato complessivamente efficace nell'incoraggiare l'assunzione di liquidi,^{69,70} anche se singoli gatti hanno mostrato un aumento dell'assunzione di acqua, suggerendo così preferenze personali.⁷⁰ Altre raccomandazioni includono l'offerta di ciotole d'acqua multiple, l'uso di ciotole per cani, di dimensione maggiore (ciotole larghe in modo che i baffi dei gatti non tocchino i lati della ciotola), l'uso di recipienti in acciaio inossidabile o ceramica, e l'ubicazione delle ciotole d'acqua in modo che i gatti non si sentano minacciati mentre bevono.

Nei cani, come nei gatti, una strategia per aumentare l'assunzione d'acqua implica la disponibilità di alimenti umidi (o aggiungere acqua all'alimento secco). Alcune ricerche sui cani hanno mostrato che l'assunzione totale di acqua è simile, sia che mangino alimenti umidi o secchi, e che i cani bevono di più o di meno per compensare il livello di umidità nell'alimento.^{35,38,39} Tuttavia, uno studio ha mostrato che questo è vero solo fino a un certo punto. I ricercatori hanno fornito

ai cani la stessa quantità di un alimento secco, ma hanno variato la quantità di acqua aggiunta (da 1/4 a 5 volte il volume dell'alimento), e hanno misurato l'assunzione di acqua libera. Hanno osservato che, all'aumentare della quantità di acqua aggiunta all'alimento, i cani bevevano quantità decrescenti di acqua libera, mantenendo costante l'assunzione totale di acqua. Tuttavia, non appena il volume di acqua aggiunta era pari al doppio del volume dell'alimento secco, l'aggiunta di più acqua all'alimento non diminuiva ulteriormente l'assunzione volontaria di acqua libera. Questo ha determinato una maggiore assunzione totale di acqua quando i cani erano alimentati con alimenti contenenti oltre il 66% di umidità.³⁹

Un altro approccio per aumentare l'assunzione totale di acqua nei cani è fornire un'alimentazione con maggiore livello di sodio o di NaCl.¹ Uno studio di Purina ha scoperto che i cani alimentati con un alimento contenente un livello di sale maggiore producevano volumi di urina significativamente più elevati e urina più diluita e avevano un aumento anche se non statisticamente significativo, dell'assunzione di acqua.⁷¹ Altre ricerche hanno mostrato un aumento dell'assunzione di acqua o del volume dell'urina e una diminuzione della RSS dell'ossalato di calcio quando i cani erano alimentati con un alimento secco e livelli maggiori di sodio³⁴ o un umido con livelli maggiori di sale⁷². Un altro studio ha rilevato che l'alimentazione di cani sani con alimenti secchi e livelli di sale più elevati, ha provocato un aumento dell'assunzione di acqua e dei volumi di urina e una diminuzione della RSS dell'ossalato di calcio e della struvite.³³

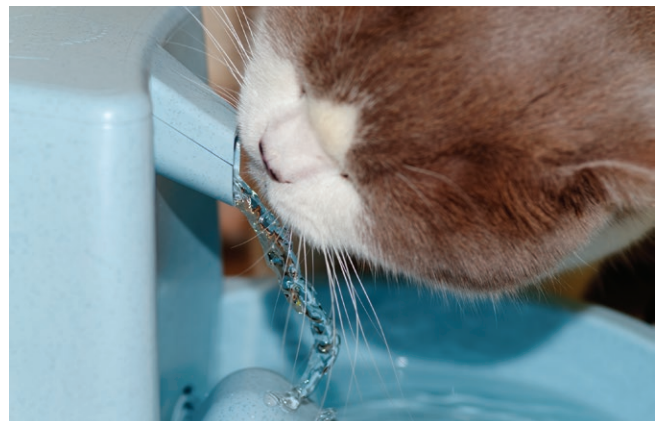


Figura 4:

Le fontanelle sono talvolta utili per cercare di aumentare l'apporto di acqua nei gatti.

USO DI UNA NUOVA ACQUA ARRICCHITA DI NUTRIENTI PER INCORAGGIARE L'AUMENTO DELL'ASSUNZIONE DI LIQUIDI

Un nuovo approccio progettato per aumentare l'assunzione totale di acqua prevede la fornitura di acqua arricchita di nutrienti. L'acqua arricchita di nutrienti, aromatizzata, sviluppata e formulata dai ricercatori di Purina è integrata con osmoliti organici, compresi gli aminoacidi ricavati da un isolato proteico del siero di latte e da proteine idrolizzate di pollame, e glicerolo. Questi soluti contribuiscono a regolare il flusso dell'acqua attraverso le membrane cellulari, in risposta ai gradienti pressori osmotici.⁷³

I ricercatori di Purina hanno condotto diversi studi per valutare gli effetti dell'acqua arricchita di nutrienti sull'assunzione giornaliera di acqua e sulle misure dell'idratazione nei cani e nei gatti.^{6,7,74-77}

Uno studio nei gatti dimostra i vantaggi dell'acqua arricchita di nutrienti sull'idratazione⁷

In questo studio, 18 gatti adulti sani hanno ricevuto accesso *ad libitum* a un alimento secco e acqua di rubinetto (TW) per il periodo basale di una settimana (giorni da -7 a -1). I gatti sono stati poi randomizzati in due gruppi (ogni gruppo, n=9).

Il gruppo con TW ha continuato a ricevere TW come fonte d'acqua. Il secondo gruppo di gatti, il gruppo con NW, ha ricevuto acqua arricchita di nutrienti (NW) come unica fonte d'acqua per 11 giorni (giorni da 0 a 10), quindi ha ricevuto TW e NW (in ciotole separate con le posizioni delle ciotole alternate quotidianamente) per determinare le preferenze nei confronti del tipo d'acqua per la durata dello studio (giorni da 11 a 56).

L'assunzione di liquidi liberi è stata misurata giornalmente con un sistema di monitoraggio automatizzato. Campioni di sangue e urina sono stati prelevati nei giorni -1, 8, 15, 30 e 56, ed è stata eseguita la QMR (Risonanza Magnetica Quantitativa) nei giorni -1, 8, 15, 30, 43 e 56 per valutare lo stato di idratazione. L'urina è stata prelevata tramite cistocentesi, tranne che per un periodo di 48 ore nei giorni 28-30 o 31-33 quando è stata raccolta con minzione spontanea per misurare il volume della produzione totale di urina di ciascun gatto.

I risultati hanno mostrato che al basale, la TW e l'assunzione di alimento erano simili tra i gruppi. L'assunzione di liquidi liberi è aumentata significativamente durante la settimana 1 per il gruppo con NW (media 148 +/- 26 g/giorno per la settimana 1 contro 93 +/- 9 g/giorno al basale), con un aumento di quasi il 60% (P = 0,01), mentre non c'è stato alcun cambiamento significativo per il gruppo con TW. La settimana 1 di assunzione di liquidi liberi per il gruppo con NW è stata significativamente maggiore rispetto a quella del gruppo con TW (P = 0,03).

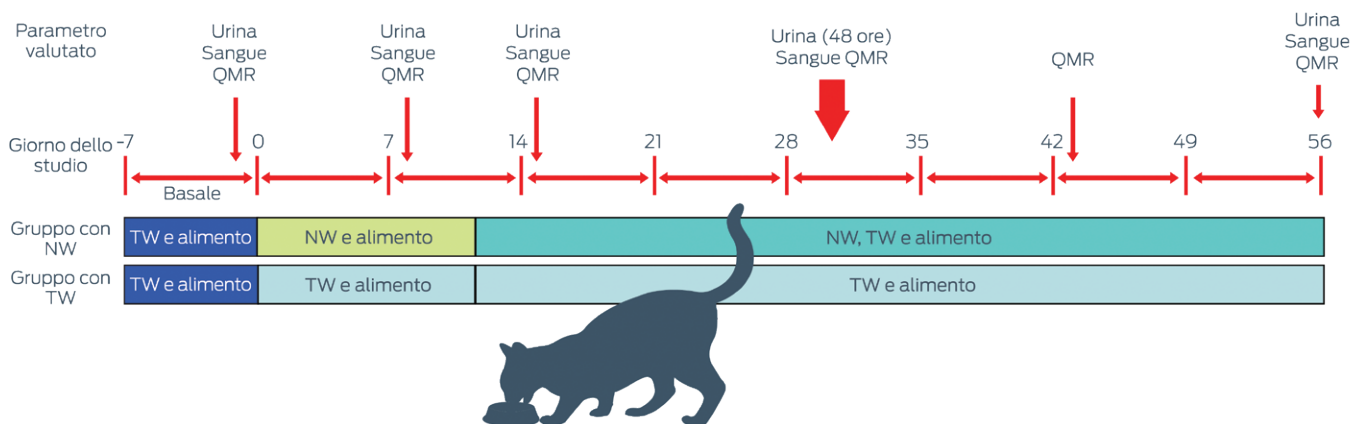


Figura 5:

Disegno di uno studio che valuta gli effetti di un'acqua arricchita di nutrienti (NW) sugli indici di idratazione. TW = acqua di rubinetto. QMR = risonanza magnetica quantitativa.

Per tutta la durata dello studio, l'assunzione media settimanale di liquidi liberi per il gruppo con NW è variata di circa il 40-118% in più rispetto al livello di base, mentre quella per il gruppo con TW è rimasta stabile, oscillando tra -15 e +14% rispetto al basale. Mentre c'era una variabilità individuale nella risposta (tre dei gatti del gruppo con NW hanno aumentato l'assunzione di liquidi liberi di meno del 25%; 3 hanno aumentato l'assunzione di liquidi liberi del 25-75%; e 3 hanno aumentato l'assunzione di oltre il 75%), l'assunzione media di liquidi liberi è stata significativamente più alta per il gruppo con NW a 153 +/- 26 g/giorno rispetto ai gatti con TW a 104 +/- 5 g/giorno ($P \leq 0,05$). **Quando ai gatti del gruppo con NW è stata offerta la possibilità di scegliere tra TW e NW, hanno scelto prevalentemente NW**, a prescindere dalla posizione della ciotola, e la NW è stata assunta a una media complessiva del 96,6 +/- 3% dell'assunzione totale giornaliera. Questo ha mostrato che l'aumento del consumo di liquidi liberi da parte del gruppo con NW era dovuto ai gatti con elevata assunzione di NW.

L'aumento dell'assunzione di acqua nel gruppo con NW ha provocato la produzione di un volume di urina significativamente maggiore e di urina più diluita. La produzione media di urina è stata di 15,2 +/- 1,8 ml/kg/d per i gatti del gruppo con NW contro 10,3 +/- 0,7 ml/kg/d per i gatti del gruppo con TW ($P = 0,010$). L'USG medio era 1,040 +/- 0,002 g/ml per il gruppo con NW contro 1,054 +/- 0,001 g/ml per il gruppo con TW ($P < 0,001$). La QMR non ha identificato cambiamenti significativi nell'acqua corporea totale, nella massa corporea magra o nella massa grassa in entrambi i gruppi durante lo studio.

Lo studio sui gatti mostra che le acque arricchite di nutrienti con e senza aromi influenzano l'assunzione di acqua e le misure urinarie dell'idratazione⁷⁴

Lo studio ha valutato l'alimentazione con acqua arricchita di nutrienti (NW) in 36 gatti adulti sani che assumevano una dieta secca. I gatti sono stati divisi in 3 gruppi: TW (acqua di rubinetto) (n=4), NW (acqua arricchita di nutrienti non aromatizzata) (n=16) e NWP (NW con aroma al pollame) (n=16). A tutti i gruppi è stato offerta TW *ad libitum* con l'alimentazione secca somministrata per mantenere il

peso corporeo per un periodo di 1 settimana (periodo 1) per misurare l'assunzione al basale. Il gruppo con TW ha ricevuto solo TW *ad libitum* come fonte d'acqua per tutta la durata dello studio, mentre i gatti dei gruppi con NW e NWP hanno ricevuto rispettivamente NW o NWP, a un volume pari a 1x assunzione di acqua al basale per 17 giorni (periodo 2), seguito da 1,5x assunzione al basale per 10 giorni (periodo 3), e poi 2x assunzione al basale per 10 giorni (periodo 4), oltre a TW *ad libitum*. È stata quindi misurata l'assunzione di liquidi liberi e di alimento. L'urina emessa è stata raccolta per oltre 48 ore verso la fine di ogni periodo di studio per misurarne la produzione e il peso specifico.

L'assunzione media di TW per tutti i gatti durante il periodo 1 è stata di 118 +/- 26 ml/giorno. Tra i singoli gatti, il consumo d'acqua era molto variabile e andava da 79 a 200 ml/giorno. L'assunzione media giornaliera di liquidi liberi per i gatti del gruppo con NW è aumentata significativamente del 25% nel periodo 3 e del 44% nel periodo 4 rispetto al periodo 1 ($P < 0,01$). Per i gatti del gruppo con NWP, l'assunzione media giornaliera di liquidi liberi è aumentata significativamente del 18% nel periodo 2 ($P = 0,04$), del 57% nel periodo 3 ($P < 0,01$), e del 96% nel periodo 4 ($P < 0,01$) in confronto al consumo nel periodo 1. L'assunzione media giornaliera di liquidi liberi non è cambiata in modo significativo nel corso dello studio per i gatti del gruppo con TW. Il consumo di TW da parte dei gatti del gruppo con NW e NWP è diminuito considerevolmente quando hanno ricevuto rispettivamente NW o NWP come opzione di acqua, per poi rimanere relativamente stabile durante il resto dello studio.

Il volume medio giornaliero di urina non è cambiato significativamente per i gatti del gruppo con TW, mentre è aumentato significativamente nel periodo 3 e 4 rispetto al periodo 1 nei gatti con NW e NWP ($P < 0,01$).

L'urina dei gatti con NW e NWP era più diluita, con una significativa diminuzione del 21-31% nei gatti con NW e del 39-62% nei gatti del gruppo con NWP nei periodi 2-4 rispetto al periodo 1 ($P < 0,001$).

Un ulteriore studio di Purina sull'uso della QMR per valutare la percentuale di acqua corporea totale ha mostrato che offrire acqua arricchita di nutrienti a gatti sani 2-3 ore prima di una breve procedura anestetica di routine può essere

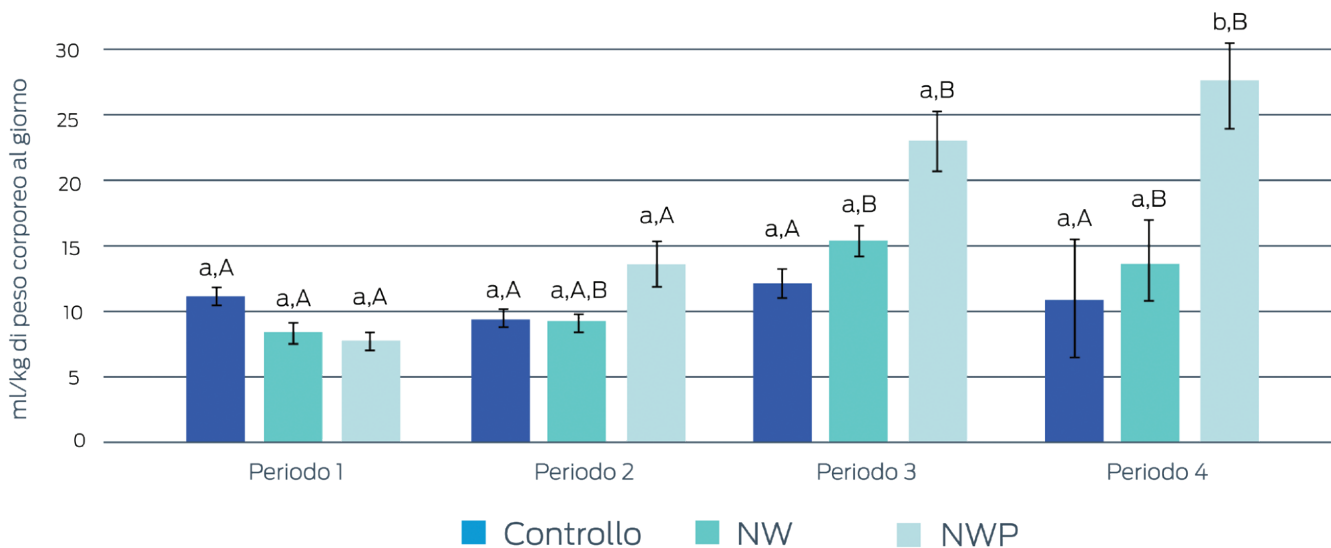


Figura 7:

Volume di urina emessa in gatti che avevano a disposizione acqua di rubinetto (Controllo), acqua arricchita di nutrienti (NW) non aromatizzata, o acqua arricchita di nutrienti con aroma di pollame (NWP). ^{a-c}Le varie lettere minuscole in apice indicano le differenze significative tra i gruppi in un determinato periodo di tempo. ^{A-C}Le varie lettere maiuscole in apice indicano le differenze significative all'interno di un gruppo nel tempo.

un'opzione per garantire un'adeguata idratazione prima, durante e subito dopo la procedura.⁷⁶

Questi risultati sperimentali nei gatti sani hanno dimostrato che il consumo di acqua arricchita di nutrienti aumenta l'assunzione di acqua e migliora le misure dell'idratazione. I risultati di questi studi suggeriscono anche che fornire acqua arricchita di nutrienti può essere un modo per incoraggiare il consumo di acqua nei gatti con problemi di salute o quelli altrimenti soggetti a disidratazione che potrebbero beneficiare di un aumento dell'assunzione.

Uno studio nei cani mostra che l'acqua arricchita di nutrienti influenza l'assunzione totale di acqua e le misure urinarie dell'idratazione⁶

I risultati di uno studio pilota non pubblicato condotto dai ricercatori Purina hanno mostrato che una maggior assunzione di acqua in cani sani con USG basale inferiore a 1,015 non ha avuto alcun effetto sulla diluizione dell'urina. Quindi un parametro per gli studi futuri è stato il prescreening e l'arruolamento di cani sani con USG di almeno 1,015 al fine di rilevare le diminuzioni di USG all'aumentare dell'assunzione di acqua.

In questo studio, 16 cani adulti di piccola taglia hanno ricevuto un'alimentazione a base di crocchette con i gruppi dello studio bilanciati secondo l'USG basale. Per mantenere il peso corporeo durante tutto lo studio è stata fornita un'alimentazione secca. Dopo un periodo di transizione di 9 giorni in cui tutti i cani hanno avuto accesso *ad libitum* ad acqua di rubinetto (TW) fornita in una ciotola, per tutto lo studio della durata di 56 giorni metà dei cani ha ricevuto TW e metà acqua arricchita di nutrienti (NW) in una ciotola, oltre a quella di TW *ad libitum*. Nella ciotola è stata messa TW o NW alla dose di 0,5 ml/kcal di EM della dieta, suddivisa in due volte al giorno per 49 giorni al fine di valutare l'assunzione "moderata". Quindi sono stati forniti 2,1 ml/kcal di EM dell'alimentazione suddivisi in due volte al giorno per i giorni 50-56, al fine di valutare il consumo nel breve termine di un'assunzione "elevata". L'EM della dieta in kcal è stata calcolata in base all'assunzione di alimento nel periodo iniziale. Dopo la valutazione di partenza (giorno -7), l'USG è stato misurato nei giorni 14, 42 e 56 dello studio. Sono stati misurati giornalmente l'assunzione totale di liquidi (somma di TW e NW consumate) e di alimento. L'assunzione totale di acqua è stata calcolata come la somma dell'acqua libera consumata bevendo (TW più la sola componente acquosa di NW), più l'umidità dell'alimento e l'acqua metabolica stimata.

L'assunzione media di liquidi totali durante il periodo di base non era significativamente differente tra i due gruppi, e l'assunzione di calorie alimentari non è variata nel corso dello studio. Mentre l'assunzione totale di liquidi non è cambiata significativamente nel gruppo con TW nella fase di osservazione rispetto al periodo iniziale, l'assunzione totale di liquidi nei cani del gruppo con NW è aumentata in modo significativo ogni settimana (P <0,05), tranne la settimana 2. L'assunzione totale di liquidi nei cani con NW è aumentata ulteriormente alla settimana 8 durante la fase di assunzione elevata (P <0,001). In base al peso corporeo, l'assunzione totale media di acqua è aumentata da 71 +/- 12 ml/kg/giorno nel periodo iniziale a 156 +/- 13 ml/kg/giorno durante il periodo di assunzione elevata per i cani con NW (P <0,001).

Il consumo di acqua dalla ciotola durante la fase di osservazione è stato significativamente diverso da un gruppo all'altro (P <0,001). Dalle settimane 1-7 quando è stata offerta acqua a livello moderato, i cani del gruppo con NW hanno bevuto quasi il 100% di NW, mentre i cani con TW hanno bevuto tra il 10-20% dell'acqua dalla ciotola. Nell'ultima settimana, quando è stata offerta acqua nella ciotola con elevato livello di assunzione, i cani del gruppo con NW hanno bevuto in media il 91% di NW, ma l'assunzione nei cani con TW non è cambiata in modo significativo. Il consumo di acqua del rubinetto dalla ciotola è diminuito del 10-30% rispetto al

La ricerca Purina ha mostrato un aumento dell'assunzione giornaliera di acqua e un miglioramento delle misure di idratazione nei pet che bevono acqua arricchita di nutrienti.

periodo iniziale per i cani con NW, ma è variato meno del 2% per i cani del gruppo con TW durante la fase di osservazione, tranne che alla settimana 6. Questi risultati hanno dimostrato una preferenza per NW nei cani del gruppo con NW.

L'USG e l'osmolalità erano simili tra i gruppi nel periodo di base. Nei cani del gruppo con NW, l'USG era significativamente più basso ovvero 1,018 g/ml nel giorno 42 e a 1,014 g/ml nel giorno 56 rispetto all'USG iniziale di 1,026 g/ml (P <0,01) e l'osmolalità dell'urina è diminuita in modo significativo (P <0,05). Né l'USG né l'osmolalità sono cambiati in modo significativo nel gruppo con TW rispetto ai valori al basale.

Uno studio con cani da lavoro ha rilevato che l'acqua arricchita di nutrienti influisce sulla temperatura corporea e sul recupero della frequenza cardiaca dopo l'esercizio⁷⁷

Uno studio crossover in cani da lavoro sottoposti per tempi fino a 30 minuti di esercizio fisico in condizioni meteo calde e moderatamente umide ha valutato gli effetti dell'acqua

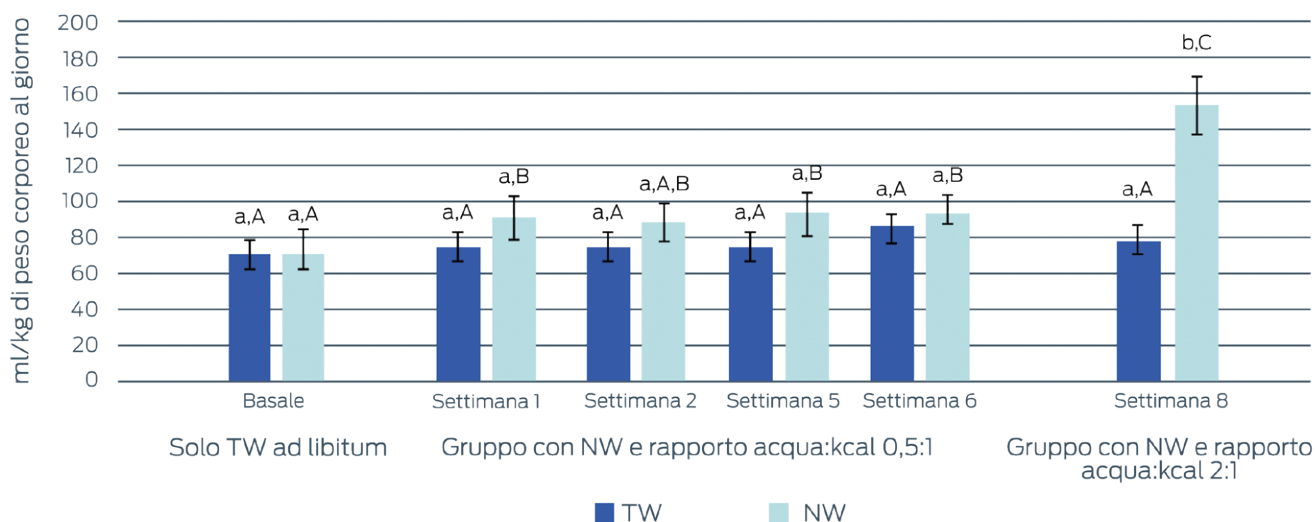


Figura 8:

Assunzione totale di acqua in cani che avevano a disposizione acqua di rubinetto (TW) o acqua arricchita di nutrienti (NW). ^{a-c}Le varie lettere minuscole in apice indicano le differenze significative tra i gruppi in un determinato periodo di tempo. ^{A-C}Le varie lettere maiuscole in apice indicano le differenze significative all'interno di un gruppo nel tempo.

arricchita di nutrienti (NW) sul recupero dall'esercizio. Dopo un periodo di riferimento di 4 giorni, 12 cani adulti giovani nutriti con un'alimentazione secca hanno ricevuto acqua del rubinetto (TW) in una ciotola *ad libitum* e quantità controllate di NW o TW in una ciotola durante la fase di osservazione di 11 giorni. Le sessioni di esercizi sono state condotte nei giorni 4, 3 e 11. Sono state misurate la temperatura corporea interna e auricolare e la frequenza cardiaca, poco prima e più volte dopo l'esercizio fisico. L'assunzione di acqua non è stata misurata perché i cani si allenavano ogni giorno della settimana e vivevano in casa la notte e nei fine settimana. Il peso corporeo è stato misurato poco prima e subito dopo l'esercizio fisico come indicatore della perdita d'acqua.

Il giorno 3, la temperatura corporea interna durante il periodo di recupero era di 0,6 gradi C° (1 grado F°) inferiore nel gruppo con NW rispetto al gruppo con TW ($P = 0,002$). Al giorno 11, la temperatura media auricolare era di 0,6 F° = 0,33C° ($P = 0,003$) e la frequenza del polso era 3,4 battiti al minuto ($P = 0,03$) più bassa durante il periodo di recupero nel gruppo con NW rispetto al gruppo con TW. I cani apparivano analogamente idratati in base alle variazioni del peso corporeo prima, durante e dopo l'esercizio fisico.

I ricercatori hanno concluso che l'assunzione di NW insieme a TW *ad libitum* ha migliorato il recupero post-esercizio. Poiché l'ipertermia e l'elevata frequenza del polso possono contribuire alla stanchezza, alla diminuzione delle prestazioni, o al colpo di calore, può essere utile offrire acqua arricchita di nutrienti ai cani che fanno esercizio fisico.

L'impatto dell'acqua sulla salute del pet è spesso trascurato, nonostante sia il nutriente più critico per la sopravvivenza. L'equilibrio idrico nell'organismo è in un costante equilibrio dinamico. Gli animali sani sembrano capaci di autoregolare l'assunzione di acqua per compensare le perdite. Tuttavia, non è completamente chiaro se questa sia l'idratazione ottimale, come lo stato di idratazione influisca sulla salute generale, e neppure se i pet in salute possano beneficiare di una maggiore assunzione di acqua.

L'aumento dell'assunzione di acqua è raccomandato per i cani e i gatti predisposti alla disidratazione e per quelli affetti da malattie come l'urolitiasi. Storicamente, sono stati utilizzati vari metodi per incoraggiare l'assunzione di acqua nei pet, ma una recente ricerca pubblicata ha mostrato che l'uso di un'acqua arricchita di nutrienti aumenta l'assunzione totale di acqua e migliora le misure di idratazione nei cani e nei gatti.





RIFERIMENTI

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., Jouppi, 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 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., Tvarijonavičiute, 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/accel.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

Per maggiori informazioni consultare
PurinaInstitute.com

I MARCHI PURINA SONO DI PROPRIETÀ DELLA SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A.
TUTTI GLI ALTRI MARCHI APPARTENGONO AI RISPETTIVI PROPRIETARI. RC/CRCE/IT