

L'HYDRATATION CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

Stratégies pour contrôler l'équilibre hydrique
chez les chats et les chiens



L'eau est un nutriment essentiel considéré comme le plus indispensable à la survie. Si d'un côté, les animaux peuvent tolérer des pertes de matières grasses ou de protéines élevées, une perte d'eau corporelle de seulement 10 à 15 % peut leur être fatale.¹

Il existe plusieurs méthodes pour estimer les besoins en eau des chats et des chiens. En général, les animaux de compagnie en bonne santé peuvent réguler eux-mêmes leur ingestion d'eau afin de compenser les pertes et répondre à leurs besoins.¹ Toutefois, il n'est pas évident de savoir s'il s'agit d'une « consommation d'eau optimale » ou si ces animaux de compagnie sont « hydratés de façon optimale ». Les recherches menées chez l'homme indiquent que même une déshydratation légère (< 3 % de masse corporelle) peut affecter les performances et la cognition.²⁻⁵ On ne sait toutefois pas si c'est le cas chez les animaux de compagnie.⁶

L'augmentation de l'ingestion d'eau est indiquée dans diverses affections comme l'urolithiase, pour laquelle les bienfaits d'une consommation d'eau plus importante sont reconnus chez les animaux de compagnie, et il pourrait y en avoir bien d'autres.⁶ Certaines recherches ont évalué les effets de l'augmentation de la consommation d'eau sur les taux d'hydratation et l'efficacité des méthodes pour en augmenter l'ingestion. Néanmoins, il sera bénéfique d'approfondir notre compréhension de l'hydratation et d'étudier la façon dont cet état affecte la santé et le bien-être général des chats et des chiens.^{6,7}



CONTENU

- 2** L'eau est un nutriment essentiel et un besoin indispensable au bien-être
- 2** L'eau corporelle totale
- 2** La consommation d'eau chez les animaux de compagnie
- 3** Les facteurs ayant une incidence sur l'ingestion volontaire d'eau chez les chats et les chiens
- 4** Les pertes d'eau chez les animaux de compagnie
- 4** La régulation de l'équilibre hydrique
- 5** L'évaluation de l'hydratation chez les chats et les chiens
- 6** Les indications pour augmenter l'ingestion d'eau chez les animaux de compagnie
- 6** Les méthodes pour augmenter l'ingestion totale d'eau chez les animaux de compagnie
- 8** L'utilisation d'une nouvelle eau enrichie en nutriments pour encourager l'augmentation de la consommation d'eau

L'EAU EST UN NUTRIMENT ESSENTIEL ET UN BESOIN INDISPENSABLE AU BIEN-ÊTRE

L'eau a de nombreuses fonctions essentielles dans l'organisme. Elle est le solvant dans lequel se produisent de nombreuses réactions chimiques. Elle constitue également la partie liquide du sang qui transporte les nutriments, notamment l'oxygène et les déchets métaboliques. De plus, l'eau aide à réguler la température du corps et favorise la digestion des aliments ainsi que l'élimination des déchets par l'urine et les fèces.^{1,8}

Les autorités de certains pays, p. ex., le Royaume-Uni, les États-Unis, la Nouvelle-Zélande et l'Australie, estiment également que l'eau est « indispensable au bien-être ».⁹⁻¹² L'association mondiale des vétérinaires pour petits animaux (WSAVA) recommande de respecter les cinq besoins en matière de bien-être animal, un référentiel de bien-être animal qui, dans le cadre de l'apport d'une « alimentation appropriée », exige un accès à l'eau fraîche et propre.¹³ Les cinq besoins en matière de bien-être animal ont été élaborés dans le cadre de la loi sur le bien-être animal de 2006 au Royaume-Uni.⁹ Aux États-Unis, l'USDA a récemment publié une nouvelle résolution (mai 2020) mettant à jour une exigence selon laquelle les chiens doivent avoir un accès à l'eau potable 24/24 heures.¹⁰

L'EAU CORPORELLE TOTALE

Les valeurs rapportées pour l'eau corporelle totale chez les chiens et les chats en pourcentage de masse corporelle varient de façon surprenante, passant de 37% pour un husky et pouvant atteindre 80 % pour les chatons nouveaux-nés. Les valeurs varient selon l'âge, la race, les méthodes utilisées et la quantité de graisse corporelle (l'eau en pourcentage de masse corporelle diminue à mesure que la graisse corporelle augmente).¹⁴⁻²³ Étant donné que l'eau intracellulaire se trouve presque exclusivement dans la masse maigre et non dans la graisse, une augmentation relative de la graisse corporelle se traduit par une diminution de l'eau exprimée en pourcentage de masse corporelle.^{17,18,24,25} Plusieurs études de

Purina ont démontré que l'eau corporelle totale représentait en moyenne environ 60 % de la masse corporelle des chats et des chiens adultes maigres.^{17,18} Environ les deux tiers de l'eau corporelle totale se trouvent à l'intérieur des cellules et un tiers à l'extérieur, mais l'eau est toujours en fluctuation. Le liquide extracellulaire comprend le plasma sanguin et le liquide interstitiel.²⁴ L'eau corporelle totale est maintenue en équilibre entre l'eau ingérée et les pertes d'eau.

LA CONSOMMATION D'EAU CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

La consommation d'eau comprend :

- L'eau en libre-accès, ou l'eau que l'animal de compagnie boit ; les animaux de compagnie en bonne santé régulent généralement eux-mêmes leur ingestion afin de maintenir l'homéostasie.¹
- L'eau présente dans les aliments est également appelée « teneur en humidité ».

La teneur en humidité des aliments commerciaux en conserve peut atteindre 80 à 85 %, tandis que les aliments secs commerciaux contiennent généralement moins de 10 % d'eau.⁸

- L'eau métabolique, qui est créée dans l'organisme par l'oxydation de nutriments contenant de l'énergie.¹



Figure 1 :

Quantité d'eau produite par oxydation des nutriments contenant de l'énergie¹

Les besoins hydriques de chaque animal de compagnie peuvent être estimés en fonction des critères suivants :¹

- Masse corporelle – 50 à 60 ml/kg/jour.
- Ingestion d'aliments en fonction de la matière sèche : 2 à 3 ml/g d'aliments (matière sèche)/jour.
- Ingestion d'aliments en fonction de l'énergie : rapport d'environ 1:1 de ml d'eau par kcal d'énergie métabolisable (EM) consommée.

LES FACTEURS AYANT UNE INCIDENCE SUR L'INGESTION VOLONTAIRE D'EAU CHEZ LES CHATS ET LES CHIENS

Plusieurs facteurs, dont l'alimentation, l'environnement et le niveau d'activité, peuvent avoir une influence sur l'ingestion d'eau volontaire d'un animal de compagnie. La consommation d'eau est stimulée par l'alimentation, indépendamment du nombre de repas ou de la quantité d'aliments, mais aussi par la teneur en nutriments spécifiques de l'alimentation qui ont une influence sur l'ingestion volontaire d'eau.^{1,26-29}

Une étude a révélé que lorsque les chats recevaient le même nombre de calories, mais divisés en 2 ou 3 repas par jour, ils buvaient plus que lorsqu'ils recevaient le même nombre de calories, mais en un seul repas.²⁹ Une autre étude a démontré que les chats disposant d'un libre-accès à la nourriture ingéraient beaucoup plus d'aliments et d'eau que lorsqu'ils recevaient un repas une fois par jour.²⁶ Les recherches chez les chiens ont démontré que l'ingestion d'eau en libre-accès après le repas augmente si on leur donne une plus grande quantité d'aliments et que ces aliments sont plus riches en glucides.^{27,28} Chez les chats, l'augmentation des protéines alimentaires entraîne une augmentation de l'ingestion d'eau,³⁰ tandis que les recherches ont démontré qu'une augmentation du sodium alimentaire (sous forme de sodium ou de chlorure de sodium) augmente l'ingestion d'eau en libre-accès chez les chats et les chiens (pour en savoir plus, voir *Méthodes pour augmenter l'ingestion totale d'eau chez les animaux de compagnie*).³¹⁻³⁵

Les chats et les chiens ajustent leur ingestion d'eau volontaire en fonction de la teneur en humidité des aliments, de sorte

qu'ils consomment volontairement moins d'eau lorsque la teneur en humidité des aliments est plus importante. Il semble y avoir une limite supérieure au-dessus de laquelle ils ne peuvent pas diminuer davantage la consommation d'eau volontaire. Il n'a pas été clairement établi s'il existe une différence entre les chiens et les chats quant à leur façon de s'adapter à l'eau contenue dans leurs aliments (pour en savoir plus, voir *Méthodes pour augmenter l'ingestion totale d'eau chez les animaux de compagnie*).^{8,35-39} Un animal de compagnie peut également augmenter sa consommation d'eau volontaire pour compenser l'augmentation des pertes d'eau liées à des températures ambiantes élevées ou à un grand niveau d'activité, p. ex. les chiens de travail.¹

Bien que la plupart des chats maintiennent une hydratation normale, plusieurs facteurs uniques peuvent contribuer à ce qu'ils consomment moins d'eau :

- Les chats ont évolué en tant que carnivores stricts, en se nourrissant de proies sauvages, comme les oiseaux et les souris. La teneur en humidité des proies est généralement élevée (environ 70 %) ⁴⁰ et, en règle général, les proies sont plus appétentes que l'eau. Dans la mesure où, les proies contiennent de l'humidité, la consommation d'eau volontaire nécessaire pour répondre aux besoins quotidiens en eau d'un chat est très faible ou nulle.⁴¹
- Les chats ont une sensation de soif plus faible que les chiens.^{8,35,42} Ils sont capables de concentrer leur urine à un niveau plus élevé que les chiens, ce qui contribue à conserver l'eau.^{8,35} Les chiens commencent à boire et remplacent le manque d'eau plus rapidement que les chats.³⁵
- Dans les foyers où plusieurs animaux de compagnie partagent le même bol d'eau, les chats peuvent avoir peur d'être attaqués par un autre animal de la maison, ce qui peut freiner leur consommation d'eau. Pour ces foyers, les vétérinaires recommandent d'utiliser plusieurs bols d'eau et d'éviter de les placer dans les coins de la pièce.
- Dans la mesure où, un chat a une faible capacité à focaliser sur un objet à moins de 25 cm de distance, il peut être difficile pour lui de voir la surface de l'eau immobile dans son bol.⁴³

La diminution de consommation d'eau peut représenter un risque pour les chiens et les chats seniors,^{6,44,45} ainsi que pour ceux qui se rétablissent d'une intervention chirurgicale ou d'une maladie, les rendant parfois moins enclins à boire. Il peut arriver que les chiens de travail ayant une grande activité ou d'autres chiens très actifs ne rencontrent pas leurs besoins en eau s'ils ne sont pas clairement encouragés à boire par leur propriétaire.⁴⁶ Une faible ingestion d'eau représente également un risque pour les animaux de compagnie qui n'ont pas accès à l'eau potable ou qui vivent à l'extérieur dans des climats froids où l'eau gèle dans leur bol.

LES PERTES D'EAU CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

L'organisme perd de l'eau par différentes voies :

- L'urine est la principale source de perte d'eau. Il y a

La perte d'eau obligatoire (causée par les solutés) : affectée par la quantité d'aliments consommée et les nutriments qu'ils contiennent, p. ex., les protéines et les minéraux.

Perte d'eau libre (facultative) : régulée par l'arginine vasopressine en réponse à l'osmolalité plasmatique (voir l'étude sur l'équilibre hydrique dans la section suivante).^{1,8}

- Fèces.^{1,8}

Les recherches ont révélé que les quantités relatives d'eau excrétées dans l'urine et les fèces sont affectées par la teneur en énergie, la teneur en matières grasses et la digestibilité de l'alimentation chez les chats. Une alimentation plus dense en énergie, plus riche en matières grasses ou très digeste conduit à une moindre ingestion de matière sèche, à une plus faible teneur en eau dans les fèces et à une plus grande proportion d'eau perdue dans l'urine.⁸

- Les pertes d'eau insensibles, p. ex., l'évaporation pendant la respiration, notamment lorsque les chiens halètent ou que les chats font leur toilette, les principaux mécanismes de rafraîchissement chez ces espèces.^{1,8}

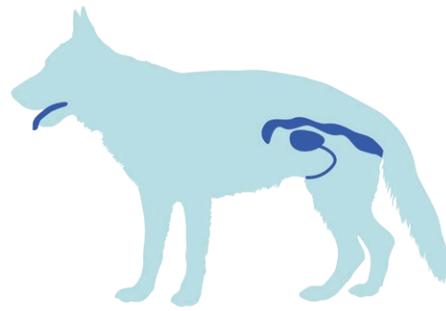


Figure 2 :

Voies de perte d'eau chez les chiens : urine, fèces et halètement

Des conditions environnementales ou des états de santé spécifiques peuvent être à l'origine de pertes d'eau importantes :

- Vomissements ou diarrhée.²⁴
- Insuffisance rénale chronique : la déshydratation peut être un problème chez les animaux de compagnie atteints d'une insuffisance rénale chronique et également un facteur de risque pour son évolution.^{47,48}
- Diabète : la glucosurie augmente les pertes d'eau obligatoires par l'urine.⁴⁹
- Perte de sang ou de plasma.²⁴
- Augmentation des pertes respiratoires dues à des températures ambiantes élevées.³⁵
- Les chiens de travail ou de sport en raison d'un halètement excessif.⁸

RÉGULATION DE L'ÉQUILIBRE HYDRIQUE

L'équilibre hydrique se définit comme étant la différence entre la consommation d'eau de laquelle on soustrait les pertes.^{1,8} Les animaux de compagnie en bonne santé peuvent généralement réguler eux-mêmes leur consommation d'eau pour compenser les pertes.¹ L'équilibre hydrique est régulé dans l'organisme par plusieurs hormones qui répondent aux changements du volume sanguin ou de l'osmolalité. L'arginine vasopressine (AVP, également connue sous le nom de vasopressine ou d'hormone antidiurétique) et le système rénine-angiotensine-aldostérone se chargent principalement de cette régulation.

L'osmolalité plasmatique est principalement influencée par la concentration de sodium et, à un degré moindre, par les concentrations de glucose et d'urée.

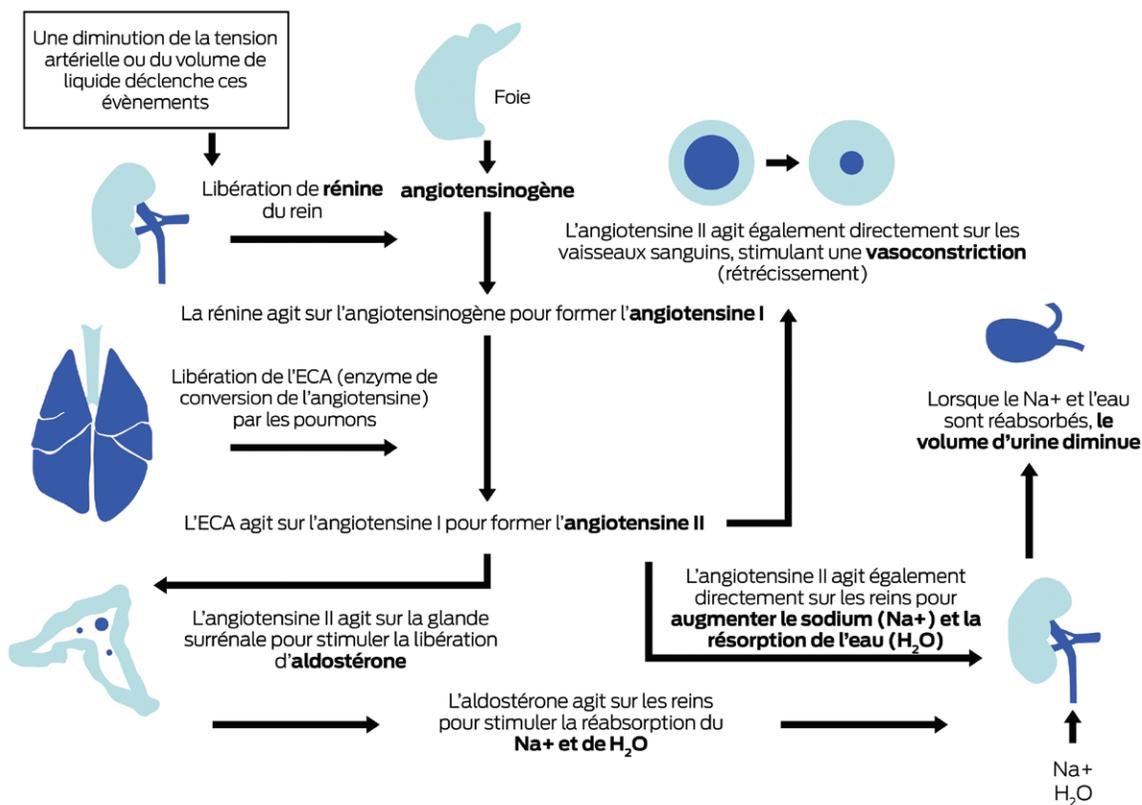
L'augmentation de l'osmolalité plasmatique stimule la soif, ce qui augmente l'ingestion d'eau, et déclenche également la libération d'AVP dans l'hypophyse. L'AVP améliore la résorption d'eau par les tubes collecteurs de Bellini, contribuant ainsi à normaliser l'osmolalité plasmatique tout en diminuant la production d'urine, ce qui la rend plus concentrée. La diminution du volume sanguin entraîne également la libération d'AVP, ce qui comprime les artères et augmente la tension artérielle. Cependant, la principale réponse aux changements de volume sanguin est médiée par le système rénine-angiotensine-aldostérone. Une baisse du volume sanguin ou de la tension artérielle diminue la perfusion rénale qui est détectée par les cellules juxtaglomérulaires, entraînant la sécrétion de l'enzyme rénine. La rénine convertit l'angiotensinogène en

angiotensine I. L'enzyme de conversion de l'angiotensine convertit ensuite l'angiotensine I en angiotensine II. L'angiotensine II stimule le cortex surrénalien pour qu'il libère de l'aldostérone, ce qui amène les tubules rénaux distaux à retenir le sodium et ensuite à conserver l'eau (entraînant une diminution du volume urinaire). L'angiotensine II a également des effets directs sur les tubules rénaux proximaux, augmentant le sodium donc la résorption de l'eau au niveau des tubules proximaux, et augmente la tension artérielle en contractant les artéioles.^{1,8,25,50}

ÉVALUATION DE L'HYDRATATION CHEZ LES CHATS ET LES CHIENS

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer l'hydratation en pratique clinique. Il s'agit notamment de l'évaluation du temps de remplissage capillaire d'un animal de compagnie, de la sensation des muqueuses, c'est-à-dire, collante ou humide, froide ou chaude au toucher, du test du pli cutané,

Figure 3 :
Système rénine-angiotensine-aldostérone



de l'hématocrite et de la densité urinaire (DU, mesure de la concentration urinaire).

Une étude de Purina a analysé plusieurs de ces méthodes d'évaluation de l'hydratation chez les chiens de travail à l'exercice afin d'identifier une méthode sensible qui pourrait être utilisée sur le terrain par le personnel non vétérinaire. Les scientifiques ont découvert que le test du pli cutané, par opposition au temps de remplissage capillaire, était facile à réaliser en plus d'être un indicatif fiable et précis de l'hydratation, pouvant détecter des pertes aussi minimes que 1% (mesurée comme perte aiguë de masse corporelle).⁴⁶

En fin de compte, cette méthode est d'un grand intérêt, car elle est pratique et sensible permettant une intervention de réhydratation plus rapide pour ainsi minimiser l'évolution de la déshydratation vers un état plus grave lorsque l'on ne peut se rendre dans une clinique rapidement. Les recherches ont également démontré que la DU varie beaucoup chez les chiens en bonne santé. Au cours d'une journée, on peut obtenir une vaste gamme de valeurs « normales », aussi bien chez un seul chien que chez plusieurs chiens,^{51,52} ce qui peut être un éventuel facteur de confusion lors de la définition de l'état d'« hydratation optimale ».

Les méthodes d'évaluation de l'hydratation utilisées dans le cadre des recherches/laboratoires (toutes non invasives) sont l'imagerie par résonance magnétique quantitative (RMQ), la dilution d'oxyde de deutérium et l'absorptiométrie à rayons X à double énergie.^{17,18,53} Toutefois, bien qu'il s'agisse d'excellents outils dans le domaine de la recherche, ils ne sont pas exploitables en milieu clinique.

LES INDICATIONS POUR AUGMENTER LA CONSOMMATION D'EAU CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

La déshydratation, ou un équilibre hydrique négatif, peut se produire chez les animaux de compagnie présentant une diminution de la consommation d'eau, une augmentation des pertes d'eau, ou les deux. L'augmentation de l'ingestion d'eau est bénéfique pour les animaux de compagnie

déshydratés ou ceux présentant un fort risque de déshydratation (p. ex., les animaux de compagnie faisant de l'exercice sous des températures ambiantes élevées), mais il est généralement recommandé d'augmenter la consommation d'eau des animaux de compagnie atteints d'urolithiase et des chats atteints de cystite idiopathique.⁵⁴⁻⁵⁶ Il a été démontré que la consommation d'alimentation à faible teneur en humidité est un facteur de risque potentiel d'urolithiase chez les chiens et les chats.⁵⁷⁻⁵⁹

L'objectif principal de l'augmentation de la consommation d'eau est la production de plus grandes quantités d'urine plus diluée, ce qui entraîne une réduction de la sursaturation relative (RSS) des minéraux formant des urolithes et de la concentration d'autres substances irritantes dans l'urine. L'augmentation de la consommation d'eau peut également accroître la fréquence des mictions, ce qui diminue la période pour laquelle des composants d'urolithes sont présents dans la vessie et ainsi évite la formation de calculs ou les irritations.^{56,60}

Puisque l'eau contribue à ramollir les selles, une augmentation de la consommation d'eau chez les chats sujets à la constipation⁶¹ est également recommandée.

LES MÉTHODES POUR AUGMENTER L'INGESTION TOTALE D'EAU CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

Diverses méthodes ont été utilisées pour augmenter la consommation d'eau chez les chats. Il est reconnu que les chats boivent plus d'eau volontairement avec une alimentation sèche qu'avec une alimentation humide pour compenser la faible teneur en humidité des aliments secs. Néanmoins, ils peuvent présenter une consommation quotidienne d'eau plus faible lorsqu'ils mangent une alimentation sèche (un rapport eau/calorie plus faible).^{35-37,62} Un certain nombre d'études indiquent qu'une alimentation présentant un taux d'humidité supérieur à 70-75 % (alimentation en conserve ou aliments auxquels on a ajouté de l'eau) entraîne une augmentation du volume d'eau.^{37,62,63} Une étude a démontré que les chats nourris avec une alimentation « hydratée » à 70 % (alimentation sèche

à laquelle on a ajouté de l'eau) produisaient un volume plus important d'urine qui est aussi plus diluée que les chats nourris avec une alimentation sèche.⁶³ Une deuxième étude, dans laquelle la consommation volontaire d'eau a également été mesurée, a démontré que les chats nourris avec une alimentation en conserve (82 % d'humidité) ou une alimentation hydratée à 70 % présentaient une ingestion d'eau sensiblement plus élevée, un volume d'urine plus important et une urine plus diluée que les chats nourris avec une alimentation sèche (3 % d'humidité).⁶² Dans une autre étude, les chercheurs ont mesuré l'ingestion totale d'eau quotidienne chez des chats en bonne santé nourris avec une alimentation sèche (6,3 % d'humidité) ou les mêmes aliments secs auxquels on a ajouté différentes quantités d'eau désionisée (en obtenant ainsi des alimentations avec une teneur en humidité de 25,4, 53,2 et 73,3 %). Les résultats ont démontré que les chats mangeant l'alimentation avec une teneur en humidité de 73,3% présentaient une nette augmentation de la consommation totale d'eau quotidienne. De plus, ils présentaient une diminution de la DU et une sursaturation relative à l'oxalate de calcium (RSS) nettement plus basse.³⁷

Une autre méthode pour encourager les chats à consommer plus d'eau consiste à leur donner une alimentation avec des taux de sodium plus importants. Il a été démontré qu'une alimentation avec un taux de sodium ou de chlorure de sodium (sel)^{31,33} plus important stimulait la consommation d'eau chez les chats tout en augmentant le volume d'urine et/ou en diminuant la DU. Une étude de Purina a révélé que les chats nourris avec une alimentation très riche en sel produisaient des volumes d'urine sensiblement plus importants et présentaient une augmentation, bien que non statistiquement notable, de la consommation d'eau.⁶⁴ D'autres recherches ont démontré que les chats nourris avec des alimentations sèches riches en sodium avaient une RSS nettement inférieure à celle des chats nourris avec des alimentations pauvres en sodium.³² Une autre étude a révélé que les RSS d'oxalate de calcium et de struvite étaient considérablement plus faibles chez les chats nourris avec des alimentations sèches riches en sel que chez les chats nourris avec des alimentations pauvres en sel.³³ Bien qu'une relation ait pu être identifiée entre d'éventuels problèmes de santé et une telle diète chez l'homme, les recherches

ont démontré que les taux de sodium³² ou de sel^{31,65-69} plus importants au sein d'une alimentation équilibrée chez des chats en bonne santé n'augmentent pas la tension artérielle et n'affectent pas la fonction cardiaque ou rénale.

L'utilisation d'une fontaine d'eau ou d'une autre source d'eau en mouvement, p. ex., de l'eau provenant d'un robinet ou d'un dispositif de circulation d'eau, a été recommandée pour contribuer à augmenter l'ingestion d'eau chez les chats. Cependant, les recherches ont également démontré qu'aucun n'encourageait uniformément la consommation d'eau.^{69,70} Malgré le fait que certains chats de l'étude ont réellement augmenté leur consommation d'eau, ceci serait attribuable qu'à une simple préférence personnelle.⁷⁰ D'autres recommandations proposent de mettre à disposition plusieurs bols d'eau, d'utiliser des bols pour chiens (des bols larges pour que les moustaches des chats ne touchent pas les rebords), d'utiliser des récipients en inox ou en céramique, et de placer les bols d'eau de sorte que les chats ne se sentent pas menacés lorsqu'ils boivent.

Chez les chiens, comme chez les chats, une des stratégies visant à augmenter l'ingestion d'eau consiste à leur donner des aliments humides (ou à ajouter de l'eau aux aliments secs). Certaines recherches chez les chiens ont démontré que la consommation totale d'eau est semblable, indépendamment du fait qu'ils mangent des aliments secs ou humides. Les chiens sont simplement plus ou moins enclins à boire pour compenser le niveau d'humidité des aliments.^{35,38,39} Toutefois, une étude a démontré que ceci n'est vrai que jusqu'à un certain point. Les chercheurs ont donné la même quantité d'alimentation sèche aux chiens, mais en y ajoutant une quantité d'eau différente (allant d'un quart à 5 fois le volume des aliments) et ils ont mesuré la consommation volontaire d'eau. Ils ont constaté que plus on augmentait la quantité d'eau ajoutée aux aliments, moins les chiens buvaient d'eau libre. Ceux-ci maintenaient toutefois leur consommation d'eau totale constante. Cependant, une fois que le volume d'eau ajouté était égal au double du volume des aliments secs, l'ajout d'eau supplémentaire aux aliments n'a pas fait diminuer l'ingestion volontaire d'eau. Il en résulte que la consommation d'eau était plus importante pour les chiens recevant une alimentation avec une teneur en humidité de plus de 66 %.³⁹



Figure 4 :

Les fontaines d'eau sont parfois utilisées pour tenter d'augmenter l'ingestion d'eau chez les chats.

Une autre approche pour augmenter la consommation totale d'eau chez les chiens consiste à leur donner une alimentation plus riche en sodium ou en sel.¹ Une étude de Purina a démontré que les chiens nourris avec une alimentation plus riche en sel produisaient des volumes d'urine nettement plus importants en plus d'être plus dilués. De plus, ils présentaient une augmentation de la consommation d'eau, bien que statistiquement non notable.⁷ D'autres recherches ont observé une augmentation de l'ingestion d'eau ou du volume d'urine et une diminution de la RSS (d'oxalate de calcium) lorsque les chiens étaient nourris avec une alimentation sèche riche en sodium³⁴ ou une alimentation en conserve riche en sel⁷². Une autre étude a révélé qu'en donnant à des chiens en bonne santé des alimentations sèches riches en sel, on obtenait des consommations d'eau et des volumes d'urine plus importants ainsi qu'une diminution de la RSS.³³

L'UTILISATION D'UNE NOUVELLE EAU ENRICHIE EN NUTRIMENTS POUR ENCOURAGER L'AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION D'EAU

Une nouvelle approche conçue pour augmenter la consommation totale d'eau consiste à donner de l'eau enrichie en nutriments. L'eau aromatisée et enrichie en nutriments élaborée et formulée par les scientifiques de Purina est supplémentée en osmolytes organiques,

notamment des acides aminés provenant d'un isolat de protéines de lactosérum ainsi que des protéines hydrolysées de volaille et de glycérol. Ces solutés contribuent à réguler le mouvement de l'eau à travers les membranes cellulaires en réponse aux gradients de pression osmotique.⁷³

Les scientifiques de Purina ont mené plusieurs études évaluant les effets de l'eau enrichie en nutriments sur la consommation quotidienne d'eau et les mesures d'hydratation chez les chats et les chiens.^{6,7,74-77}

Une étude chez les chats démontre les bienfaits d'une eau enrichie en nutriments sur l'hydratation⁷

Dans cette étude, 18 chats adultes en bonne santé ont eu un libre-accès à une alimentation sèche et à de l'eau du robinet (TW) pendant une période de référence d'une semaine (du jour -7 au jour -1). Les chats ont ensuite été répartis aléatoirement en deux groupes (n = 9 dans chaque groupe). Le groupe TW a continué à recevoir l'eau du robinet comme source d'eau. Le deuxième groupe de chats – le groupe NW – a reçu de l'eau enrichie en nutriments (NW) comme seule source d'eau pendant 11 jours (du jour 0 au 10e jour). Ensuite, ce même groupe s'est vu offrir de l'eau du robinet et de l'eau enrichie en nutriments (dans des bols séparés placés à des endroits différents chaque jour) afin de déterminer la préférence en eau pendant le reste de l'étude (du 11e jour au 56e jour).

La consommation volontaire de liquide a été mesurée quotidiennement à l'aide d'un système de surveillance automatisé. Des échantillons de sang et d'urine ont été prélevés au jour -1, 8, 15, 30 et au jour 56. Parallèlement, une RMQ a été effectuée au jour -1, 8, 15, 30, 43 et au jour 56 pour évaluer l'état d'hydratation général. L'urine a été obtenue par cystocentèse, sauf sur une période de 48 heures du 28e au 30e jour ou du 31e au 33e jour, période pour laquelle l'urine évacuée a été recueillie pour mesurer le volume total de la diurèse de chaque chat.

Les résultats ont montré qu'au début, la consommation d'eau et d'aliments était semblable entre les groupes. La consommation volontaire de liquide a augmenté sensiblement au cours de la 1re semaine pour le groupe NW (moyenne de 148 +/- 26 g/jour pour la 1re semaine contre 93 +/- 9 g/jour au début), soit une augmentation de près de 60 % (P = 0,01),

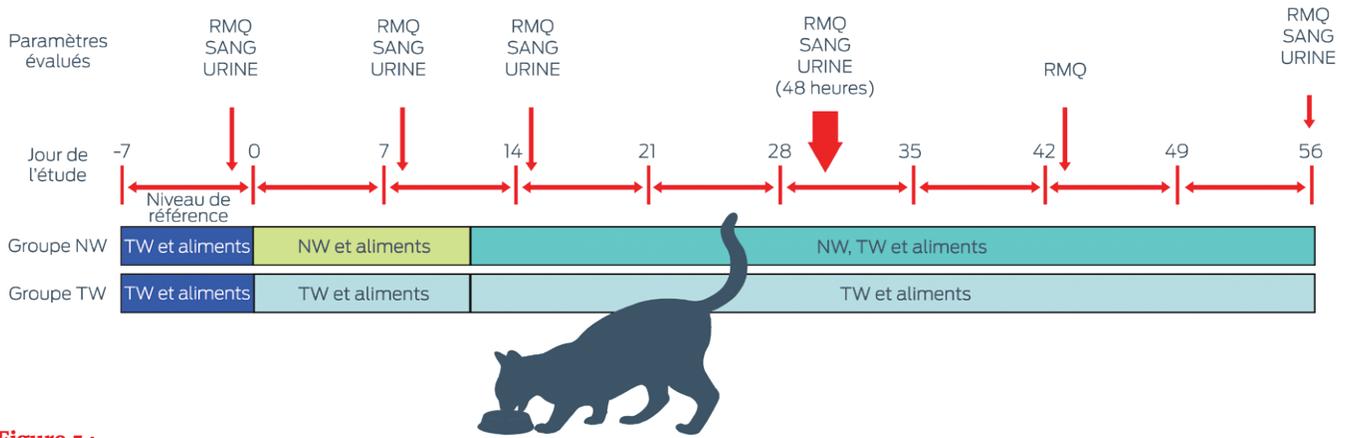


Figure 5 :

Conception d'une étude évaluant les effets d'une eau enrichie en nutriments (NW) sur les taux d'hydratation. TW = eau du robinet. RMQ = imagerie par résonance magnétique quantitative.

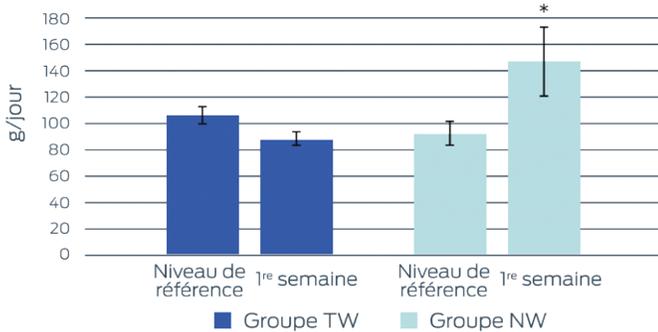


Figure 6 :

La consommation volontaire moyenne de liquide chez les chats à qui l'on a donné de l'eau du robinet (TW) ou de l'eau enrichie en nutriments (NW). * Indique un net changement par rapport à la valeur de départ du groupe NW et une différence notable par rapport à la 1^{re} semaine du groupe TW.

alors qu'il n'y a pas eu de changement notable pour le groupe TW. L'ingestion volontaire de liquide pendant la 1^{re} semaine pour le groupe NW était sensiblement plus importante que celle du groupe TW ($P = 0,03$).

Pour la durée de l'étude, la consommation volontaire hebdomadaire de liquide pour le groupe NW a varié d'environ 40 à 118 % par rapport aux données de départ, alors que celle pour le groupe TW est demeurée stable, variant de -15 à +14 % par rapport au début. Bien que la réponse entre chacun soit variable (3 chats du groupe NW ont augmenté leur consommation volontaire de liquide de 25-75%; 3 ont augmenté leur consommation de 25-75%; 3 ont augmenté leur consommation de plus de 75%), la moyenne générale de consommation volontaire de liquide a été nettement plus élevée pour le groupe NW à 153 ± 26 g/j que pour les chats du groupe TW à 104 ± 5 g/j ($P \leq 0,05$). **Lorsque les chats du groupe NW ont eu le choix entre l'eau du robinet et l'eau enrichie en nutriments, ils ont**

en grande majorité choisi cette dernière, quelle qu'ait été l'emplacement du bol. De plus, la moyenne générale de la consommation d'eau enrichie en nutriments a été de $96,6 \pm 3$ % de la consommation quotidienne totale. Cela a démontré que l'augmentation de la consommation volontaire de liquide du groupe NW était due au fait que les chats avaient consommé plus d'eau enrichie en nutriments.

L'augmentation de l'ingestion d'eau dans le groupe NW a entraîné la production d'un volume d'urine sensiblement plus important ainsi qu'une urine plus diluée. La production moyenne d'urine était de $15,2 \pm 1,8$ ml/kg/j pour les chats du groupe NW, contre $10,3 \pm 0,7$ ml/kg/j pour les chats du groupe TW ($P = 0,010$). La DU moyenne était de $1,040 \pm 0,002$ g/ml pour le groupe NW, contre $1,054 \pm 0,001$ g/ml pour le groupe TW ($P < 0,001$). Au cours de l'étude, la RMQ n'a révélé aucun changement notable dans l'eau corporelle totale, la masse corporelle maigre ou la masse grasseuse dans aucun des groupes.

Une étude menée sur des chats a démontré que les eaux enrichies en nutriments, avec et sans arôme, ont un effet sur l'ingestion d'eau et les paramètres urinaires pour l'hydratation.⁷⁴

L'étude a évalué la consommation d'une eau enrichie en nutriments (NW) à 36 chats adultes en bonne santé alimentés à base de croquettes. Les chats ont été divisés en 3 groupes : TW (eau du robinet) ($n = 4$), NW (eau enrichie en nutriments non aromatisée) [$n = 16$] et NWP [eau enrichie en nutriments avec arôme de volaille] [$n = 16$]. Tous les groupes ont reçu de l'eau du robinet à volonté et une alimentation sèche de manière à maintenir leur masse

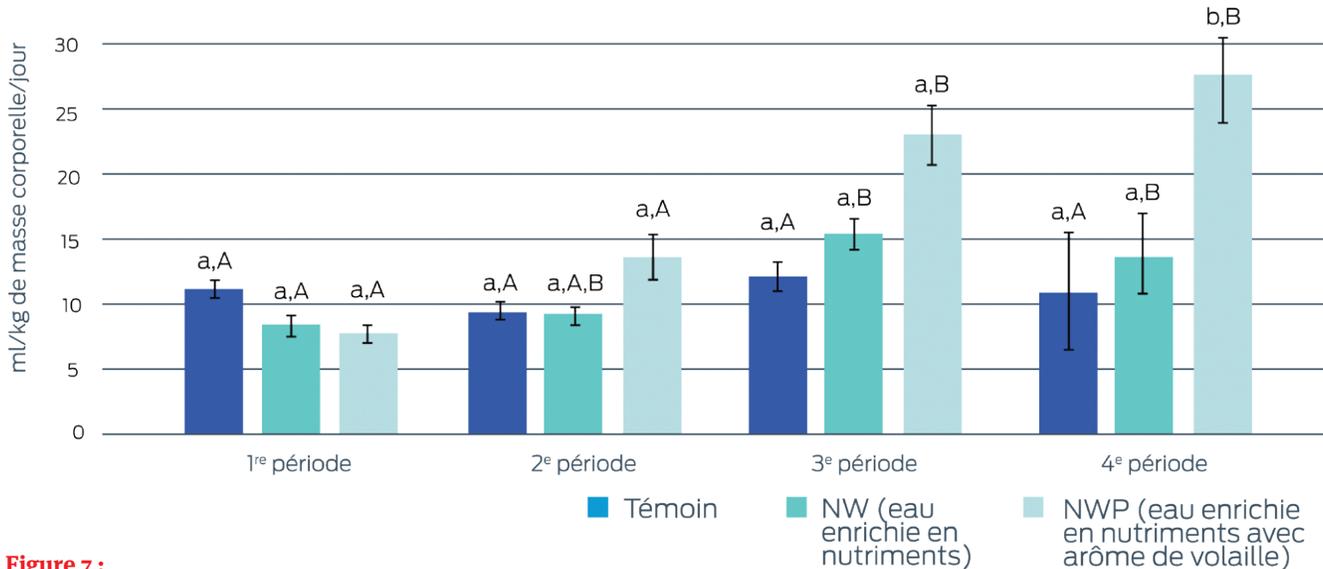


Figure 7 :

Volume d'urine évacué chez les chats à qui l'on a donné de l'eau du robinet (témoin), de l'eau enrichie en nutriments non aromatisée (NW) ou de l'eau enrichie en nutriments avec arôme de volaille (NWP). ^{a-c}Les lettres minuscules en exposant indiquent des différences notables entre les groupes au cours d'une période donnée. ^{A-C}Les lettres majuscules en exposant indiquent des différences notables au sein d'un groupe au fil du temps.

corporelle pendant une période d'une semaine (1^{re} période) pour mesurer la consommation initiale. Le groupe TW a uniquement reçu de l'eau du robinet à volonté comme source d'eau tout au long de l'étude, tandis que les chats des groupes NW et NWP ont reçu respectivement soit de l'eau enrichie en nutriments soit de l'eau enrichie en nutriments avec arôme de volaille. Les volumes de liquides offerts étaient équivalents aux volumes de consommation initiale d'eau pendant 17 jours (2^e période), suivi de 1,5 X le volume de la consommation initiale pendant 10 jours (3^e période), puis de 2 X le volume de la consommation initiale d'eau pendant 10 jours (4^e période) et ce, en ajout à l'eau de robinet offert à volonté. L'ingestion volontaire de liquide et d'aliments a été mesurée. L'urine évacuée a été recueillie pendant 48 heures à la fin de chaque période d'étude afin de mesurer la diurèse et la densité.

L'ingestion moyenne d'eau du robinet pour tous les chats pendant la 1^{re} période a été de 118 +/- 26 ml/j. Chez chaque chat, la consommation d'eau a été très variable, allant de 79 à 200 ml/j. La moyenne des consommations volontaires quotidiennes pour les chats du groupe NW a nettement augmenté, allant jusqu'à 25% au cours de la 3^e période et atteignant 44 % au cours de la 4^e période par rapport à la 1^{re} période (P < 0,01). Pour les chats du groupe NWP, la consommation de liquide volontaire moyenne a nettement augmenté, passant à 18 % au cours de la 2^e période

(P = 0,04), à 57 % au cours de la 3^e période (P < 0,01) et à 96 % au cours de la 4^e période (P < 0,01) par rapport à la consommation au cours de la 1^{re} période. La moyenne de consommation volontaire n'a pas changé de façon notable au cours de l'étude pour les chats du groupe TW. La consommation d'eau du robinet des chats des groupes NW et NWP a diminué considérablement après qu'ils ont reçu en option soit l'eau enrichie en nutriments soit l'eau enrichie en nutriments avec arôme de volaille, et elle est ensuite restée relativement stable pendant le reste de l'étude.

Le volume moyen d'urine quotidien n'a pas changé de façon considérable chez les chats du groupe TW, alors qu'il a nettement augmenté au cours des 3^e et 4^e périodes par rapport aux chats des groupes NW et NWP de la 1^{re} période (P < 0,01).

L'urine des chats des groupes NW et NWP était plus diluée, la DU ayant diminué sensiblement entre 21 et 31 % chez les chats du groupe NW et entre 39 et 62 % chez les chats du groupe NWP au cours de la 2^e à la 4^e période par rapport à la 1^{re} période (P < 0,001).

Une autre étude de Purina utilisant la RMQ pour évaluer le pourcentage d'eau corporelle totale a démontré que donner de l'eau enrichie en nutriments aux chats en bonne santé 2 à 3 heures avant une courte anesthésie peut être une bonne option pour maintenir une hydratation adéquate avant, pendant et immédiatement après l'intervention.⁶

Cet ensemble de recherches sur les chats en bonne santé a démontré que la consommation d'eau enrichie en nutriments stimule la consommation d'eau et améliore les mesures d'hydratation. Les résultats de ces études indiquent également que donner une eau enrichie en nutriments peut être un moyen d'encourager la consommation d'eau chez les chats ayant des problèmes de santé ou ceux sujets à la déshydratation ; ils en tireraient tous profit.

Une étude menée chez les chiens démontre que l'eau enrichie en nutriments influe sur l'ingestion totale d'eau et les mesures d'hydratation de l'urine⁶

Les résultats d'une étude pilote non publiée menée par des scientifiques de Purina ont démontré que l'augmentation de la consommation d'eau chez les chiens en bonne santé avec une DU de base inférieure à 1,015 n'a eu aucun impact sur la dilution de l'urine. Ainsi, il a été décidé pour les futures études d'effectuer une préselection de chiens en bonne santé avec une DU d'au moins 1,015 de sorte à pouvoir détecter les diminutions de DU lorsque la consommation d'eau est plus élevée.

Dans cette étude, 16 chiens adultes de petite race ont reçu une alimentation à base de croquettes et ont été répartis en groupes équilibrés en fonction de leur DU initiale. Ils ont obtenu une quantité de calories adéquate

permettant de maintenir leur masse corporelle tout au long de l'étude. Après une période de référence de 9 jours au cours de laquelle tous les chiens avaient un libre accès à l'eau du robinet (TW) présentée dans un seau, la moitié des chiens ont reçu de l'eau du robinet et l'autre moitié de l'eau enrichie en nutriments (NW) dans un bol en plus du seau d'eau du robinet à volonté pendant les 56 jours de l'étude. L'eau du robinet ou l'eau enrichie en nutriments dans le bol a été donnée à raison de 0,5 ml/kcal d'EM alimentaire deux fois par jour pendant 49 jours afin d'évaluer la consommation « modérée ». Ensuite, on leur a offert 2,1 ml/kg d'EM alimentaire deux fois par jour du 50e au 56e jour, afin d'évaluer la consommation à court terme d'une ingestion « élevée ». L'EM alimentaire en kcal a été calculé en fonction de l'ingestion d'aliments au cours de la période de référence. Après avoir mesuré la DU au début de l'étude (jour -7), elle a à nouveau été mesurée au 14e, 42e et 56e jour. La consommation totale de liquide (somme de la quantité d'eau du robinet et de la quantité d'eau enrichie en nutriment consommées) ainsi que l'ingestion d'aliments ont été mesurées quotidiennement. La consommation totale d'eau a été calculée comme la somme de l'eau ingérée volontairement (eau du robinet plus uniquement le composant eau de l'eau enrichie en nutriments), de la teneur en humidité des aliments et de l'eau métabolique estimée.

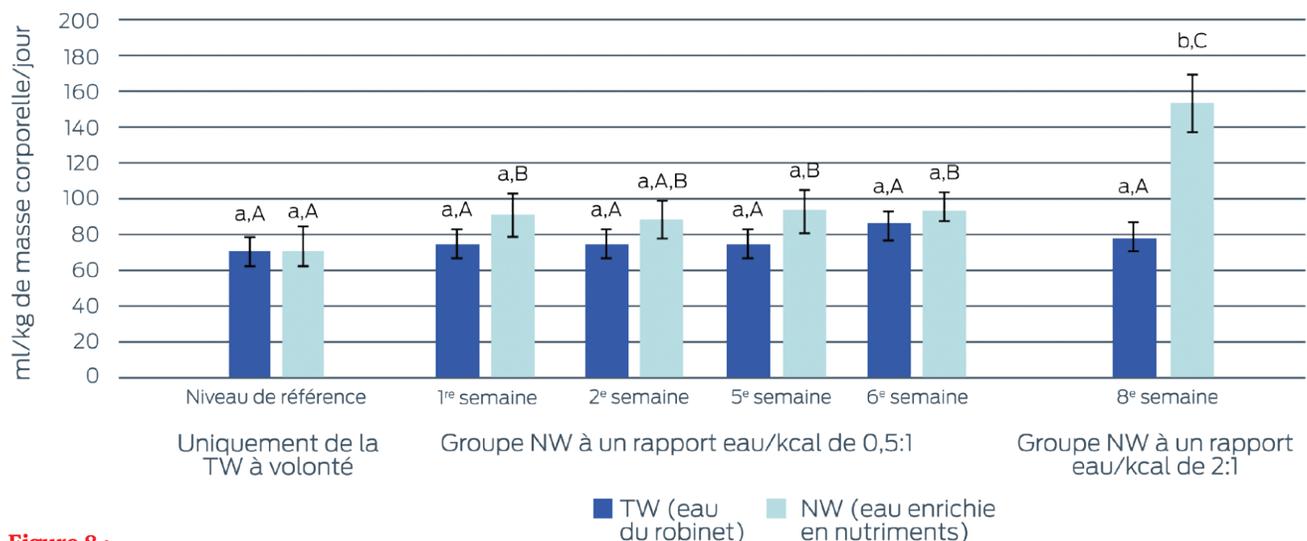


Figure 8 :

Ingestion totale d'eau chez les chiens à qui l'on a donné de l'eau du robinet (TW) ou de l'eau enrichie en nutriments non aromatisée (NW). ^{a,c}Les lettres minuscules en exposant indiquent des différences notables entre les groupes au cours d'une période donnée. ^{A,C}Les lettres majuscules en exposant indiquent des différences notables au sein d'un groupe au fil du temps.

La consommation moyenne totale de liquide au départ n'a pas considérablement varié entre les deux groupes, et l'ingestion de calories alimentaires n'a pas varié au cours de l'étude. Alors que la consommation totale de liquide n'a pas considérablement changé dans le groupe TW pendant la phase de traitement par rapport à la phase initiale, celle des chiens du groupe NW a nettement augmenté par rapport à la phase initiale chaque semaine ($P < 0,05$), à l'exception de la 2^e semaine. La consommation totale de liquide chez les chiens du groupe NW a davantage augmenté à la 8^e semaine, pendant la phase d'ingestion élevée ($P < 0,001$). En fonction de la masse corporelle, l'ingestion moyenne totale d'eau est passée de 71 +/- 12 ml/kg/jour au cours de la période de référence à 156 +/- 13 ml/kg par jour pendant la période d'ingestion élevée pour les chiens du groupe NW ($P < 0,001$).

Pendant la phase de traitement, la consommation d'eau du bol a été sensiblement différente entre les groupes ($P < 0,001$). Entre la 1^{re} et la 7^e semaine où l'eau a été donnée

de façon modérée, les chiens du groupe NW ont bu près de 100 % de l'eau enrichie en nutriments, tandis que les chiens du groupe TW ont bu entre 10 et 20 % de l'eau de ce bol. Au cours de la dernière semaine, lorsqu'on leur a donné une quantité d'eau dans le bol plus importante, les chiens du groupe NW ont

bu en moyenne 91 % de l'eau enrichie en nutriments, mais l'ingestion d'eau chez les chiens du groupe TW n'a pas changé de façon notable. La consommation d'eau du robinet dans le seau a diminué entre 10 et 30 % par rapport à la valeur de base pour les chiens du groupe NW, mais a varié de moins de 2 % pour les chiens du groupe TW au cours de la phase de traitement, à l'exception de la 6^e semaine. Ces résultats ont démontré une préférence pour l'eau enrichie en nutriments chez les chiens du groupe NW.

La DU et l'osmolalité étaient semblables entre les groupes au début de l'étude. Chez les chiens du groupe NW, la DU était sensiblement plus basse à 1,018 g/ml au 4^e jour et à 1,014 g/ml au 5^e jour, par rapport à la DU de référence de 1,026 g/ml ($P < 0,01$). L'osmolalité urinaire diminuait également considérablement lors de ces contrôles. Ni la DU ni l'osmolalité n'ont changé de façon notable dans le groupe TW par rapport aux valeurs de référence.

Une étude menée avec des chiens de travail révèle que l'eau enrichie en nutriments a un impact sur la température corporelle et la récupération de la fréquence cardiaque après l'exercice⁷⁷

Une étude croisée menée chez des chiens de travail conditionnés pratiquant jusqu'à 30 minutes d'exercice dans un climat chaud et modérément humide a évalué les effets de l'eau enrichie en nutriments (NW) sur la récupération après l'exercice. Après une période de référence de 4 jours, 12 jeunes chiens adultes nourris avec une alimentation sèche ont reçu de l'eau du robinet (TW) dans un seau à volonté et une quantité contrôlée d'eau enrichie en nutriments ou d'eau du robinet dans un bol pendant la phase de traitement de 11 jours. Les exercices ont été effectués au 4^e, 3^e et 11^e jour. Les températures internes du corps et des oreilles ainsi que le pouls ont été pris juste avant et plusieurs fois après l'exercice. La consommation d'eau n'a pas été mesurée, car les chiens suivaient un entraînement chaque jour de la semaine et restaient chez eux la nuit et les week-ends. La masse corporelle a été mesurée juste avant et immédiatement après l'exercice comme indicateur de la perte d'eau.

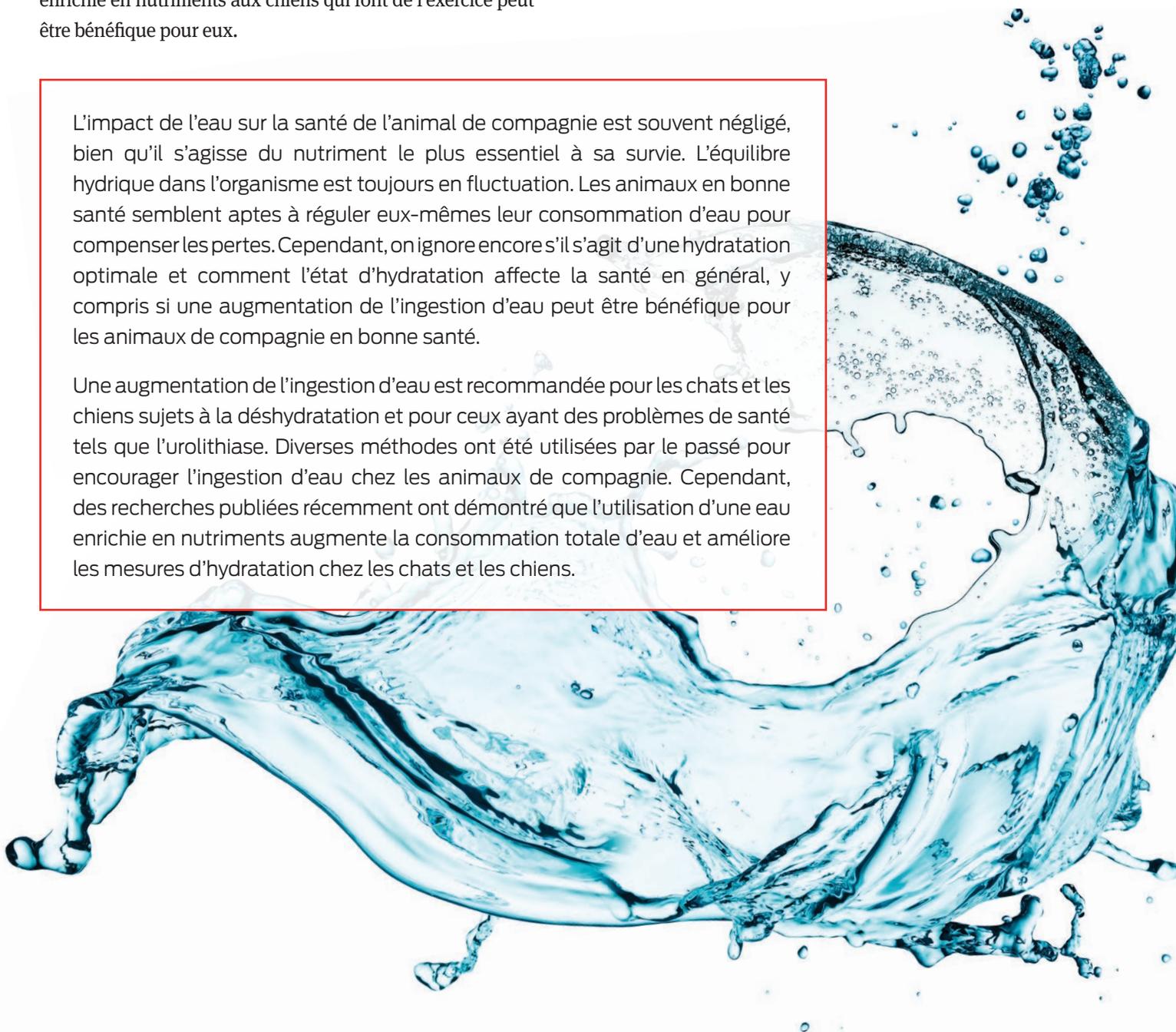
Le 3^e jour, la température interne du corps pendant la période de récupération avait baissé de 0,6 degré Celsius (1 degré Fahrenheit) dans le groupe NW par rapport au groupe TW ($P = 0,002$). Au 11^e jour, la température moyenne de l'oreille avait baissé de 0,6 degré Fahrenheit ($P = 0,003$) et le pouls était plus bas de 3,4 battements par minute ($P = 0,03$) pendant la période de récupération dans le groupe NW par rapport au groupe TW. Les chiens ont été pesés avant et après l'exercice, et leur état d'hydratation était semblable.

Les recherches de Purina ont démontré une augmentation de la consommation d'eau quotidienne et de meilleures mesures d'hydratation lorsque les animaux de compagnie boivent une eau enrichie en nutriments.

Les scientifiques en ont conclu que la consommation d'eau enrichie en nutriments et d'eau du robinet à volonté améliorerait la récupération après l'exercice. Dans la mesure où, une hyperthermie et une fréquence cardiaque élevée peuvent contribuer à la fatigue, à la diminution des performances ou au stress thermique, donner une eau enrichie en nutriments aux chiens qui font de l'exercice peut être bénéfique pour eux.

L'impact de l'eau sur la santé de l'animal de compagnie est souvent négligé, bien qu'il s'agisse du nutriment le plus essentiel à sa survie. L'équilibre hydrique dans l'organisme est toujours en fluctuation. Les animaux en bonne santé semblent aptes à réguler eux-mêmes leur consommation d'eau pour compenser les pertes. Cependant, on ignore encore s'il s'agit d'une hydratation optimale et comment l'état d'hydratation affecte la santé en général, y compris si une augmentation de l'ingestion d'eau peut être bénéfique pour les animaux de compagnie en bonne santé.

Une augmentation de l'ingestion d'eau est recommandée pour les chats et les chiens sujets à la déshydratation et pour ceux ayant des problèmes de santé tels que l'urolithiase. Diverses méthodes ont été utilisées par le passé pour encourager l'ingestion d'eau chez les animaux de compagnie. Cependant, des recherches publiées récemment ont démontré que l'utilisation d'une eau enrichie en nutriments augmente la consommation totale d'eau et améliore les mesures d'hydratation chez les chats et les chiens.



RÉFÉRENCES

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. 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., Tvarijonavičute, 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., & Albanan, 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

Pour en savoir plus, rendez-vous sur
PurinaInstitute.com

LES MARQUES PURINA SONT LA PROPRIÉTÉ DE LA SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A.
TOUTES LES AUTRES MARQUES APPARTIENNENT À LEURS PROPRIÉTAIRES RESPECTIFS. RC/CRCE/FR