

CALCULS URÉTÉRAUX BILATÉRAUX CHEZ UN COCHON D'INDE – GESTION NUTRITIONNELLE DES UROLITHIASES

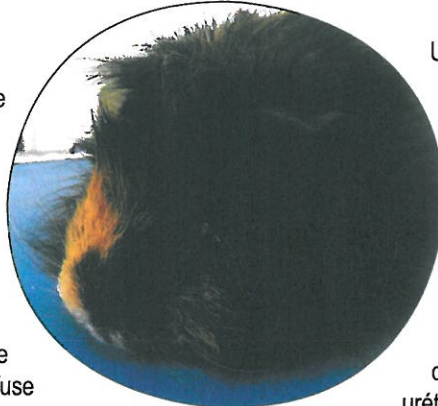
Adeline LINSART (DVM)*

Résumé : Un cochon d'Inde âgé de 6 ans est présenté en consultation pour dysorexie et arrêt de transit. Une échographie abdominale met en évidence des calculs urétéraux bilatéraux. Des soins de nursing et réalimentation ainsi qu'un traitement médical et des corrections nutritionnelles sont proposés en première intention. Cependant, les troubles du transit, la dysorexie et les manifestations douloureuses persistent. Quinze jours après la consultation initiale, une laparotomie est effectuée afin d'extraire les calculs. Le cochon d'Inde décède à l'issue de l'intervention.

Mots-clés : Cobaye – Urolithiase – Arrêt de transit – Calculs – Vitamine C – Anorexie

MOTIF DE CONSULTATION

Un cochon d'Inde (*Cavia porcellus*) âgé de six ans est présenté pour des troubles du transit récidivants (alternance de selles de petite taille et de crottes molles et arrêts de transit) et dysorexie. L'animal a déjà présenté des symptômes similaires trois et six mois plus tôt, qui avaient rétrocedé à des soins médicaux prolongés (gavage au Critical Care OxbowND et métoclopramide 0,5mg/kg/12h PO). Depuis une semaine, il refuse de manger à l'exception de quelques feuilles de salades proposées par son propriétaire.



Une radiographie abdominale est proposée afin de confirmer la dilatation digestive et de rechercher des éléments radio-opaques. Le tube digestif présente une dilatation aérienne modérée au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle. Le contenu caecal a un aspect radiographique normal. Deux structures rondes radio-opaques sont présentes dans l'abdomen, dans la zone de projection vésicale sur la vue de profil. La vue de face montre une symétrie relative des deux structures suggérant la présence de calculs urétéraux bilatéraux. Une échographie abdominale est alors effectuée.

ANAMNÈSE

Le cochon d'Inde vit seul et est logé dans une cage de grande taille (100 x 50cm). Il bénéficie de sorties quotidiennes surveillées. Il n'y a pas d'autre animal dans la maison. Son régime alimentaire est composé d'un mélange de graines, de foin et de verdure proposée occasionnellement (une fois par semaine). Il est supplémenté chaque jour en vitamine C, via l'eau de boisson à raison de 10 gouttes dans 100 mL d'eau (VITAMINE C OCEND).

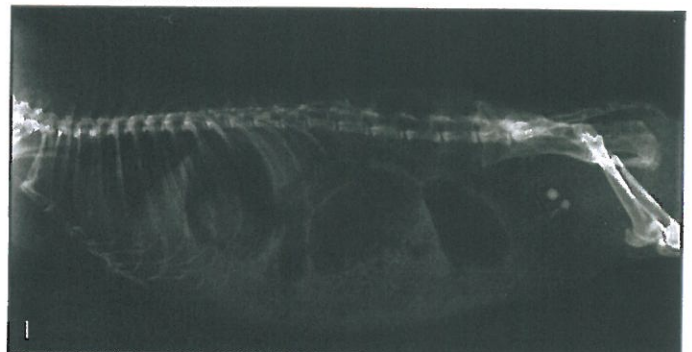
EXAMEN CLINIQUE

L'examen clinique met en évidence une dilatation modérée de l'estomac et des intestins. Le reste de la palpation abdominale est normale et ne déclenche pas de douleur vive. Les crottes sont molles et de petite taille, reliées entre elles par des poils. L'examen des dents à l'otoscope sur l'animal vigile ne révèle pas d'anomalie.

A l'issue de l'examen clinique, la dilatation gazeuse modérée du tractus digestif et la présence de poils dans les selles sont retenues. Un dysmicrobisme digestif est suspecté. Un ralentissement du transit lié à un trichobézoard est possible. La dysorexie peut être liée à un phénomène douloureux (dilatation gazeuse digestive, anomalies modérées des dernières molaires non identifiables à l'otoscope, urolithiase) ou à un trouble métabolique (acido-cétose notamment).

EXAMENS COMPLÉMENTAIRES

Un examen dentaire sous anesthésie gazeuse à l'isoflurane est effectué afin de s'assurer de l'absence d'anomalies dentaires. En effet, l'examen à l'otoscope des dents sur animal vigile ne permet pas de détecter des anomalies dentaires minimes, notamment sur les dernières molaires.



Radiographie abdominale – profil. Mise en évidence de deux calculs radio-opaques dans la zone de projection vésicale



Radiographie abdominale – face. Symétrie relative des deux calculs suggérant leur position urétérale

Deux structures hyperéchogènes sont identifiées dans la zone d'abouchement vésical des uretères droit et gauche. Une dilatation importante de l'uretère droit est mise en évidence provoquée par une structure hyperéchogène avec cône d'ombre située quelques millimètres avant l'abouchement vésical. La cavité pyélique du rein droit est également dilatée.

Un calcul urétéral est également présent à gauche, sur le trajet proximal urétéral, mais ne provoquant pas de dilatation urétérale notable, ni de pyélectasie.

*Unité NAC, 275 Route Impériale - 74370 Saint-Martin-Bellevue

PRISE EN CHARGE

La mise en évidence des calculs urétéraux et les résultats biochimiques nous conduisent à proposer une intervention chirurgicale après stabilisation médicale. Cette solution est tout d'abord refusée par le propriétaire qui préfère essayer des soins médicaux seuls.

Le cochon d'Inde est hospitalisé 48 heures et un traitement médical classique est instauré pour relancer le transit (prokinétiques : métoclopramide (0,5 mg/kg/12h SC - PRIMPERANND) et ranitidine (8mg/kg/8h SC AZANTACND) ; analgésie : buprénorphine 0,05mg/kg/12h IM VETERGESICND et phloroglucinol 6mg/kg/12h SC SPASFON injectableND, réhydratation par voie sous-cutanée à l'aide de solutés isotoniques tiédés et gavages au Critical Care Fine Grind OxbowND) en première intention. De retour à la maison, le cochon d'Inde s'alimente correctement durant quelques jours. L'analgésie est poursuivie à l'aide de phloroglucinol *per os* et de l'administration de tramadol à 5mg/kg/12h PO CONTRAMAL 100 mg/mL ND.

Quinze jours plus tard, l'animal est de nouveau présenté.

Le ralentissement de transit s'est aggravé, avec une anorexie désormais complète et l'absence de selles depuis 24h. Les propriétaires souhaitent une prise en charge chirurgicale.

Prise en charge chirurgicale

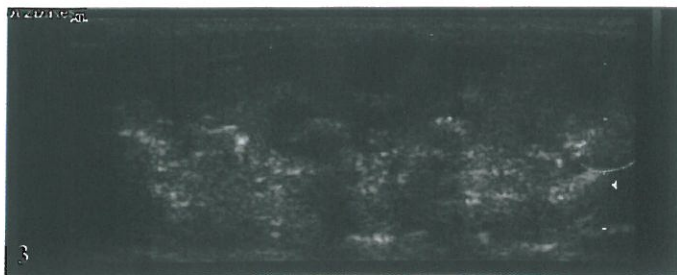
Les traitements médicaux précédemment prescrits sont poursuivis par voie parentérale. L'administration de tramadol est remplacée par de la morphine prescrite à 0,5mg/kg SC toutes les 4h (MORPHINE LAVOISIER 10 mg/mL ND). Après 24 heures de réanimation médicale au cours desquelles le cochon d'Inde est réalimenté à l'aide de Critical Care Fine Grind OxbowND et perfusé par voie sous-cutanée à raison de 2ml/kg/h de solutés isotoniques tiédés, l'intervention chirurgicale est effectuée. Le cochon d'Inde est tout d'abord placé dans une cage à oxygène et tranquilisé à l'aide d'une association de midazolam (0,5mg/kg IM MIDAZOLAM PANPHARMA ND) et morphine (0,4mg/kg IM). Une induction au masque à l'isoflurane est ensuite effectuée. Un cathéter intraveineux est mis en place dans la veine céphalique. Une perfusion de soluté isotonique tiédi (NaCl 0.9%) est instaurée à un rythme de 5mL/kg/h. Un antibiotique bien toléré dans cette espèce et possédant un spectre large et une bonne diffusion tissulaire est administré avant l'entrée au bloc (enrofloxacin 10mg/kg IV, BAYTRIL 5% ND).

L'animal est placé en décubitus dorsal sur un tapis chauffant protégé et est préparé chirurgicalement. Une laparotomie médiane est effectuée et permet de mettre en évidence le calcul urétéral droit proche de la jonction uretéro-vésicale.

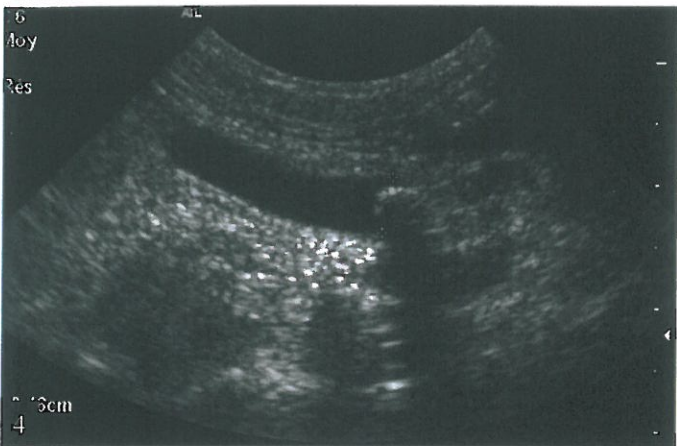


Préparation chirurgicale du cochon d'Inde

Une incision de l'uretère est effectuée avec une lame froide. Le calcul urétéral droit est extrait et la paroi urétérale est suturée en points simples à l'aide d'un monofilament résorbable (Monosyn déc 1,5).



Mise en évidence des deux calculs sur une coupe transversale de la vessie



Dilatation de l'uretère droit et présence d'une structure hyperéchogène provoquant un cône d'ombre à la jonction vésicale



Pyélectasie modérée du rein droit

Une analyse urinaire ne peut être effectuée, la pression manuelle de la vessie n'ayant pas permis de récolter des urines par taxis et la cystocentèse ayant été refusée par le propriétaire. Par ailleurs, il est intéressant de noter que, malgré les anomalies mises en évidence par les examens complémentaires, aucune douleur abdominale n'avait été notée lors de la palpation abdominale.

Biochimie sanguine (Normes d'après [2])

Références hématologiques	Normes	Résultats	Interprétation
Urémie (g/L)	0,09 à 0,32	0,896	Augmentation
Créatininémie (mg/L)	6 à 22	13,2	Valeur normale

Une augmentation isolée mais notable de l'urémie est présente. La créatininémie reste dans des valeurs normales, ce paramètre biochimique ayant tendance à n'augmenter que lors d'insuffisance rénale avancée chez le cochon d'Inde.



7
Mise en évidence du calcul urétéral droit après incision de l'uretère

Le deuxième calcul urétéral est plus difficile à identifier. Ce calcul étant d'une taille plus réduite, la myorelaxation induite par l'anesthésie générale a permis son déplacement crânial dans l'uretère gauche. Il est extrait de la même manière.

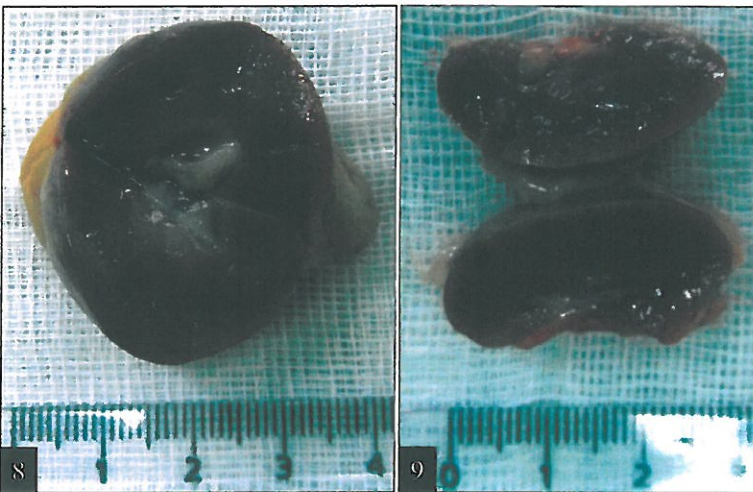
Les sutures musculaires et sous-cutanées sont effectuées de manière classique. Un surjet intradermique puis de la colle chirurgicale sont

utilisés pour la fermeture du plan cutané.

L'intervention chirurgicale a été longue (1h30) et le cochon d'Inde présente une hypothermie importante en phase post-opératoire. Malgré le tapis chauffant, l'exposition des viscères de la cavité abdominale a entraîné des déperditions thermiques très importantes. Il est placé en couveuse pédiatrique et supplémenté en oxygène. L'analgésie post-opératoire est poursuivie à l'aide de morphine.

Il décède quelques heures après la chirurgie.

AUTOPSIE



8
Coupe longitudinale du rein droit

9
Coupe longitudinale du rein gauche

Une autopsie est réalisée et ne permet pas d'identifier d'autre anomalie à l'origine des symptômes présentés par l'animal. Les reins sont prélevés et soumis à une analyse histopathologique : une hydronéphrose minime est mise en évidence sur le rein droit, ainsi qu'une néphrite interstitielle chronique bilatérale. Les lésions de néphrite interstitielle sont très fréquentes chez le cochon d'Inde au-delà de trois ans. L'analyse par spectrophotométrie des calculs résulte en une lithiase de nature mixte avec des parts sensiblement égales de phosphate ammoniaco-magnésien et de sels de calcium.

DISCUSSION

L'urolithiase est considérée comme une affection fréquente chez les cochons d'Inde [3, 5, 6]. Initialement connue comme une affection concernant les animaux de laboratoire, deux auteurs l'ont cependant décrite dès la fin des années 70 chez des cochons d'Inde appartenant à des particuliers [12, 14]. Les premières données

bibliographiques ont laissé à penser que les calculs étaient composés essentiellement d'oxalates de calcium mais il s'avère qu'ils sont le plus souvent de nature hétérogène avec la succession de couches minérales de natures différentes [3, 5]. Les calculs analysés dans différentes études rétrospectives contiennent en fait majoritairement du carbonate de calcium, associé à des phosphates de calcium ou des struvites [3, 5]. Plus rarement, des oxalates de calcium sont mis en évidence. Il semble que les différences de méthodes d'analyse expliquent ces résultats variables.

L'étiopathogénie des calculs et cristaux urinaires est mal connue chez le cochon d'Inde. Les causes nutritionnelles et infectieuses sont bien sûr suspectées mais les mécanismes pathogéniques ne sont pas définis avec certitude [3, 5]. Les urolithiases sont plus souvent identifiées chez des animaux matures (3-4 ans). Bien que les résultats varient selon les auteurs, il semble que les femelles soient plus fréquemment affectées par des calculs urinaires que les mâles [3, 8]. Cette surreprésentation des femelles s'explique probablement par la faible longueur de l'urètre les prédisposant à des infections urinaires par une remontée des germes d'origine fécale au niveau urinaire. Chez le lapin, ce sont les mâles qui sont les plus souvent touchés, leurs voies urinaires étroites les rendant plus sensibles à des tableaux cliniques obstructifs débouchant sur des symptômes évidents et alarmants pour le propriétaire. Cependant, l'étude de Hawkins ne confirme pas cette prédisposition sexuelle apparente [5].

Dans le cas décrit ci-dessus, aucun signe d'appel d'une affection urinaire n'avait pu être mis en évidence. En effet, l'insuffisance

rénale provoquée par l'obstruction urétérale était à un stade débutant ne provoquant pas de symptômes. Seule la douleur engendrée par les calculs a provoqué l'anorexie et les troubles du transit. Une hématurie est souvent décrite lors d'urolithiase chez le cochon d'Inde [6]. Une douleur suraiguë, mise en évidence durant la palpation abdominale ou au moment des mictions, est également couramment admise. Pourtant, les urolithiases débouchent bien plus souvent sur des signes frustrés et peu évocateurs. Les calculs urétraux peuvent être à l'origine de syndromes obstructifs aigus à chroniques, provoquant dysorexie et troubles du transit, mais ils siègent parfois aussi au niveau vaginal chez la femelle ou peuvent être expulsés par les voies naturelles (femelles surtout), les propriétaires les retrouvant alors au sein de la litière.

Bien que décrits par différents auteurs, les calculs urétraux semblent assez peu fréquents chez le cochon d'Inde [3, 5, 13]. Ils sont généralement à l'origine d'un tableau clinique peu évocateur de dysorexie et apathie. Les calculs urétraux

provoquent une obstruction partielle des voies urinaires le plus souvent. Les lésions d'hydronéphrose secondaires sont variables. Il est possible qu'ils surviennent en présence d'une masse ou d'un phénomène inflammatoire favorisant la précipitation locale de cristaux [13].

Les calculs du cochon d'Inde étant radio-opaques, une radiographie abdominale de profil (incluant le trajet distal urétral) est un examen de première intention riche d'enseignement lors de l'exploration de tableaux cliniques peu spécifiques. C'est une technique d'imagerie simple et peu contraignante.

La mise en évidence de calculs à la radiographie doit conduire le praticien à effectuer une analyse urinaire approfondie : un examen cyto bactériologique est indispensable pour mettre en évidence d'éventuels germes lithogènes. *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia Coli* ainsi que *Staphylococcus spp* sont à l'origine d'infections du tractus urinaire et de calculs chez les cochons d'Indes de laboratoire [9]. Les germes producteurs d'uréase favorisent la survenue de phosphates

ammoniaco-magnésiens. Les bactéries peuvent également jouer le rôle de support pour la précipitation des cristaux, constituant le noyau du futur calcul. Toutefois, la mise en évidence d'une infection urinaire peut également être secondaire : l'action irritante des calculs sur les muqueuses des voies urinaires favorisant une surinfection bactérienne [5]. Une pyurie ou l'excrétion urinaire de mucus peuvent être misés en évidence à l'œil nu.

Les tests colorimétriques pour la protéinurie, la cétonurie et l'hématurie sont relativement fiables si les temps de lecture sont respectés et que la coloration des urines n'interfère pas avec l'interprétation des résultats (porphyrinurie possible) [4]. Le pH urinaire normal est alcalin chez le cochon d'Inde, espèce herbivore [6].

L'examen immédiat entre lames et lamelles du culot urinaire met généralement en évidence une cristallurie, y compris chez l'animal sain [6]. Celle-ci ne concorde pas systématiquement avec la nature de la lithiase urinaire.

Prévention et traitement des urolithiases

Hormis la prise en charge médicale de la douleur et de l'infection urinaire éventuellement identifiée, et des complications très fréquentes (anorexie, arrêt transit, lipidose hépatique,...) le traitement des urolithiases repose principalement sur une intervention chirurgicale. La composition mixte et variable des calculs ainsi que la discordance possible entre la nature de la cristallurie et l'analyse spectrophotométrique de la lithiase ne permettent pas de mettre en place un protocole de dissolution.

La gestion des apports en vitamines et minéraux doit être contrôlée via le suivi de l'alimentation et la suppression des éventuels compléments minéralo-vitaminiques. L'augmentation de la prise de boisson est également recommandée de manière à diminuer la concentration des différents minéraux présents dans les urines.

Chez l'Homme, l'utilité de l'augmentation de la prise de boisson est discutée car certaines études ont montré que des facteurs de prédispositions individuelles peuvent rendre cette mesure caduque. De même, aucune étude n'a permis de démontrer un lien formel entre la composition minérale de l'eau de boisson et la survenue de calculs urinaires [10]. L'intérêt de ces mesures chez le cochon d'Inde n'a jamais été étudié mais cette pratique de bon sens favorise l'élimination des germes urinaires et des cristaux. Elle diminue également la concentration des différents éléments en suspension dans les urines, pouvant limiter leur précipitation [5]. Pour favoriser la prise de boisson, il est possible d'ajouter quelques gouttes de jus de fruits dans le biberon ou la gamelle d'eau et de proposer des légumes très riches en eau (concombre, courgette).

Les modifications alimentaires à prescrire dépendent de la nature de la lithiase urinaire. Chez le cochon d'Inde, les calculs les plus souvent identifiés sont constitués de calcium, phosphore et de magnésium.

Le régime alimentaire de base doit être composé d'un foin de prairie de bonne qualité (vert, odorant, non poussiéreux) distribué à volonté. Celui-ci permet un fonctionnement optimal du tube digestif et une usure correcte des dents. Les foin de légumineuses, trop riches en calcium et protéines, sont à éviter. Le foin de Crau n'est pas recommandé car possédant un rapport phosphocalcique trop élevé. L'apport d'extrudés est possible mais non indispensable. Cependant, ceux-ci fournissent des acides aminés, minéraux et vitamines que les propriétaires ne pourront évaluer qu'avec l'apport quotidien d'une grande variété de végétaux frais. Si les extrudés sont prescrits, ils ne sont proposés qu'en quantité limitée (20g d'extrudés par jour et par animal). Les extrudés doivent avoir une teneur en calcium réduite et un rapport phosphocalcique adapté. Les extrudés disponibles en France sont en général trop riches en calcium, seuls les extrudés Cavy Cuisine

OxbowND présentent un équilibre phosphocalcique satisfaisant.

Enfin, la variété des végétaux proposés est réduite à des légumes et fruits adaptés à la lithiase identifiée. Calcium, phosphore, potassium et magnésium sont étroitement liés. L'apport alimentaire excessif de l'un fait varier les besoins pour les autres minéraux. Il est donc primordial de respecter un juste équilibre des apports et de ne pas limiter excessivement l'apport d'un seul minéral au risque de favoriser de nouveaux types d'urolithiases [15]. Le rapport phosphocalcique des aliments proposés doit être compris entre 1,3 et 1,6 en général. Les végétaux à proscrire sont essentiellement : endive, chou, basilic, agrumes, pissenlits, persil qui possèdent un rapport phosphocalcique trop élevé ainsi que laitue iceberg, carottes, poires, navets, patate douce, melon, pommes fournissant du phosphore de manière excessive. Chez l'Homme, il a également été suggéré que des carences diverses telles qu'un défaut d'apport en zinc, ne permettant pas la chélation du calcium, puissent jouer un rôle favorisant dans la formation d'urolithiases.

Phosphates ammoniaco-magnésiens ou struvites

Ces calculs radio-opaques apparaissent le plus souvent dans un contexte d'infection urinaire avec des bactéries productrices d'uréease présentes dans les urines. Ces bactéries scindent l'urée, éliminée de manière normale dans les urines, en ammoniac et bicarbonates. L'ammoniac se lie au magnésium et au phosphore alors que le bicarbonate augmente le pH urinaire limitant les possibilités de dissolution des cristaux formés, qui précipitent ensuite en une lithiase. L'ammoniac détruit également les glycosaminoglycanes de l'épithélium vésical, favorisant l'infection urinaire et la formation des calculs. Certains auteurs proposent donc une supplémentation en glycosaminoglycanes. L'infection urinaire est traitée par une antibiothérapie adaptée. Les apports alimentaires en calcium, phosphore et magnésium sont contrôlés : suppression des mélanges de graines, choix des végétaux proposés, distribution d'extrudés en quantité limitée. Les cochons d'Inde ont en général de faibles besoins en magnésium, calcium et phosphore alors que les aliments industriels classiques en fournissent de manière excessive [13, 15]. Le calcium et le magnésium ingérés en excès ne sont pas excrétés par voie biliaire mais urinaire.

Phosphates de calcium, carbonates de calcium

Ces calculs ont un caractère radio-opaques et sont généralement mis en évidence dans des urolithiases mixtes. Les facteurs prédisposants sont l'hypercalciurie, l'élimination excessive de phosphore et le pH alcalin des urines qui diminue la solubilité des cristaux formés. Lors de la mise en évidence de PAM, il faut s'interroger sur l'existence éventuelle d'une hyperparathyroïdie nutritionnelle. Il convient alors de supprimer l'apport en végétaux aux rapports phosphocalciques inadaptés (apports excessifs de calcium ou de phosphore) et l'accès aux mélanges de graines riches en céréales (celles-ci étant très riches en phosphores).

Oxalate de calcium

Bien qu'ayant une alimentation riche en végétaux et oxalates les prédisposant théoriquement aux urolithiases d'oxalates de calcium, les cochons d'Inde présentent rarement ce type de calculs. Cela est sans doute lié à la présence dans la flore caeco-colique d'Oxalobacter formigenes, une bactérie capable de dégrader les oxalates. L'hyperoxalurie nécessaire à la formation de ce type de lithiase est ainsi limitée [1].

Chez un animal présentant des calculs d'oxalates de calcium, il convient de limiter les apports de végétaux riches en oxalates (épinards, betterave, ...), possédant un rapport phosphocalcique trop

élevé (endive, choux, basilic, agrumes, pissenlits, persil...) et riches en vitamine C. En effet, le métabolisme de la vitamine C conduit à la formation d'oxalates. Administrée en quantité excessive, celle-ci peut provoquer une hyperoxalurie néfaste chez le cochon d'Inde. La supplémentation doit donc être maintenue aux doses thérapeutiques habituelles (40 à 60mg/kg/j) chez le cochon d'Inde malade de manière à ne pas provoquer d'affections secondaires (scorbut en cas de carence, hyperoxalurie en cas d'excès) [7].

Le recours à la phytothérapie et notamment à la canneberge (mais également au cassis, au lespedeza, ...) est également une option possible. Chez le rat et la souris, il a été démontré que la canneberge diminue la capacité de fixation des bactéries (*E.Coli*) à la muqueuse vésicale grâce à la proanthocyanine^[11]. Les bénéfices de son utilisation ne sont pas démontrés scientifiquement chez le cobaye (les caractéristiques physico-chimiques de l'urine de ce rongeur herbivore diffèrent de celles des Myomorphes). Toutefois, ne présentant pas de contre-indications et pouvant stimuler la prise de boisson, c'est une alternative intéressante à proposer lors de troubles récidivants.

Enfin, il convient de ne pas négliger les autres facteurs de risques de maladies : proposer un mode de vie favorable au bien-être de l'animal avec une cage bien entretenue de taille satisfaisante, des sorties en extérieur lui permettant un exercice physique bénéfique et l'exposition à l'ensoleillement naturel (UVB et vitamine D).

CONCLUSION

Les urolithiases sont des affections fréquentes chez le cochon d'Inde, à l'origine de tableaux cliniques parfois peu évocateurs, notamment lors de calculs urétraux. Le recours à la radiographie est une aide précieuse dans le diagnostic permettant la mise en évidence des calculs radio-opaques. La prise en charge repose sur la gestion de la douleur et de l'infection urinaire ainsi que le recours à une chirurgie du tractus urinaire. Les facteurs de risques de la formation des urolithiases chez le cochon d'Inde étant très mal connus aujourd'hui, des études scientifiques et analyses rétrospectives complémentaires sont nécessaires. L'implication de l'alimentation, bien que fort probable, reste mal définie. Les besoins nutritionnels et les corrections alimentaires à apporter chez les animaux malades reposent actuellement sur des mesures de bon sens.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- ARGENZIO R., LIACOS J. and ALLISON M., 1988. - Intestinal oxalate-degrading bacteria reduce oxalate absorption and toxicity in guinea pigs. *J. Nutr.* 118 : 787-792.
- 2- CARPENTER J., 2005. - Exotic Animal Formulary. 3rd ed. Ed. ELSEVIER SAUNDERS : Saint Louis. 564p.
- 3- FEHR M. and RAPPOLD S., 1997. - Urolithiasis in 20 guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Thierärztliche Praxis.* 5 : 543-547.
- 4- GASCHEN L. et al, 1998. - Ultrasonographic detection of adrenal gland tumor and ureterolithiasis in a guinea pig. *Vet Radiology and Ultrasound.* 39 (10) : 43-46.
- 5- HAWKINS M., RUBY A., DRAZENOVICH T. and WESTROPP J., 2009. - Composition and characteristics of urinary calculi from guinea pigs. *JAVMA.* Jan 15, 234 (2) : 214-220.
- 6- HILLYER E. and QUESENBERRY K., 1997. - Ferrets, rabbits and rodents : clinical medicine and surgery. Philadelphia, WB Saunders. 461p.
- 7- MASSEY L., LIEBMAN M. and KYNAST-GALES S., 2005. - Ascorbate increases human oxaluria and kidney stones risk. *J. Nutr.* 135 : 1673-1677.
- 8- PENG X., GRIFFITH J. and LANG C., 1990. - Cystitis, urolithiasis and cystic calculi in ageing guineapigs. *Lab Anim. Apr.* 24 (2) : 159-163.
- 9- PERCY D. and BARTHOLD S., 2007 - Pathology of Laboratory Rodents and Rabbits, Third Edition. Wiley-Blackwell. 356 pages.
- 10- QIANG W. and Ke Z., 2004. Water for preventing urinary calculi. *Cochrane Database Syst Rev.* CD004292.
- 11- RISCO E. et al, 2010. - Effect of american cranberry (Cysticlean) on *Escherichia coli* adherence to bladder epithelial cells. In vitro and in vivo study. *Arch Esp Urol.* Jul-Aug ; 63 (6) : 422-30.
- 12- SPINK R., 1978. - Urolithiasis in a Guinea Pig. *Vet Med Small Anim Clin.* 73 : 501-502.
- 13- STIEGER S. et al, 2003. - Ureterolithiasis and papilloma formation in the ureter of a guinea pig. *Vet Radiology and Ultrasound.* 44 (3) : 326-329.
- 14- STUPPY D., 1979. - Urolithiasis and cystotomy in a guinea pig. *Vet Med Small Anim Clin.* 74 : 465-467.
- 15- <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309051266>, consulté le 28 juin 2011. «Nutrient Requirements of Laboratory Animals. 4th revised edition. 1995.
- 16- http://guinealynx.info/chart_CaP.html, consulté le 28 juin 2011.

Crédits photos : Adeline Linsart

Manuscrit reçu le 6 août 2011