

Urolithiase bij reptielen

Urolithiasis in reptiles

T. Hellebuyck

Department of Pathobiology, Pharmacology and Zoological Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke, Belgium

Tom.Hellebuyck@ugent.be

SAMENVATTING

Urolithiase, vooral cysto- en cloacolithiase, komt vaak voor bij in gevangenschap gehouden reptielen. De aandoening betreft de vorming en aanwezigheid van macroscopische precipitaties of stenen (calculi) in het urinewegstelsel en wordt voornamelijk bij hagedissen en schildpadden gezien, waarbij er uitgesproken soortpredisposities lijken te bestaan. De vorming van een uroliet kan in de meeste gevallen met inadequate voeding en huisvesting in verband gebracht worden. Alhoewel het vaststellen van een cysto- of cloacoliet bij reptielen een toevallsbevinding kan zijn, treden symptomen meestal op eens de calculus een aanzienlijke afmeting heeft bereikt; deze zijn dan meestal specifiek en chronisch, tenzij de calculus obstructie veroorzaakt. In geval van ureterolithiase treden er meestal acute symptomen op die gelijkaardig zijn aan degene die bij conventionele huisdieren gezien worden. Bij de diagnostische benadering van urolithiase bij reptielen zijn het signalement, het afnemen van een gedetailleerde anamnese en een grondige evaluatie van het management essentieel. Bevestiging van de diagnose berust in hoofdzaak op een adequaat klinisch en radiografisch onderzoek. Naargelang de betrokken soort, locatie en afmeting van de calculus kan er gekozen worden voor coeliotomie of voor een endoscopie-geassisteerde benadering. In tegenstelling tot ureterolithiase is de prognose van cysto- en cloacolithiase bij reptielen meestal erg gunstig tenzij er een ernstige primaire oorzaak zoals spinale osteomyelitis wordt vastgesteld of tenzij er reeds ernstige secundaire complicaties aanwezig zijn op het ogenblik van de initiële diagnose.

ABSTRACT

Urolithiasis, especially cysto- and cloacolithiasis, is a commonly observed disorder in captive reptiles. The condition involves the formation and presence of macroscopic precipitates or stones (calculi) in the urinary tract system and is mainly seen in lizards and chelonians, and there appear to be marked species predispositions. In most cases, the formation of a urolith can be linked to inadequate nutrition and housing. Although the detection of a cysto- or cloacolith in reptiles can be incidental, symptoms usually appear once the calculus has reached a significant size and are mostly nonspecific and chronic, unless the calculus causes obstruction. In case of ureterolithiasis, acute symptoms are usually observed, similar to those seen in conventional pets. As for the diagnostic approach to urolithiasis in reptiles, the signalment, a detailed history and a thorough evaluation of the captive management are essential. Confirmation of the diagnosis mainly relies on adequate clinical and radiographic examination. Depending on the species, location and size of the calculus, coeliotomy or an endoscope-assisted approach can be applied. Unlike ureterolithiasis, the prognosis for cysto- and cloacolithiasis in reptiles is generally favorable unless a severe primary etiology, such as spinal osteomyelitis, is identified, or severe secondary complications are present at the time of initial diagnosis.

INLEIDING

Urolithiase is de vorming en aanwezigheid van macroscopische precipitaties of stenen (calculi) in het urinewegstelsel als gevolg van kristallisatie en aggregatie van minerale en organische stoffen die normaal in de urine zijn opgelost (Keller, 2019; Reavill en Schmidt, 2010; Osborne et al., 2009). Ook bij reptielen kan urolithiase optreden en de aandoening wordt vooral bij schildpadden en hagedissen gezien (Keller, 2019; Mader, 2006). Alhoewel calculi zich bij reptielen voornamelijk in de urineblaas vormen (cystoliet) en in de blaas of cloaca aangetroffen worden, worden er sporadisch gevallen van ureterolithiase gerapporteerd bij slangen en schildpadden (Keller, 2019; Reavill en Schmidt, 2010; Innis en Kincaid, 1999). Renale calculi daarentegen werden nog niet beschreven bij reptielen (Keller et al., 2015; Mader, 2006).

Terwijl alle schildpaddensoorten een urineblaas bezitten en er bij aquatische soorten eveneens accessoire urineblazen aanwezig zijn, is de aanwezigheid van een urineblaas bij hagedissen afhankelijk van het taxon en bezitten slangen geen urineblaas (Divers, 2019; Keller, 2019; Reavill en Schmidt, 2010). Bij slangen kunnen uraten na retrograde passage vanuit de cloaca concrementen of pseudocalculi vormen in het colon (Divers, 2019). Er lijken uitgesproken soortpredisposities te bestaan bij reptielen wat betreft het ontwikkelen van urolithiase, met name van blaasstenen (Keller, 2019).

Terwijl urolithiase bij honden, katten en kleine zoogdieren een veelvoorkomende aandoening is, wordt het voorkomen van de aandoening vermoedelijk sterk ondergediagnosticeerd bij in gevangenschap gehouden reptielen. Ook bij in het wild levende schildpadden werden cystolieten reeds aangetroffen, veelal als toevalsbevinding bij gestorven dieren (Jacobson et al., 2009; Homer et al., 1998). Vermoedelijk kan het onder- of niet diagnosticeren van cystolithiase bij reptielen in hoofdzaak toegewezen worden aan de specifieke en vage symptomen die dikwijls pas optreden wanneer cystolieten een aanzienlijke afmeting bereikt hebben (Keller, 2019; Mader, 2006). Bovendien draagt ook een gebrek aan kennis omtrent het voorkomen van cystolithiase bij reptielen onder praktiserende dierenartsen bij tot het niet herkennen van deze aandoening; dit in vergelijking met de meer intuïtieve differentieel diagnostische benadering die bij conventionele huisdieren met indicatieve symptomen van urolithiase evident lijkt te zijn.

In dit artikel worden het voorkomen en de klinische presentatie alsook de diagnostische en therapeutische benadering van urolithiase, met de nadruk op cystolithiase, bij reptielen besproken.

VOORKOMEN EN PREDISPONERENDE FACTOREN VAN UROLITHIASE BIJ REPTIELEN

Alhoewel urolithiase als een frequent voorkomende aandoening wordt beschouwd bij schildpadden en hagedissen en zowel pathologische bevindingen als de behandeling van cystolithiase bij reptielen behoorlijk gedocumenteerd zijn (Colon en Di Girolamo, 2024; Keller, 2019; Keller et al., 2015), lijkt er weinig bekend te zijn omtrent de etiologie en prevalentie van urolithiase (Colon en Di Girolamo, 2024).

Reptielen zijn uricotelisch, waarbij stikstof als afvalstof van de eiwitstofwisseling vooral bij terrestrische en semi-aquatische soorten als weinig oplosbaar urinezuur uitgescheiden wordt in tegenstelling tot ureum bij zoogdieren. Urinezuur wordt makkelijk omgezet tot uraatzouten die normaal gezien door de nier gefilterd worden (Divers, 2019; Keller, 2019; Reavill en Schmidt, 2010). Onoplosbare uraten die in de blaas terecht komen, kunnen aggregaten en dus een nidus voor blaassteenvorming vormen (Keller, 2019). Bij aquatische reptielensoorten heeft de stikstofmetaboliet een hoger aandeel ureum en ammoniak dan uraat dan bij terrestrische soorten (Takani et al., 2021). Dit zou kunnen verklaren waarom cystolithiasis opvallend minder voorkomt bij aquatische dan bij terrestrische schildpaddensoorten.

Nutritionele oorzaken zoals vitamine A- en D-deficiëntie, overmatige opname van dierlijke proteïnen (e.g. wanneer excessieve hoeveelheden honden- of kattenvoeder of volledige prooidieren aan herbivore reptielensoorten gevoerd worden) of groenvoer met te lage vezelgehaltes of te hoge gehalten aan oxalaten (e.g. spinazie) worden het meest frequent vooropgesteld als predisponerende factoren voor de ontwikkeling van urolithiase bij reptielen. Ook te beperkte bewegingsruimte wordt vooral bij schildpadden als een belangrijke factor beschouwd en waarschijnlijk gaat het in de meeste gevallen om het gecombineerd optreden van de factoren die hier vermeld worden (Keller, 2019; Mader, 2006). Dehydratatie kan een primaire oorzaak zijn van de vorming van urolieten bij reptielen of kan hun ontstaan ten gevolge van andere oorzaken bespoedigen (Keller, 2019). Alhoewel dehydratatie acuut kan optreden, is chronische dehydratatie, e.g. bij groene leguanen (*Iguana iguana*) met nierfalen, vermoedelijk een sterk onderschat probleem bij in gevangenschap gehouden reptielen. In tegenstelling tot zoogdieren kunnen reptielen urine modifieren (Divers, 2019; Reavill en Schmidt, 2010). Urine die via de ureters in de cloaca terechtkomt, kan retrograad naar de blaas en/of het colon vloeien en urine kan vanuit de blaas terug naar het colon vloeien. Het epitheel van zowel de blaas als het colon kan hierbij water absorberen met concentratie van urine tot gevolg (Divers, 2019). Zo zal er in geval van waterdeprivatie, inadequate watervoorziening of te lage rela-

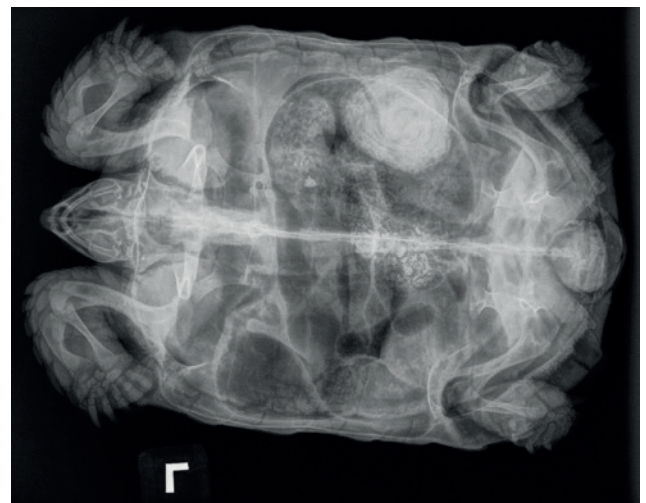
tieve luchtvochtigheid, verminderde wateropname of chronische oververhitting, een verhoogde absorptie van water vanuit de urineblaas en het colon optreden, waardoor een bijkomende supersaturatie en concentratie van de urine optreden in de urineblaas met een verhoogde kans tot vorming van cystische calculi tot gevolg (Keller, 2019; Keller et al., 2015). Naar analogie met wat gezien wordt bij mensen en conventionele huisdieren, kan bacteriële cystitis eveneens een rol spelen in het ontstaan van blaasstenen bij reptielen, waarbij bacteriën en ontstekingscellen een primaire nidus vormen (Solanes et al., 2023). Aangezien de urineblaas bij reptielen niet als een steriel milieu kan beschouwd worden, omwille van de passage van urine via de cloaca vooraleer ze in de urineblaas opgeslagen wordt, is het ondubbelzinnig aantonen van bacteriële cystitis bij reptielen echter uitdagend (Divers, 2009).

Ondanks de verschillende oorzaken die voor het ontstaan van cystolithiase bij reptielen gepostuleerd worden, werden de hypothesen nauwelijks afgetoetst aan epidemiologisch onderzoek (Colon en Di Girolamo, 2024). Op basis van een retrospectieve analyse (1982-2012) van de klinische dossiers van 789 in gevangenschap gehouden schildpadden werd een prevalentie van 5,1% vastgesteld en werd de hoogste prevalentie bij de woestijnschildpad (*Gopherus agassizii*, 77,5%) gezien gevolgd door de Afrikaanse sporenschildpad (*Centrochelys sulcata*, 7,5%) (Keller et al., 2015). In een survey-onderzoek dat uitgevoerd werd bij 101 in gevangenschap gehouden schildpadden met cystolithiase in Japan werd de hoogste prevalentie vastgesteld bij Afrikaanse sporenschildpadden (41,6%) en sterschildpadden (*Geochelone elegans*, 29,7%). Er kon geen duidelijke correlatie vastgesteld worden met biochemische afwijkingen in het bloedonderzoek die bovendien slechts bij een klein aantal van de aangetaste schildpadden vastgesteld werden (Takami et al., 2021). In een recente studie van Colon et al. (2024) die uitgevoerd werd bij 1033 in gevangenschap gehouden schildpadden in de Verenigde Staten (VS) werd een prevalentie van 4,4% vastgesteld. Op basis van de resultaten van deze studie lijken landschildpadden 64 keer meer risico te lopen op het ontwikkelen van cystolithiase dan aquatische schildpadden (Colon en Di Girolamo, 2024). Ook in deze studie werd cystolithiase het meest frequent bij Afrikaanse sporenschildpadden vastgesteld en er werden significante correlaties vastgesteld met continue binnenhuisvesting en een aanzienlijke hoeveelheid fruit in het dieet. Er leek geen significante correlatie met de leeftijd of het geslacht van de schildpadden te bestaan maar algemeen leken mannelijke dieren vaker aangetast te zijn dan vrouwelijke schildpadden naar analogie met wat bij de mens en zoogdieren gezien wordt (Colon en DiGirolamo, 2024). In overeenstemming met de meeste rapporteringen van cystolithiase bij reptielen in de literatuur werd er bij nagenoeg alle gevallen in de voorgenoemde studies slechts één cystoliet per geval aangetroffen. Aangezien woestijnschildpadden en sterschildpadden respectievelijk va-

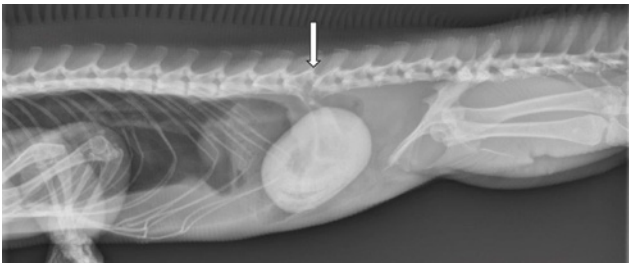
ker als huisdier worden gehouden in de VS en Azië dan in andere continenten, kan een variatie in prevalentie met betrekking tot de meest frequent aangetaste soorten hieraan worden toegeschreven. Op basis van persoonlijke observaties lijken gelijkaardige soortpredisposities te bestaan in België en Nederland wat betreft de ontwikkeling van cystolithiase bij in gevangenschap gehouden reptielen. Niet alleen bij de sporenschildpad en sterschildpad, wordt cystolithiase gediagnosticeerd, maar ook vaak bij de Russische vierteenschildpad (*Testudo horsfieldii*), vooral bij juveniele dieren. Naar analogie met wat in de literatuur beschreven wordt, wordt cystolithiase bij hagedissen het meest frequent bij soorten gezien die van nature in droge gebieden voorkomen, zoals doornstaartagamen (*Uromastyx* spp.) en chuckwalla's (*Sauromales* spp.) (Wolf et al., 2008; Sahner et al., 2007). Vermoedelijk spelen bij deze soorten eveneens diëtaire factoren (e.g. overmatige hoeveelheid eiwit in de voeding) een doorslaggevende rol in de etiologie van cystolithiase. Groene leguanen en andere leguanensoorten die in tropische regio's voorkomen, zijn eveneens erg gevoelig voor de ontwikkeling van cystolithiase (Solanes et al., 2023; Cerreta et al., 2022; Nagappan et al., 2018; Kwantes, 1992) en alhoewel ook voor deze soorten hoge eiwitgehalten in de voeding een belangrijke rol kunnen spelen, is chronische dehydratatie in gevangenschap waarschijnlijk de meest doorslaggevende factor.

PATHOGENESE EN SAMENSTELLING VAN CYSTOLITHEN BIJ REPTIELEN

Ongeacht de onderliggende of faciliterende oorzaak liggen de overmatige aanwezigheid van urinezuur en het ontstaan van een nidus aan de basis van de vorming van blaasstenen bij reptielen en kan er



Figuur 1. Dorsoventrale radiografische opname van een sporenschildpad (*Centrochelys sulcata*). In de caudale coeloomholte is aan de rechterzijde een grote cystoliet aanwezig. Bemerk het uitgesproken radiopake en lamellaire uitzicht van de cystoliet.



Figuur 2. Laterolaterale radiografische opname van een witzwarte grondleguaan (*Ctenosaura similis*). In de urineblaas is een cystoliet aanwezig met een lamellair uitzicht. Ter hoogte van de lumbale wervels zijn er tekenen van spinale osteomyelitis aanwezig (pijl).

relatief veel tijd gaan over de vorming van een cystoliet, waardoor het optreden van symptomen vaak lang uitblijft (Keller, 2019). Het typisch lamellaire uitzicht van blaasstenen bij reptielen tijdens visuele inspectie of op radiografische opnames levert hiertoe ontegensprekelijk bewijs (Mader, 2006) (Figuur 1 en 2). Vooral bij schildpadden maar ook bij hagedissen kunnen veel aandoeningen, inclusief de predisponerende factoren met betrekking tot de ontwikkeling van cystolithiase bij reptielen (zie supra), urinaire stase, atonie en overvulling van de urineblaas uitlokken (Reavill en Schmidt, 2010). Deze afwijkingen worden bovendien ook routinematig gezien bij systemische ziekte en elke aandoening die aanleiding geeft tot veralgemeende verzwakking en meer specifiek bij veelvoorkomende aandoeningen die leiden tot calciumtekort en inversie van de calcium-fosfor verhouding (e.g. secundaire nutritionele (SNHP) en renale hyperparathyroïdie (RSHP)), met verminderde contractiliteit van de urineblaas tot gevolg (Divers, 2019). De fysiologische capaciteit van de urineblaas van reptielen om grote volumes urine te stockeren in functie van de mogelijkheid tot resorptie van water tijdens periodes van waterdeprivatie en de dunne musculus detrusor, werken urinaire stase en overvulling van de urineblaas in de hand. In tegenstelling tot supersaturatie en concentratie van urine in de urineblaas kan overvulling van de urineblaas eveneens aanleiding geven tot de vorming van cystolieten indien er overvloedige uraatconcrementen aanwezig zijn en er sedimentatie optreedt. Ook voor spinale osteomyelitis werd onder andere bij de witzwarte grondleguaan (*Ctenosaura similis*) reeds een causaal verband gepostuleerd tussen urinaire stase veroorzaakt door spinale compressie en cystolietvorming (Solenas et al., 2023) (Figuur 2). Spinale osteomyelitis komt ook frequent voor bij slangen, onder andere als comorbiditeit van reptarenavirusinfectie (*inclusion body disease*) (Simard et al., 2020), met paralytische ileus en de opstapeling van uraatconcrementen of pseudocalculi in het colon tot gevolg. Bij slangen worden dergelijke concrementen soms als toevallsbevinding gezien waarbij onvoldoende wateropname of dehydratatie waarschijnlijk de meest voor de hand liggende oorzaak is. Occasioneel worden ectopische eieren in de urineblaas aangetrof-

fen bij schildpadden met dystokie na retrograde migratie van één of meerdere eieren doorheen de urethra die op hun beurt een nidus kunnen vormen voor afzetting van kristallen en aldus pseudocalculi vormen (Hellebuyck en Solanes, 2023).

Zoals aangetoond bij andere diersoorten wordt de vorming van cystische calculi ook bij reptielen beïnvloed door factoren zoals urinaire pH, verminderd urinevolume, en verhoogde concentraties van de betrokken ionen en stoffen. Bij schildpadden werd vastgesteld dat als de urinaire $\text{pH} < 5$, er urinezuur aanwezig is in de urine, terwijl urinezuur als uraat of uraatzouten uitgescheiden wordt als de $\text{pH} > 6,5$ (Shekarriz en Stoller, 2002). Net zoals andere herbivoren, hebben de meeste landschildpadden alkalische urine die de vorming van uraten bespoedigt (Reavill en Schmidt, 2010).

Urolieten bij reptielen zijn meestal samengesteld uit uraatzout dat zich kan binden met calcium en fosfaat (Keller, 2019; Keller et al., 2015). Gemengde urolieten die voornamelijk uit struviet, calciumfosfaat, calciumoxalaat of calciumcarbonaat bestaan, worden slechts sporadisch beschreven bij reptielen (Cerreta et al., 2022; Jacobson et al., 2009; Mathes et al., 2009; Osborne et al., 2009).

SYMPTOMEN VAN UROLITHIASE BIJ REPTIELEN

Zowel bij in gevangenschap gehouden als in het wild levende reptielen worden cystolieten soms aangetroffen als toevallsbevinding, dikwijls post mortem. In de meeste van deze gevallen kunnen de calculi niet met pathologische afwijkingen geassocieerd worden (Mader, 2006).

De afmeting van urolieten speelt dikwijls een doorslaggevende rol in het ontstaan van symptomen. In het geval van cysto- of cloacolieten treden deze in de meeste gevallen aldus pas op in een chronisch stadium (Keller, 2019; Mader, 2006). Cystische calculi met een kleine afmeting kunnen echter irritatie van de blaaswand veroorzaken. Grotere calculi, vooral als ze een onregelmatig oppervlak hebben, kunnen leiden tot verdikking en hypertrofie van de blaaswand en kunnen zelfs druknecrose (van de wand) veroorzaken. In sommige gevallen wordt hematurie opgemerkt alhoewel dit een relatief ongewone bevinding is bij reptielen (Mader, 2006).

Alhoewel ureterale calculi veel minder frequent voorkomen bij reptielen, kunnen ze net zoals bij conventionele huisdieren ureterale obstructie met hydronefrose, hematurie, anurie en postrenale azotemie veroorzaken (Mader, 2006; Innis en Kincaid, 1999). Dikwijls zijn ureterolieten bij reptielen bilateraal aanwezig, waardoor de prognose erg ongunstig is en deze aandoening geassocieerd wordt met acute, ernstige symptomen en een hoge mortaliteit (Innis en Kincaid, 1999). Cystolieten daarentegen veroorzaken meestal meer chronische en specifieke symptomen, zoals ano-

rexie en apathie (Keller, 2019). Zowel bij hagedissen als schildpadden met cystolithiase kunnen meer suggestieve symptomen, zoals tenesmus, strang- of dysurie, een abnormale houding of diffuse opzetting en zelfs parese of paralyse van de achterpoten ten gevolge van compressie van de bekkenzenuwen of cloacale prolaps opgemerkt worden (Keller, 2019; Mader, 2006). Terwijl urolithiase bij mensen en zoogdieren veelal gepaard gaat met uitgesproken tekenen van pijnsensitisatie, zijn deze tekenen meestal niet aanwezig of niet te herkennen bij reptielen met cystolithiase. Wanneer het om blaasstenen gaat met een erg grote afmeting kan het ruimte-innemend effect van de calculus bij hagedissen gepaard gaan met gelocaliseerde distentie van het caudale coeloom, dyspnee en tenesmus (Mader, 2006). Zowel bij hagedissen met cystolithiase als bij slangen met pseudocalculi in het colon kan er hierdoor eveneens secundair dystokie of fecale impactie optreden met veralgemeende distentie van het caudale coeloom tot gevolg. Bij schildpadden kan distentie van de linker prefemorale fossa optreden indien een grote cystoliet aanwezig is en kan zich bilaterale distentie van de prefemorale fossae voordoen indien er bijkomend urinaire stase optreedt. Bij waterschildpadden kunnen er bovendien afwijkingen in het drijfvermogen optreden ten gevolge van het ruimte-innemend effect van grote cystolieten (Mader, 2006). Bij juveniele schildpadden met cystolithiase is groeiachterstand soms het meest opvallende symptoom (Mader, 2006).

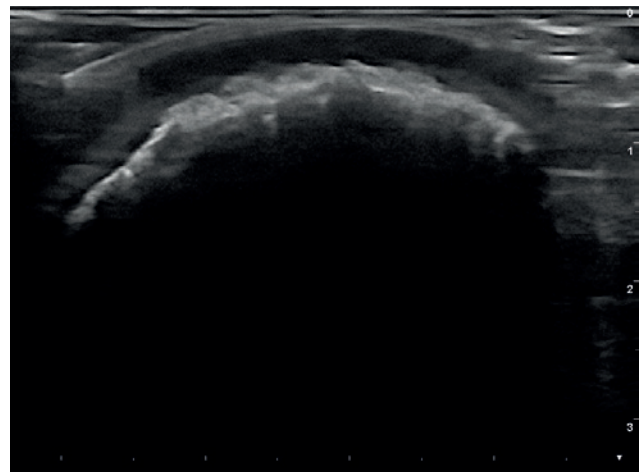
Cloacolieten zijn meestal cystolieten die vanuit de blaas via de urethra of het urodeum in het coprodeum terechtgekomen zijn en daar partiële of complete obstructie veroorzaken. Bij schildpadden en hagedissen kan dit gepaard gaan met onrustig gedrag, tenesmus en de onmogelijkheid om te defeceren en urineren of met het optreden van obstructieve dystokie.

DIAGNOSTISCHE BENADERING VAN UROLITHIASE BIJ REPTIELEN

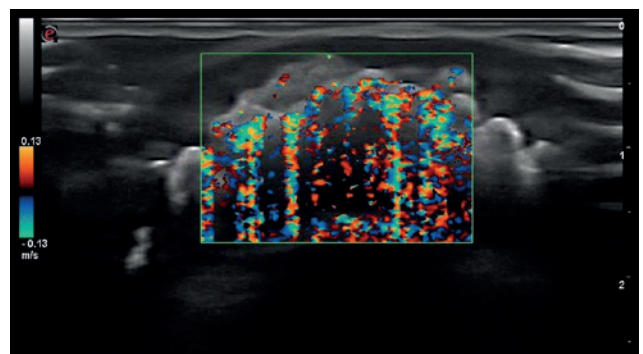
De eerste stap bij de diagnose van urolithiasis is het bevestigen van de aanwezigheid en locatie van de uroliet. Bij hagedissen zijn cystolieten gemakkelijk te detecteren door palpatie van het caudale coeloom en bij schildpadden kunnen grote cystolieten vaak worden gepalpeerd in de linker prefemorale fossa wanneer het dier verticaal geïmponeerd wordt (Keller, 2019; Keller et al., 2015; Mader, 2006). Cloacolieten kunnen afhankelijk van de afmeting van het dier vastgesteld worden via digitale palpatie van (het lumen van) de cloaca of rechtstreeks gevisualiseerd worden na het openspreiden van de cloacale opening.

Medische beeldvorming, vooral radiografisch onderzoek, is van fundamenteel belang bij het bevestigen van de diagnose van urolithiase en laat ook toe om de locatie van de calculi te bepalen, bijvoorbeeld wanneer deze zich in het bekkenkanaal bevinden en aldus niet kunnen gepalpeerd worden of om de aanwezigheid van meerdere urolieten te detecte-

ren. Radiografische beeldvorming laat bovendien de simultane detectie en identificatie toe van primaire oorzaken van urolithiase zoals spinale osteomyelitis en metabole aandoeningen (e.g. N/RSHP) (Solanes et al., 2023; Mader, 2006). Het is steeds aangewezen om minstens een dorsoventrale en laterolaterale radiografische opname te beoordelen. Bij schildpadden kan een craniocaudale opname eveneens waardevol zijn. Radiografisch zijn urolieten, voornamelijk cysto- en cloacolieten, typisch zichtbaar als radiopake, laminaire structuren in het caudale coeloom of het bekkenkanaal (Keller, 2019; Mader, 2006) (Figuur 1 en 2). Radiolucente urolieten komen slechts uitzonderlijk voor bij reptielen (Keller et al., 2015). Echografie en computertomografie kunnen eveneens waardevol zijn voor de primaire diagnose van urolithiasis, evenals voor het diagnosticeren van primaire oorzaken en comorbiditeiten (Keller, 2019). Tijdens echografisch onderzoek zal een cystoliet een ‘akoestische schaduw’ veroorzaken (Figuur 3A). Dit artefact wordt echter ook gezien bij bijvoorbeeld intestinale zandimpactie als gevolg van de accidentele of bewuste opname van bodemsubstraat door schildpadden of hagedissen. Dif-



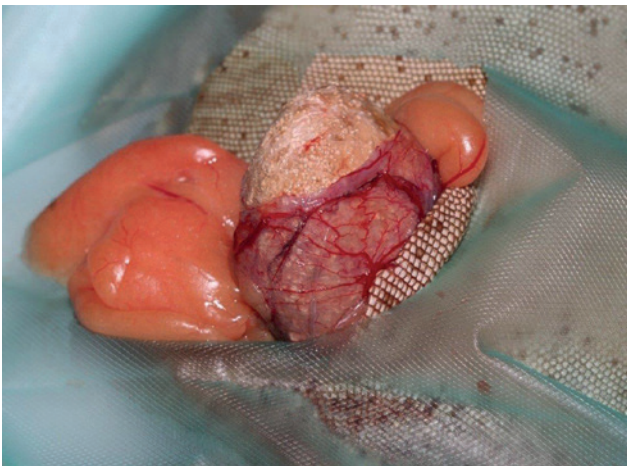
Figuur 3A. Distale akoestische schaduw veroorzaakt door een cystoliet tijdens echografische visualisatie met een microconvexe probe via de linker prefemorale fossa bij een sporenschildpad (*Centrochelys sulcata*).



Figuur 3B. Dopplerechografie waarbij een karakteristiek twinkling artefact wordt veroorzaakt door een cystoliet bij een Russische vierdeenschildpad (*Testudo horsfieldii*) tijdens echografische visualisatie met een microconvexe probe via de linker prefemorale fossa.



Figuur 4. Cystotomie via een paramediane coeliotomie bij een witzwarte grondleguaan (*Ctenosaura similis*) ter verwijdering van een cystoliet. De blaas wordt gefixeerd met steunhechtingen.



Figuur 5. Verwijdering van een cystoliet via cystotomie bij een gewone chuckwalla (*Sauromales ater*). De grote cystoliet was de oorzaak van obstructieve dystokie.



Figuur 6. Verwijdering van een uraatconcrement (pseudocalculus) uit het distale colon van een haakneusslang (*Heterodon nasicus*) door middel van massage van het caudale coeloom.

ferentiatie is mogelijk via dopplerechografie, waarbij een karakteristiek *twinkling* artefact kan vastgesteld worden wanneer het om een cystoliet gaat (Figuur 3B). Dit artefact lijkt op een fonkelend of sprankelend effect en verschijnt als een snel veranderend kleursignaal distaal van het oppervlak van de calculus tijdens kleurendopplerbeeldvorming. Er wordt aangenomen dat het veroorzaakt wordt door het ruwe oppervlak van de steen, dat meerdere kleine reflecties en verstrooiing van het dopplersignaal creëert.

In vergelijking met de waarde van andere diagnostische methoden die vaak worden aangewend bij honden of katten met urolithiasis, lijken plasmabiochemie, hematologie en urineonderzoek geen uitgesproken meerwaarde te hebben voor de diagnose van urolithiasis bij reptielen (Keller, 2019; Keller et al., 2015). Alhoewel in enkele studies onder andere hyperuremie, hyperurikemie en milde leukocytose vastgesteld werden bij schildpadden met cystolithiasis, lijkt er zelden een duidelijk causaal verband aangetoond te kunnen worden tussen vastgestelde afwijkingen en cystolithiasis (Takami et al., 2021; Homer et al., 1998; Keller et al., 2015). Biochemische veranderingen kunnen wel optreden in geval van obstructieve ureterolithiasis (Keller et al., 2015; Mans en Sladky, 2012). Bij urineonderzoek van reptielen dient er rekening gehouden te worden met de fysiologische aanwezigheid van uraatkristallen in de urine (Mader, 2006). Indien primaire of secundaire cystitis vermoed wordt, dient er bij de interpretatie van het microbiologisch onderzoek van een urinestaal rekening mee gehouden te worden dat de urineblaas van reptielen geen steriel milieu vormt (Divers, 2019).

BEHANDELING VAN UROLITHIASIS BIJ REPTIELEN

Onafhankelijk van de locatie en afmeting van de uroliet is ook bij reptielen een adequate preoperatieve evaluatie van het grootste belang. De primaire oorzaak van urolithiasis dient opgespoord en indien mogelijk geremedieerd te worden om recidieven te vermijden. In de meeste gevallen houdt dit hoofdzakelijk een optimalisatie van het management in (Mader, 2006). In geval van ureterolieten is de prognose meestal erg ongunstig en indien deze bilateraal aanwezig zijn, is behandeling meestal niet aangewezen. Cystolithiasis is over het algemeen een chronische aandoening en behandeling ervan is niet spoedeisend, tenzij de calculus bijvoorbeeld secundaire obstructieve dystokie of obstructie van de urethra of cloaca veroorzaakt. Indien een primaire oorzaak zoals spinale osteomyelitis vastgesteld wordt, is de prognose uiterst ongunstig en is het verwijderen van de cystoliet niet zinvol (Solanes et al., 2023). Medicamenteuze dissolutie van urolieten werd tot op heden niet gedocumenteerd bij reptielen en is waarschijnlijk niet efficiënt. Dit kan in hoofdzaak te wijten zijn aan de samenstelling en grote

afmeting van de calculi op het ogenblik van de initiële diagnose (Mader, 2006).

Chirurgische benadering van cystolithiase bij reptielen hangt zowel af van de soort, de locatie en grootte van de cystoliet (Keller, 2019). Op het tijdstip van de diagnose hebben cystolieten dikwijls een aanzienlijke afmeting bereikt en het is niet uitzonderlijk dat het gewicht van de calculus meer dan 10% van het lichaamsgewicht van het reptiel bedraagt (Mader, 2006). Bij hagedissen kan cystotomie in functie van de verwijdering van een cystoliet routinematig via klassieke ventrale, paramediane of lumbale coeliotomie uitgevoerd worden (Figuur 4 en 5). Bij slangen kunnen uraatconcrementen die zich in het distale colon bevinden, in de meeste gevallen makkelijk verwijderd worden via massage van het distale coeloom (Figuur 6). In de meeste gevallen van cystolithiasis bij schildpadden is cystotomie via transplastroncoeliotomie of een endoscopie-geassisteerde prefemorale benadering vereist om de cystoliet te verwijderen. Deze operationele procedures werden in detail gedocumenteerd bij verschillende schildpaddensoorten (Hellebuyck en Solanes, 2023; Solanes et al., 2023; Divers, 2019; Divers en Wüst, 2019; Keller, 2019; Stahl, 2019; Wüst en Divers, 2019; Nagappan et al., 2018; Keller et al., 2015; Mans en Sladky, 2012; Kwantes, 1992; Wolf et al., 2008). Gepaste analgetische en anesthesische protocollen en antimicrobiële profylaxe dienen toegepast te worden naargelang de betrokken soort en de vastgestelde etiologie en pathologie. Bij schildpadden hangt de keuze van de operationele benadering af van de afmeting van de prefemorale fossa in relatie tot de afmeting van de cystoliet. Aangezien schildpaddensoorten waarbij cystolithiase het meest frequent gediagnosticeerd wordt, vaak een restrictieve fossa hebben, geniet transplastroncoeliotomie meestal de voorkeur (Keller, 2019; Mader, 2006) (Figuur 7 en 8). Relatief kleine cystolieten kunnen rechtstreeks via cystoscopie of via endoscopie-geassisteerde coelioscopie en cystoscopie verwijderd worden en cloacolieten via cloacoscopie of rechtstreekse visualisatie (Keller, 2019; Mans en Sladky, 2012; Mader, 2006). Bij deze benadering is er dikwijls fragmentatie van de calculus noodzakelijk en vooral in geval van cystoscopische verwijdering bestaat het risico dat er restanten van de calculus in de urineblaas achterblijven die potentieel een nidus vormen met recidieven tot gevolg (Mans en Sladky, 2012). Keller et al. (2015) beschreven het gebruik van holmium:yttrium-aluminium-garnet (Ho:Yag) laserlithotripsie bij schildpadden met cystolithiase maar de toepassing van deze techniek bij schildpadden is omslachtig en is niet altijd effectief.

Bij schildpadden met een zacht plastron, zoals bij jonge, opgroeiende schildpadden, en bij pannenkoekschildpadden (*Malacochersus tornieri*) waar dit van nature voorkomt en die restrictieve prefemorale fossa bezitten, wordt gemodificeerde transplastroncoeliotomie uitgevoerd. Bij het toepassen van deze procedure wordt bij pannenkoekschildpadden de coeloomholte



Figuur 7. Cystotomie via een transplastroncoeliotomie bij een sporenschildpad (*Centrochelys sulcata*).



Figuur 8. Illustratie van de afmeting van een cystoliet na verwijdering via transplastroncoeliotomie gevolgd door cystotomie bij een sporenschildpad (*Centrochelys sulcata*).

benaderd door een middellijnincisie te maken ter hoogte van de naad tussen de abdominale schildsegmenten die horizontaal verlengd wordt ter hoogte van de overgang naar de pectorale en femorale schildnaden (Figuur 9). Bij juveniele schildpadden kan een U-vormige incisie ter hoogte van het caudale plastron gemaakt worden (Figuur 10). Na het uitvoeren van een routinecoeliotomie en cystomie ter verwijdering van de cystoliet, wordt de coelomale membraan routinematig gesloten met een doorlopende hechting, terwijl het plastron wordt gesloten met een continu of enkelvoudig patroon en er bijkomend cyanoacrylaat-adhesieve weefsellijm aangebracht wordt ter hoogte van de incisie.

Alhoewel een relatief hoge mortaliteit beschreven wordt bij schildpadden die operatief behandeld worden voor cystolithiase (Keller et al., 2015), kent de operationele behandeling van cystolithiasis bij reptielen algemeen een erg gunstige prognose ongeacht



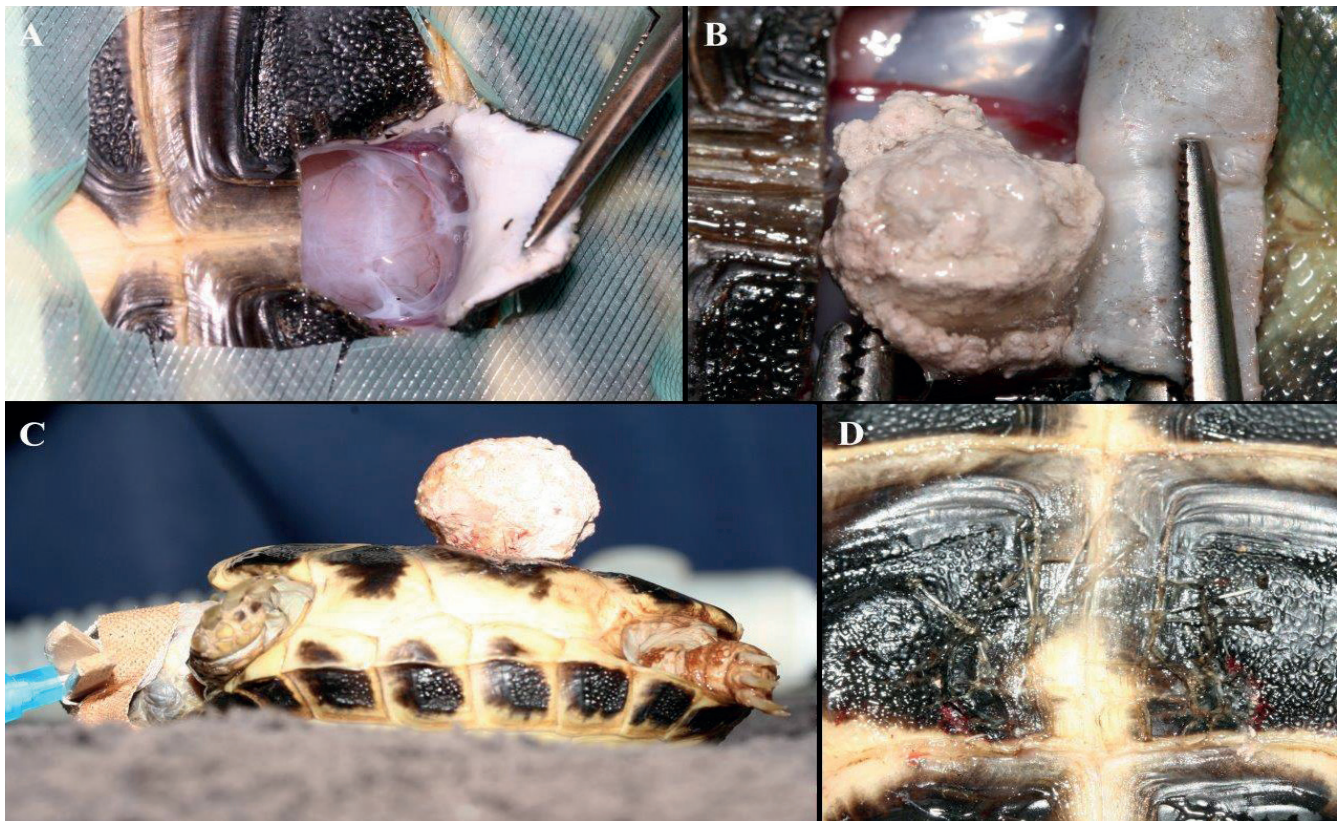
Figuur 9. Gemodificeerde transplastroncoeliotomie uitgevoerd bij een pannenkoekschildpad (*Malacochersus tornieri*) A. Incisie van het plastron. B. Visualisatie en openen van de coelomale membraan. C. De plastronincisie wordt gesloten met een doorlopende hechting. D. Postoperatieve opname van het geheeld plastron vier maanden na de ingreep.

de toegepaste procedure, tenzij er op het moment van de behandeling een ernstige primaire aandoening of complicaties aanwezig zijn.

CONCLUSIE

Vooral cysto- en cloacolithiase is een vaak voorkomende aandoening bij in gevangenschap gehouden hagedissen en schildpadden en er bestaan uitgesproken soortpredisposities. Vooral de toepassing van een suboptimaal management vormt een belangrijke predisponerende factor voor de ontwikkeling van urolithiase bij reptielen, maar ook bij in het wild levende schildpadden werd cystolithiase reeds gedocumenteerd. Het vaststellen van cystolithiase bij reptielen

kan een toevallsbevinding zijn en meestal gaat het om een chronische aandoening. Eens de cysto- of cloacaliet een aanzienlijke afmeting bereikt, kunnen symptomen optreden. Deze zijn meestal specifiek, tenzij de calculus obstructie veroorzaakt. De diagnose van cystolithiase berust voornamelijk op een gedegen klinisch en radiografisch onderzoek. Eens de locatie en afmeting van de calculus bepaald werden, dringt een operatieve behandeling zich meestal op. Naargelang de betrokken soort en afmeting van de calculus kan er gekozen worden voor coeliotomie of een endoscopische benadering. De prognose van deze behandeling is in de meeste gevallen uitstekend, tenzij er een ernstige primaire oorzaak of fatale secundaire complicaties aanwezig zijn op het ogenblik van de initiële diagnose.



Figuur 10. Verwijdering van een cystoliet bij een juveniele Russische vierteenschildpad (*Testudo horsfieldii*). **A.** U-vormige incisie van het caudale plastron met visualisatie van de coelomale membraan die de urineblaas bedekt. **B.** Verwijderen van de cystoliet en uraatconcrementen via cystotomie. **C.** Illustratie van de afmeting van een operatief verwijderde cystoliet ten opzichte van de lichaamsgrootte van een juveniele Russische vierteenschildpad. **D.** Sluiting van de plastronincisie met enkelvoudige hechtingen die nadien bedekt wordt met cyanoacrylaat adhesieve weefsellijm.

REFERENTIES

- Amat, A.C., Gabriel, B., Chee, N.W. (2012). Cystic calculi removal in African spurred tortoise (*Geochelone sulcata*) using transplastron coeliotomy. *Veterinary World* 5, 489-492.
- Cerreta, A.J., Keller, K.A., Gardhouse, S.M., Lulich, J.P., Sanchez-Migallon Guzman, D. (2022). Clinicopathologic findings and urolith composition for green iguanas (*Iguana iguana*) with urolithiasis: 21 cases and 132 stones (1996-2020). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 260, 1216-1221.
- Colon, V., Di Girolamo, N. (2024). Prevalence of urolithiasis in client-owned chelonians and its association with selected housing and dietary parameters in African spurred tortoises (*Centrochelys sulcata*). *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 34, 145-149.
- Divers, S.J. (2019). Urinary tract. In: Divers S.J., Stahl S.J. (editors). *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. St Louis Elsevier Inc., 1071-1076.
- Divers, S.J., Wüst, E. (2019). Chelonian transplastron coeliotomy. In: Divers S.J., Stahl S.J. (editors). *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. St Louis Elsevier Inc., 1058-1062.
- Hellebuyck, T., Solanes Vilanova, F. (2022). The use of prefemoral endoscope-assisted surgery and transplastron coeliotomy in chelonian reproductive disorders. *Animals* 12, 3439.
- Homer, B.L., Berry, K.H., Brown, M.B., Ellis, G., Jacobson, E.R. (1998). Pathology of diseases in wild desert tortoises from California. *Journal of Wildlife Diseases* 34, 508-523.
- Innis, C.J., Kincaid, A.L. (1999). Bilateral calcium phosphate ureteroliths and spirorchid trematode infection in a red-eared slider turtle, *Trachemys scripta elegans*, with a review of the pathology of spirorchiasis. *Bulletin of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians* 9, 32-35.
- Jacobson, E.R., Berry, K.H., Stacy, B., Huzella, L.M., Kalasinsky, V.F., Fleetwood, M.L., Mense, M.G. (2009). Oxalosis in wild desert tortoises, *Gopherus agassizii*. *Journal of Wildlife Diseases* 45, 982-988.
- Keller, K.A. (2019). Urolithiasis (cystic calculi and cloacal uroliths). In: Divers S.J., Stahl S.J. (editors). *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. St Louis Elsevier Inc., 1173-1176.
- Keller, K.A., Hawkins, M.G., Scott Weber, E.P., Ruby, A.L., Guzman, D.S.M., Westropp, J.L. (2015). Diagnosis and treatment of urolithiasis in client-owned chelonians: 40 cases (1987-2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 247, 650-658.
- Kwantes, L.J. (1992). Surgical correction of cystic urolithiasis in an iguana. *Canadian Veterinary Journal* 33, 752-753.
- Mader, D.R. (2006). Calculi: urinary. In: Mader D.R. (editor). *Reptile Medicine and Surgery*. St Louis Elsevier Inc., 763-671.
- Mans, C., Sladky, K.K. (2012). Endoscopically guided re-

- removal of cloacal calculi in three African spurred tortoises (*Geochelone sulcata*). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 240, 869-875.
- Mathes, K., Günther, P., Kowaleski, N., Fehr, M. (2009). Firmly embedded urolithiasis in the pelvic area of a mediterranean spur-thighed tortoise (*Testudo graeca*). *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere* 37, 427-432.
- Nagappan Govendan, P., Made Ananthawijaya, I.G., Gede Jayawarditha, A.A. (2018). Case report : urolith surgical removal in a green Iguana (*Iguana iguana*). *Jurnal Veteriner* 19, 143.
- Osborne, C.A., Albasan H., Lulich, J.P., Nwaokorie, E., Koehler, L.A., Ulrich, L.K. (2009). Quantitative analysis of 4468 uroliths retrieved from farm animals, exotic species, and wildlife submitted to the Minnesota Urolith Center: 1981 to 2007. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* 39, 65-78.
- Reavill, D.R., Schmidt, R.E. (2010). Urinary tract diseases of reptiles. *Journal of Exotic Pet Medicine* 19, 280-289.
- Sahner, A., Geyer, B., Selzer, D. (2007). Umfangreicher Blasenstein bei einem Chuckwalla (*Sauromalus obesus*). *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere* 35, 219-221.
- Simard, J., Marschang, R.E., Leineweber, C., Hellebuyck, T. (2020). Prevalence of inclusion body disease and associated comorbidity in captive collections of boid and pythonid snakes in Belgium. *Plos one* 15, e0229667.
- Solanes Vilanova, F., Van Caelenberg, A., Pontes, J., Hellebuyck, T. (2023). Vertebral Osteomyelitis in a black spiny-tailed iguana (*Ctenosaura similis*) and a red tegu (*Salvator rufescens*). *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 33, 101-108.
- Stahl, S.J. (2019). Lizard coeliotomy. In: Divers S.J., Stahl S.J. (editors). *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. St Louis Elsevier Inc., 1047-1053.
- Takami, Y., Koieyama, H., Sasaki, N., Takumi, I., Takaki, Y., Takihiro, W., Miwa, Y. (2021). Survey of tortoises with urolithiasis in Japan. *The Journal of Veterinary Medical Science* 83, 435-440.
- Wüst, E., Divers, S.J. (2019). Chelonian prefomoral coeliotomy. In: Divers S.J., Stahl S.J. (editors). *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. St Louis Elsevier Inc., 1054-1056.
- Wolf, K.N., Troan, B.V., DeVoe, R. (2008). Chronic urolithiasis and subsequent cystectomy in a San Esteban Island Chuckwalla, *Sauromalus varius*. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 18, 106-112.



© 2024 by the authors. Licensee Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Ghent University, Belgium. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of

the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).