

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra veterinárních disciplín



Urolitiáza u psů

Bakalářská práce

Autor práce: Marie Nyilfová

Obor studia: Kynologie

Vedoucí práce: MVDr. Romana Krejčířová

© 2017/18 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Urolitiáza u psů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mé vedoucí práce MVDr. Romaně Krejčířové za její trpělivost, ochotu, a hlavně za čas, který mi věnovala při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala mé rodině a příteli, kteří mě vždy podporují a jsou mi velkou psychickou oporou.

Urolitiáza u psů

Souhrn

Urolitiáza (tvorba močových kamenů) je velmi častým onemocněním vylučovacího ústrojí psů. K tvorbě urolitů dochází při přesycení moči litogenními látkami. V závislosti na chemickém složení lze močové kameny dělit na kalcium oxaláty, struvity, urátové a cystinové kameny. Hlavními komponenty kalcium oxalátů jsou vápník a oxalát. Ke zformování kalcium oxalátových urolitů vede přesycení moči vápníkem a oxalátem, dalším rizikovým faktorem je také neutrální a kyselé pH moči. Struvitové kameny jsou složeny z hořčíku, amoniaku a fosfátu. Jedná se o nejčastěji se vyskytující typ urolitů u psů. Jejich vznik je často spojen s bakteriální infekcí. Ideálními predispozičními faktory pro zformování struvitů jsou bakteriemi poškozený epitel močového ústrojí, přesycení moči hořčíkem, amoniakem a fosfátem a alkalické pH moči. Uráty se skládají převážně z močanů, a to amonných, sodných nebo draselných. Vyskytují se především u psů s defektem metabolismu purinů, při kterém nedochází k přeměně kyseliny močové na allantoin, v moči rozpustný konečný produkt metabolismu. Cystinové kameny jsou tvořeny aminokyselinou cystinem. K formování cystinových kamenů dochází převážně v kyselé moči. Nejvíce jsou postiženi psi trpící cystinurií. Při této nemoci dochází k narušení schopnosti reabsorpce aminokyseliny v ledvinových tubulech s následkem nadměrného vylučování cystinu v moči.

Klinické příznaky urolitiázy obvykle souvisí s úrovní poškození močového traktu. Projevy choroby jsou velmi variabilní, nebo se přítomnost močových kamenů nemusí klinicky projevit vůbec. Nejčastějším příznakem bývá bolestivost při močení a přítomnost krve v moči. Postupně může dojít až k neschopnosti se vymočít a s ní spojené částečné nebo úplné ucpaní močové trubice.

Diagnostika urolitiázy je prováděna řadou metod. Běžně prováděnou diagnostickou metodou je analýza moči spočívající ve vyhodnocení její hustoty, pH, přítomnosti erytrocytů,

leukocytů, bakterií a krystalů litogenních látek. Pro detekci kamenů je možno využít také zobrazovacích metod, například rentgenodiagnostiky či kontrastní rentgenologie.

Urolity, které u pacienta nevyvolávají klinické příznaky, jsou pouze sledovány. U většiny močových kamenů je snaha o jejich rozpouštění, a to podáváním stravy se sníženým obsahem litogenních látek a úpravou pH moči. Běžně indikována jsou také antibiotika k utlumení zánětu. Nerozpustné urolity jsou odstraňovány chirurgicky, velmi často vybavením z močového měchýře.

Prevence proti vzniku urolitů spočívá především v úpravě složení přijímaného krmiva. Poměr jednotlivých složek by měl být v takovém poměru, aby se zvýšil objem moči a snížila koncentrace litogenních látek. Vhodná je také úprava pH moči.

Postižení urolitiázou jsou převážně psi, a to mladšího věkového průměru. Výjimku tvoří pouze struvitové kameny, které se vyskytují častěji v močovém traktu fen. Nejvíce náchylná jsou k tvorbě močových kamenů plemena jako dalmatin, anglický buldok, malý knírač a skotský deerhound. Velice častý je výskyt urolitiázy i u kříženců.

Klíčová slova: vylučovací soustava, pH moči, močové kameny, inkontinence, dieta

Urolithiasis in dogs

Summary

Urolithiasis (formation of urinary stones) is a very common disease of the renal system of dogs. Urolithiasis occurs when urine is overloaded with lithogenic substances. According to the chemical composition, the urinary stones can be divided into calcium oxalate, struvite, urate and cystine stones. The main components of calcium oxalate are calcium and oxalate. Formation of calcium oxalate uroliths leads to urine calcium and oxalate overloading, another risk factor is neutral and acidic urine pH. Struvite stones are composed of magnesium, ammonium and phosphate. This is the most common type of uroliths in dogs. Their formation is often associated with a bacterial infection. Ideal predisposing factors for struvite formation are bacteria damaged by the epithelium of the urinary tract, urine overloading with magnesium, ammonium and phosphate, and alkaline pH of the urine. The urates contain predominantly urates, ammonium, sodium or potassium the most. They are found primarily in dogs with defects in purine metabolism that do not convert uric acid to allantoin, the urine-soluble end-product of metabolism. Cystine stones are made up of amino acid cystine. The formation of cystine stones occurs predominantly in acid urine. The most affected are dogs suffering from cystinuria. This disease disrupts the ability of reabsorption of the amino acid in the renal tubules resulting in excessive cystine secretion in the urine.

Clinical signs of urolithiasis are usually related to the level of urinary tract damage. The manifestations of the disease are very variable, or the presence of urinary stones may not be clinically manifest at all. The most common is the pain during urination and the presence of blood in the urine. Gradually, it may occur as an inability to urinate and associated partial or complete occlusion of the urethra.

Diagnosis of urolithiasis is performed by many methods. The commonly used diagnostic method is urine analysis, consisting in the evaluation of its density, pH, the presence of erythrocytes, leukocytes, bacteria and crystals of lithogenic substances. For the detection of stones, it is also possible to use imaging methods, such as X-ray diagnostic or contrast X-ray.

Uroliths that do not cause clinical symptoms in the patient are only monitored. Most of the urinary stones are trying to dissolve by feeding low lithogenic substances diet and adjusting urine pH. Insoluble uroliths are removed by surgery, often by bladder equipment.

Prevention of the formation of uroliths consists primary in adjusting the composition of the feed received. The composition of dietary compound feed compounds is in such a ratio as to increase urine volume and reduce the concentration of lithogenic substances. Urine pH adjustment is also appropriate.

Affected by urolithiasis are mostly younger dogs. Exceptions are only struvite stones, which occur more often in the female urinary tract. Most predispositions to formation of urine stones are breeds such as Dalmatian, English bulldog, small schnauzer and Scottish deerhound. The prevalence of urolithiasis is also very common in crossbreeds.

Keywords: renal systém, urine pH, urinary stones, incontinence, diet

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	2
3	Urolitiáza u psů	3
3.1	Anatomie a funkce vylučovací soustavy	3
3.1.1	Ledviny psa.....	3
3.1.2	Vývodné cesty močové.....	4
3.2	Fyziologie vylučovací soustavy.....	6
3.3	Urolitiáza.....	7
3.3.1	Kalcium oxaláty.....	8
3.3.2	Struvitové urolity	9
3.3.3	Uráty	10
3.3.4	Cystinové kameny.....	11
3.4	Příznaky urolitiázy.....	12
3.5	Diagnostika přítomnosti močových kamenů	12
3.6	Léčba urolitiázy	14
3.6.1	Nechirurgické metody léčby	14
3.6.2	Chirurgické metody léčby.....	15
3.7	Prevence vzniku urolitiázy	17
3.8	Predispozice ke vzniku močových kamenů.....	17
3.8.1	Věk.....	17
3.8.2	Pohlaví	18
3.8.3	Plemenná predispozice	18
4	Závěr	19
5	Seznam použité literatury	20

1 Úvod

Urolitiáza je jedním z nejčastějších onemocnění močového traktu u psů. Při přesycení moči litogenními látkami dochází k agregaci minerálních látek a následné tvorbě urolitů. Dalšími rizikovými faktory vzniku močových kamenů jsou bakteriální infekce, pH moči, závislé na typu urolitu, ale také plemenná predispozice. Jedná se o poměrně závažné onemocnění, které hlavně v pokročilém stádiu může vést k ucpání močové trubice. V krajních případech dokonce k prasknutí močového měchýře či úhynu psa.

Klinické příznaky jsou velmi variabilní, někdy se však jedná o průběh asymptomatický. Častým signálem výskytu močových kamenů je bolestivé močení a přítomnost krve v moči. Následkem částečného nebo v těžších případech úplného ucpání močové trubice je omezení či znemožnění močení.

Urolitiázou trpí převážně psi mladšího věkového průměru a predisponovaných plemen. Mezi tato plemena patří například dalmatin nebo malý knírač. K výskytu nemoci však může dojít u všech jedinců nezávisle na věku, pohlaví či plemeni.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je na základě studia aktuální odborné literatury zpracovat literární rešerši na téma urolitiázy u psů. Součástí rešerše je popis příznaků, diagnostika močových kamenů, možnosti léčby a prevence tohoto onemocnění. V neposlední míře také věková, pohlavní a plemenná predispozice psů k postižení urolitiázou.

3 Urolitiáza u psů

3.1 Anatomie a funkce vylučovací soustavy

Vylučovací soustava je tvořena párovými ledvinami a vývodnými močovými orgány, mezi které patří párová ledvinná pánvička a močovod, močový měchýř a močová trubice (König a Liebich, 2002).

Primární funkcí močového systému je pravidelné shromažďování, přepravování, ukládání a vylučování moči. Tímto způsobem vylučovací soustava zajišťuje eliminaci metabolických a toxických produktů vzniklých v ledvinách (Hickling et al., 2015). Prostřednictvím párových ledvin je udržována homeostáza a zachován stálý objem vody a obsah iontů (König a Liebich, 2002).

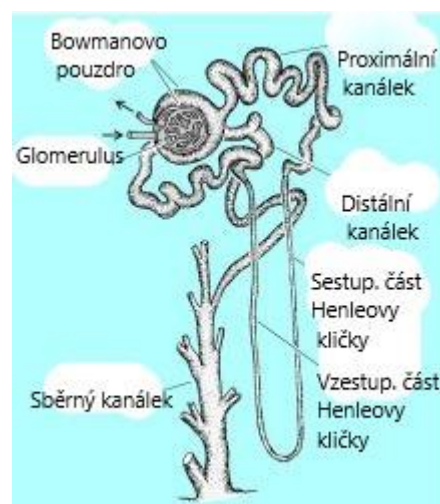
3.1.1 Ledviny psa

Ledviny jsou párovým orgánem fazolovitého tvaru a červenohnědé barvy. Jsou uloženy retroperitoneálně na dorzální stěně dutiny břišní po obou stranách páteře, přičemž pravá ledvina leží kraniálněji než levá. V době embryonálního vývoje se ledviny skládají z velkého počtu laloků. U psa tyto laloky srůstají a dávají vznik hladké ledvině. Ledviny jsou kryty tukovým pouzdem, pod kterým se nachází tuhé pouzdro obsahující kolagenní vlákna. Na místech výstupů cév vyživujících tukový obal ledvin se tuhé pouzdro upíná k parenchymu ledviny. Na řezu ledvinou lze rozeznat i makroskopicky rozdělení parenchymu na kůru a vnější a vnitřní dřeň ledviny. Kůra je červenohnědá a jemně granulovaná, vnější dřeň tmavší a vnitřní světlejší. Dřeň je rozdělena do pyramidových úseků, zakončených hroty pyramid (König a Liebich, 2002). Srůstem hrotů v souvislý hřeben ledviny vzniká typ hladké unipapilární ledviny typické pro psa (Pereira-Sampaio et al., 2009).

3.1.1.1 Nefron a kanálkový systém

Nefron je základní stavební a funkční jednotka ledviny. U psa je nefronů přibližně 400 000. Každý nefron je složen z ledvinového tělíska a močového kanálku. Ledvinové

tělisko má kulovitý tvar a je umístěno v kůře ledviny. Tělisko se skládá z glomerulu (sít' tepének) a Bowmanova pouzdra. Bowmanovo pouzdro je složeno z vnitřního a vnějšího listu. Štěrbínovitý prostor sevřený listy je slepým začátkem močového kanálku. Primární moč produkovaná v glomerulu je odtud odváděna do proximálního tubulu (König a Liebich, 2002), nacházejícího se v kůře ledviny (Dwyer et Schmidt-Nielsen, 2003). Proximální tubulus se skládá ze tří morfologicky odlišných částí, a to z počáteční, střední a pozdní části (Féaille et al., 2001). Pokračováním močového kanálku je Henleova klička. Její sestupné raménko a klička tvaru písmen u leží ve dřeni ledviny, vzestupným raménkem se vrací do kůry ledviny (Pannabecker, 2013). Třetím úsekem kanálkového systému nefronu je distální kanálek, směřující z dřene do kůry ledviny v blízkosti ledvinového tělíska. Skládá se z přímé a stočené části. Krátký spojovací úsek vede ke sběrnému kanálku, který se nalézá ve dřevném paprsku. Zajišťuje odtok moči z nefronů přes ledvinnou pánvičku do močovodu (König a Liebich, 2002).



Obr.č.1.: Stavba nefronu ledviny. [cit. 2018-03-4]. Dostupné z:<<http://veterinary-online.blogspot.cz/2012/10/veterinary-anatomy-online.html> >

3.1.2 Vývodné cesty močové

Mezi vývodné orgány vylučovací soustavy patří ledvinná pánvička, močovod, močový měchýř a močová trubice (Hickling et al., 2015). Hlavní funkcí vývodných močových orgánů je skladování a periodické vylučování moči (Nickel et Venker van Haagen, 1999).

3.1.2.1 Ledvinné pánvička a močovody

Ledvinné pánvičky jsou obklopeny vnitřní dřeninou ledviny a mají tvar trychtýře (Dwyer et Schmidt-Nielsen, 2003). Pánvičky nasedají na hřeben ledviny a představují počáteční rozšířený úsek močovodů (König a Liebich, 2002). Močovody jsou párové trubice přivádějící moč z ledvin do močového měchýře (Nickel et Venker van Haagen, 1999). Jsou umístěny retroperitoneálně v dorzální části břišní dutiny, postupují kaudálně a před vstupem do pánevní oblasti se mediálně stácejí. Před vstupem do močového měchýře vstupují močovody do řasy chámovodu a laterálního vazu močového měchýře u samců, u samic pak do širokého děložního vazu. Močovody samců po dosažení dorzální plochy měchýře překříží chámovody. Poté prostupují močovody šikmo stěnou močového měchýře, probíhají mezi svalovou vrstvou a sliznicí, pod ostrým úhlem jí prostoupí a do dutiny měchýře se otevírají štěrbinovitým otvorem. Tímto mechanismem je při vzrůstajícím tlaku v močovém měchýři zabráněno zpětnému toku moče bez omezení dalšího plnění močového měchýře (König a Liebich, 2002).

Močovody a ledvinné pánvička se skládají z vnější vazivové vrstvy (König a Liebich, 2002). Svalová vrstva je tvořena vnější a vnitřní podélnou hladkosvalovou vrstvou a střední kruhovou vrstvou (Nickel et Venker van Haagen, 1999). Vnitřní sliznici tvoří přechodný epitel (typ epitelu, skládající se s více řad buněk schopných měnit svůj tvar a přizpůsobit se tak naplnění močových cest) s velmi nízkou propustností pro vodu a močovinu (Schmidt-Nielsen, 1987).

3.1.2.2 Močový měchýř

Močový měchýř je dutý orgán, měnící polohu a velikost v závislosti na množství moči. Prázdný močový měchýř je uložen v pánevní dutině (Nickel et Venker van Haagen, 1999). Močový měchýř má kulovitý tvar, při plnění močí však může svůj tvar měnit a dosahovat více kraniálně do dutiny břišní. Na měchýři lze rozlišit vrchol, tělo a krček měchýře. Tělo je kryto peritoneem přecházejícím na vazy, které měchýř udržují ve stejné poloze (König a Liebich, 2002). Pod serózou se nalézá svalová vrstva tvořená vnější a vnitřní podélnou hladkosvalovou vrstvou a střední kruhovou vrstvou (Nickel et Venker van Haagen, 1999). Sliznice vyprázdněného měchýře vytváří řasy a je kryta přechodným epitelem (König a Liebich, 2002).

3.1.2.3 Močová trubice

Močová trubice je u samic součástí vylučovací soustavy. Trubice je krátká a roztažitelná. Prochází kaudálním směrem na pánevním dně ventrálně od rozmnožovacích orgánů. Než se otevře do poševní předsíně, probíhá šikmo stěnou vagíny (König a Liebich, 2002).

U samců je její převážná část spojena s pohlavní soustavou. Močová trubice samců se dělí na část pánevní a pyjovou. Pánevní část má začátek v krčku močového měchýře a zasahuje až po východ z pánevní dutiny. Prostatická část pánevní části a pyjová část močové trubice tvoří společnou část močové a pohlavní soustavy. Téměř celá močová trubice jak samic, tak samců, je tvořena příčně pruhovanou svalovinou (König a Liebich, 2002).

3.2 Fyziologie vylučovací soustavy

V ledvině dochází k filtraci značného množství tekutiny z krevní plasmy, z krve do moče jsou tak předávány organické produkty metabolismu a látky, které tělo nedokáže degradovat. V glomerulech ledvin se vytvoří ultrafiltrát krevní plasmy (izoosmotická primární moč), obsahující stejné množství látek jako krevní plasma (König a Liebich, 2002). Moč filtrovaná v glomerulech přechází do proximálního tubulu (Dwyer et Schmidt-Nielsen, 2003). V proximální tubulu nefronu dochází k reabsorpci okolo 70 % filtrovaného sodíku, draslíku, chloridu, hydrogenuhličitanu, fosfátu a vody. Je zde opětovně vstřebána téměř všechna glukóza a aminokyseliny. Pohyb vody s ionty je v proximálním tubulu řízen osmózou (Férraille et al., 2001). Rychlost průtoku moči skrze Henleovu kličku je řízena protiproudovým systémem (Pannabecker, 2013). Ve vzestupném raménku tohoto úseku dochází k reabsorpci 15 % sodíku, draslíku, hydrogenuhličitanu a kationtů vápníků a hořčíku. Buňky jsou v tomto místě nepropustné pro vodu, glukózu, fosfát a aminokyseliny. Ve vzestupném raménku dochází tedy ke vzniku hypotonické tekutiny, což je důležité pro udržení rovnováhy vody v organismu (Férraille et al., 2001). V distálním tubulu je reabsorbován sodík a sekretován draslík zejména působením hormonu aldosteronu, který působí na zpětnou resorpci sodíku a

vyučování draslíku (Meneton et al., 2004). Další látkou, která je v tomto úseku opětovně vstřebána, je amoniak, také zde dochází k okyselení moči (výměnou vodíkových iontů). Poslední úsek, sběrný kanálkový systém, je místem konečné regulace sodíku a draslíku a vylučováním vody. Reabsorbováno je v tomto úseku 0-5 % sodíku. Voda je ve sběrných kanálcích vstřebávána, ve větší míře však vylučována z důvodu velmi nízké propustnosti buněk v tomto úseku (Féraillé et al., 2001). Vylučování sodíku a draslíku je regulováno především v případě, že dojde k ochromení distálního tubulu, který je hlavním regulátorem těchto iontů (Meneton et al., 2004). V distálnějších částech sběrných kanálků je reabsorpce sodíku snížena a zvyšuje se jeho sekrece. Transport vody a iontů je v této části kontrolován aldosteronem (hormon zvyšující propustnost buněk sběrných kanálků pro vodu) (Féraillé et al., 2001). V distálnějších částech sběrných kanálků dochází také ke zpětnému vstřebávání močoviny, která je hlavním konečným produktem metabolismu dusíku u všech savců. Proximální část sběrných kanálků neabsorbuje močovinu téměř vůbec (Knepper et Roch-Ramel, 1987). Těmito procesy ledviny vytváří definitivní moč, která má odlišné složení oproti ultrafiltrátu. Objem definitivní moči tvoří 1-2 % z původního objemu moči primární (König a Liebich, 2002). Ze sběrných kanálků je moč přesouvána do ledvinné pánvičky a dále do močovodů a močového měchýře (Dwyer et Schmidt-Nielsen, 2003). Děje se tak pomocí peristaltických pohybů hladké svaloviny ledvinné pánvičky a močovodu. Po naplnění močového měchýře dochází k aktivaci močového centra v míše prostřednictvím receptorů a je zahájeno močení (Hickling et al., 2015).

3.3 Urolitiáza

Urolitiáza (vnik močových kamenů), je třetím nejčastějším onemocněním vylučovacího ústrojí. Močové kameny jsou lokalizovány zejména ve vývodných cestách močových (90-98 % urolitů) (Sosnar et al., 2002). Při přesycení moči litogenními látkami (kamenotvornými) dochází k agregaci krystalických látek a k následné tvorbě urolitů (Robertson et al., 2002). Urolity se dělí podle místa vzniku na nefrolity, vznikající v ledvinách, uretrolity, nalézající se v močovodu a ureterolity vyskytující se v močové trubici (Lulich et al., 2016). Podle složení se vzniklé kameny dělí na kalcium oxaláty, struvity, urátové kameny a méně častým typem urolitu jsou cystinové kameny. Nejčastější jsou kameny kulovitěho tvaru, méně často

oválného, fragmentovaného, nepravidelného, fazetového, plochého anebo se vyskytují jako písek Sosnar et al., 2005).

3.3.1 Kalcium oxaláty

Kalcium oxalátové kameny jsou častěji nacházeny ve vylučovací soustavě lidí (Kučera, 2001). V posledních letech však došlo ke zvýšení výskytu kalcium oxalátového urolitu rovněž u psů (Houston et al. 2017). Hlavními komponenty tohoto typu kamene jsou vápník a oxalát (sůl kyselina šťavelové), méně častá je přítomnost weddellitu (šťavelan vápenatý dihydrát), whewellitu (šťavelan vápenatý monohydrát) a apatitu (fosfátový minerál) (Kučera, 2001). Jedná o druhý nejčastější typ urolitu (Doreen et al., 2004; Sosnar et al., 2005; Langston et al., 2008; Chandler, 2015; Parvathamma et al., 2017). Kalcium oxaláty mají tvar neuspořádaně propletených ostrých lamel, které mohou narušit sliznici vývodných močových orgánů, nebo jsou hroznovité (Sosnar et al., 2005). Jejich výskyt je převážně v močovém měchýři, ale mohou být přítomny i v ledvinách a močovodech (Chandler, 2015).

3.3.1.1 Tvorba kalcium oxalátového urolitu

Ke zformování kalcium oxalátových urolitů vede přesycení moči vápníkem a oxalátem. K tomuto přesycení nejčastěji dochází při hyperkalcémii. Jedná se o stav, při kterém se zvýší uvolňování vápníku z kostí v důsledku acidózy (překyselení organismu). Stevenson et al., (2004) uvádí, že se kameny tvoří u psů s výrazně nižším příjmem sodíku, vápníku, draslíku, fosforu a u psů s hyperkalciurií (vyšší vylučování vápníku močí) a hyperoxalurií (vyšší vylučování oxalátu močí). Relativní přesycení moči jak kalcium oxalátem, tak struvitem, se dá vypočítat pomocí metody SUPERSAT. Jedná se o program, který přesně změří relativní přesycení moči těmito sloučeninami. Díky této metodě se dá přesně měřit a porovnat přesycení moči u zdravých a nemocných psů a správně odhadnout účinnost diety (Robertson et al., 2002). K formování kalcium oxalátových urolitů dochází v neutrální a kyselé moči (Langston et al., 2008). Výrazně vyšší riziko vzniku je u psů trpících hyperadrenokorticismem (Sosnar et al., 2005).



Obr. č. 2.: Kalcium oxalátové urolity. [cit. 2018-03-3]. Dostupné z:<<http://www.animalhospitalmapleorchard.com/cystotomy-removal-bladder-stones/>

3.3.2 Struvitové urolity

Struvitové kameny jsou složeny z horčíku, amoniaku a fosfátu (Seaman et Bartges, 2001). Většina autorů uvádí, že se jedná o nejčastěji se vyskytující typ urolitu u psů (Doreen et al, 2003; Sosnar et al, 2005; Langston et al, 2008; Herzig et al, 2010; Chandler, 2015; Parvathamma et al, 2017). Větší část struvitových kamenů se vyskytuje převážně ve vývodných cestách močového traktu (Seaman et Bartges, 2001). Struvity jsou hladké močové kameny s tupými okraji, pyramidálního či fazetovitého tvaru a jejich povrch je vždy matný (Sosnar et al. 2005).

3.3.2.1 Tvorba struvitu

Ke zformování struvitů dochází při přesycení moči hořčíkem, amoniakem a fosfátem (Seaman et Bartges, 2001). Jeho vznik je často spojen s bakteriální infekcí (Chandler, 2015). Epitel poškozený bakteriemi je vhodným místem k vysrážení urolitů (Seaman et al. 2001). Bakterie, jako například rod *Staphylococcus*, produkují enzym ureázu. Tento enzym v přítomnosti vody metabolizuje močovinu na amoniak a oxid uhličitý, což má za následek zvýšení obsahu amoniaku v moči. Amoniak se spojuje s vodou nebo vodíkovým iontem za vzniku iontu amonného. Vodíkové ionty jsou pufovány amoniakem a dochází ke zvýšení pH moči a ke vzniku fosfátu. Tímto dochází ke vzniku struvitového urolitu. Struvity, vzniklé

v důsledku bakteriální infekce, obsahují hydrogenuhličitanové ionty, které alkalizují moč, což přispívá k jejich další tvorbě. U psů mohou vznikat i sterilní struvitové urolity bez přítomnosti infekce (Chandler, 2015).

3.3.3 Uráty

Uráty obsahují převážně močany, což jsou soli kyseliny močové (Bannasch et al., 2004). Ve většině případů se jedná o močany amonné, sodné nebo draselné, vzácně obsahují xantin (sloučenina vzniklá při metabolismu dusíkatých sloučenin-purinů), allopurinol (analog purinu) či kyselinu močovou (Kučera, 2007). Močany jsou třetím nejčastějším typem urolitu (Sosnar et al., 2005; Kučera, 2007). Vyskytují se především u psů s defektem metabolismu purinů (Bende et Némenth, 2004). Převážný výskyt urátů je v dolních močových cestách (Kučera, 2007). Urátové kameny postihují zejména plemena jako dalmatin a anglický buldok (Chandler, 2015).

3.3.3.1 Tvorba urátu

U většiny savců je kyselina močová přeměňována v játrech působením enzymu urikázy na alantoin (dusíkatá látka na bázi močoviny). Pouze malé množství této kyseliny je vylučováno močí. Ve srovnání s alantoinem je kyselina močová málo rozpustná v moči a může docházet k jejímu sdružování s kationty, například amoniaku či sodíku. Působením amoniaku je kyselina močová přeměněna v amonný urát. Při přesycení moči těmito solemi dochází k formování urolitů (McCue et al., 2009). U dalmatinů je konečným produktem metabolismu purinů kyselina močová (Bannasch et al., 2004). Psi tohoto plemena mají částečně nepropustnou membránu hepatocytů (jaterní buňky) pro kyselinu močovou a buňky proximálního kanálku nedokáží reabsorbovat kyselinu močovou v dostatečné míře (Kučera, 2007). U ostatních plemen je tvorba kamenů spojená s portovaskulárním zkratem (krev je ze střeva odváděna rovnou do oběhu místo do jater), při němž dochází ke snížení jaterní konverze kyseliny močové na alantoin a amoniaku na močovinu, čímž dochází k hromadění amoniaku a kyseliny močové v moči a k následné tvorbě kamenů (McCue et al., 2009). Důsledkem toho se objevují zvýšené hladiny kyseliny močové a amoniaku v moči, které

představují příčinu tvorby močanu amonného (hlavní složka urátového kamene). Bez portovaskulárního zkratu vzniká tento typ jen výjimečně (Kučera, 2007). Dalšími rizikovými faktory vzniku urolitů jsou zvýšené renální vylučování amoniaku, nízké pH moči a infekce močových cest bakteriemi produkujícími ureázu. Jejich tvorbu mohou podpořit i dietní složky v krmivech, například puriny (Chandler, 2015).



Obr. č. 3.: Urátové urolity. [cit. 2018-03-3]. Dostupné z:<<http://www.animalhospitalmapleorchard.com/cystotomy-removal-bladder-stones/>

3.3.4 Cystinové kameny

Cystinové kameny jsou tvořeny aminokyselinou cystinem (Hoppe et Denneberg, 2001). K formování cystinových urolitů dochází nejčastěji v kyselé moči (Langston et al., 2008). Převážný výskyt tohoto typu kamene je v močovém měchýři, bývají lokalizovány také v močové trubici nebo v obou úsecích vylučovacího ústrojí. Menší míra výskytu cystinových kamenů je v ledvinách (Hesse et al., 2016).

3.3.4.1 Tvorba cystinových urolitů

Cystinové kameny se vytvářejí především u psů postižených cystinurií. Cystinurie je dědičná choroba, při které dochází k narušení schopnosti reabsorpce aminokyseliny

v tubulech ledvin. Následkem tohoto stavu je nadměrné vylučování cystinu močí. Cystin je v moči téměř nerozpustný a dochází tak k formování urolitů (Hoppe et Denneberg, 2001).

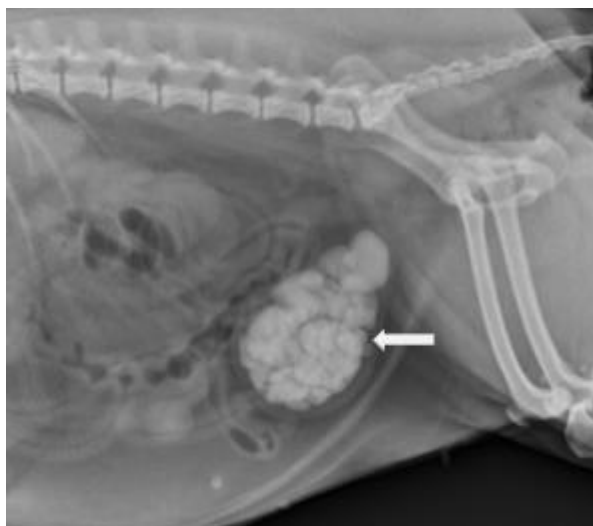
3.4 Příznaky urolitiázy

Klinické příznaky obvykle souvisí s úrovní poškození močového traktu (McCue et al., 2009). Mezi nejčastější projevy urolitiázy patří bolestivost při močení a přítomnost krve v moči (Uma et al., 2018). Pes močí často a přerušovaně (Paravathamma et al., 2017). Postupně dochází k neschopnosti se vymočit, pes zvrací, objevuje se anorexie, někdy i zvýšená teplota, zvýšená frekvence dechu a pulzu (Uma et al., 2018). Urolity mohou způsobit částečné až úplné ucpaní močové trubice, tzv. obstrukci. Ta je provázena zvětšením močového měchýře, bolestivostí při močení, zvracením, bolestivostí břicha, ale také zvýšením tlaku a v krajních případech může dojít až k prasknutí močového měchýře. Při obstrukci se objevuje bolestivost ledvin. Ledviny jsou velmi malé nebo naopak nadměrně velké či nepravidelného tvaru. U nefrolitů a ureterolitů mohou být příznaky proměnlivé, nebo se nemusí vyskytovat vůbec (asymptomatický průběh). V případě výskytu cystických močových kamenů dojde k zesílení stěny močového měchýře. Obsah urolitů zde v závislosti na jejich velikosti může být zjištělný i palpačně (Langston et al., 2008).

3.5 Diagnostika přítomnosti močových kamenů

Při diagnostice močových kamenů se provádí analýza moči, vyšetřují se močové sedimenty, ve kterých se prohledává mikrohematurie (krev v moči viditelná jen při mikroskopickém vyšetření), pyurie (leukocyty v moči) a bakteriurie (bakterie v moči), může být provedena i kultivace (množení bakterií v laboratorních podmínkách k umožnění jejich určení) (Langston et al., 2008). K určení typu močových kamenů přispívá i vyhodnocení hustoty moči, přítomnosti erytrocytů, bakterií a leukocytů v moči a určení pH moči (Silva de Lima et al., 2017). Pro detekci urolitů jsou používány zobrazovací metody. (Langston et al., 2008). Běžně je využívána rentgenodiagnostika, kdy pomocí RTG záření lze detekovat radiodenzní kameny (struvit, kalcium oxalát). Další zobrazovací metodou je kontrastní

rentgenologie. Kontrastní zobrazovací metody (metody používající kontrastní látky), jsou vhodné pro určení radiolucentních (průsvitných pro rentgenové záření) kamenů (uráty, cystinové kameny) (McLoughlin, 2011). Nejúčinnější metodou diagnostiky močových kamenů je dvojitá kontrastní rentgenologie (pacientovi je podána kontrastní látka a sledován její průchod močovým traktem). Tato metoda umožňuje kromě zobrazení kamenů i jejich měření a určení počtu (Silva de Lima et al., 2017). K diagnostice kamenů v horním močovém traktu se využívá vylučovací urografie (rentgenové vyšetření močových cest); jedná se o rentgenologickou metodu při které je pacientovi do krevního řečiště vstříknuta kontrastní látka a sledován její průchod močovými cestami. Při stagnaci kontrastní látky v určitém úseku vývodných cest je diagnostikována obstrukce. Metoda založená na podobném principu, jaký využívá vylučovací urografie, je antegrádní pyelografie, zobrazující renální sběrný systém a močovod pomocí vstříknutí kontrastní látky do dilatované (rozšířené) ledvinové pánvičky. Obstrukce ureteru se dá odhalit v některých případech i rektálním vyšetřením, kdy je palpací zjištěna přítomnost kamenů a rozšířením močovodu. Do popředí se dostává i počítačová tomografie, která je schopná předpovídat i složení čistých urolitů s 75-88 % úspěšností. Po každém odstranění urolitů by měla následovat analýza jejich složení. Znalost složení kamene přispívá ke stanovení vhodné léčby či prevence (Langston et al., 2008).



Obr. č. 4.: Rentgenový snímek močového měchýře naplněného urolity. [cit. 2018-03-4]. Dostupné z:<<http://www.animalhospitalmapleorchard.com/cystotomy-removal-bladder-stones/>

3.6 Léčba urolitiázy

Pro stanovení co nejefektivnějšího léčebného postupu je zásadní podmínkou provedení pečlivého klinického vyšetření (Kaliński et al., 2012). Urolity, které u pacienta nevyvolávají klinické příznaky, jsou pouze sledovány. Při projevu příznaků je zvážena vhodná metoda jejich odstranění (Lulich et al., 2016).

3.6.1 Nechirurgické metody léčby

Mezi nechirurgické metody léčby patří litotrypse (metoda využívající rázových vln k rozbití kamene) či retrográdní urohydropulze (vyplavení močových kamenů do močového měchýře) (McCue et al., 2009). U většiny urolitů se přistupuje k jejich rozpouštění. Jedná se o kameny, vyskytující se v močovém měchýři, dostatečně malé na to, aby prošly močovou trubicí, ale i velké kameny, které nemohou projít trubicí nebo neobstruktivní kameny vyskytující se v ledvinách (Lulich et al., 2016). Urolity vzniklé v důsledku bakteriální infekce (struvity) jsou rozpouštěny podáváním vhodných antibiotik. Antibiotika by měla být podávána, dokud se v močovém traktu vyskytují urolity, k zamezení bakteriální infekce a znovuvytvoření struvitu. je využívána struvitolitická dieta a diuretická strava omezená na purin a inhibitor allopurinolu (xantin oxidasa) u močánových kamenů. Močánové urolity se mohou rozpouštět jen u psů, kteří netrpí jaterním onemocněním. Důležitá je i alkalizace moči, která zamezí tvorbě některých typů močových kamenů (močany, cystinové kameny) (Lulich et al., 2016).

3.6.1.1 Litotrypse

Litotrypse je metoda využívající rázové vlny k narušení kamene a k jeho následnému rozpadu. Pomocí přístroje litotryptoru je směrem ke kameni vyslána vlna podobná tlakové vlně, která rozruší strukturu urolitu a dopomůže k jeho rozpadu. Jedná se o účinnou a bezpečnou metodu léčby močových kamenů (Block et al., 1996). Laserová litotrypse je založena na stejném principu, ale za použití laseru. Při odstraňování urátových kamenů je používána častěji než litotrypse rázových vln (McCue et al., 2009). Používá se u kamenů,

které jsou příliš velké pro průchod močovou trubicí. Urolity, vyskytující se v močovodech, ať už s obstrukcí či bez, jsou odstraňovány ve většině případech litotrypsí (Lulich et al., 2016).

3.6.1.2 Retrográdní urohydropulze,

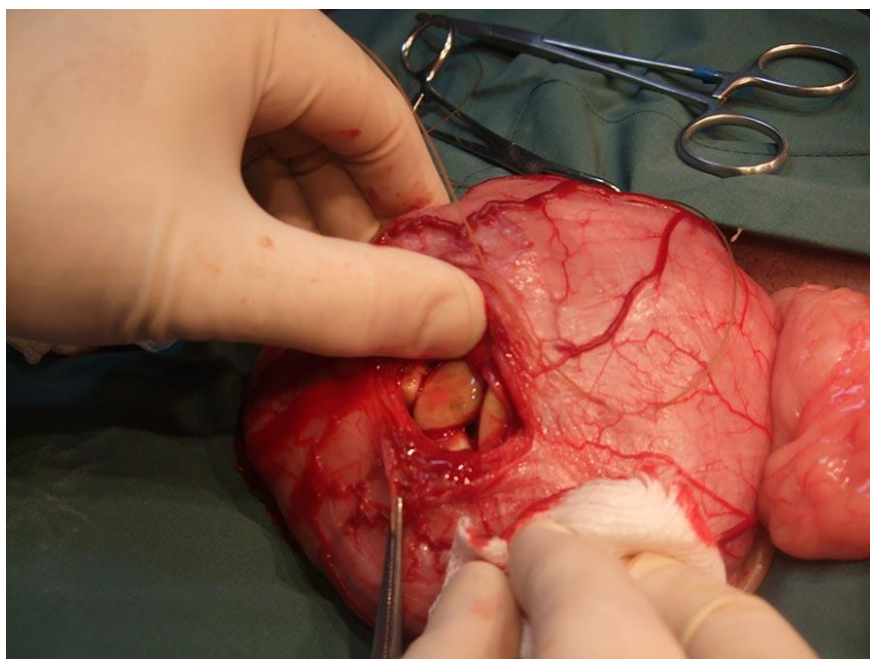
Retrográdní urohydropulze je používána při uretrální obstrukci (McCue et al., 2009). Při této metodě jsou močové kameny vyplaveny z močové trubice do močového měchýře, z něhož je možné provést neinvazivní vybavení kamenů (Lulich et al., 2016).

3.6.2 Chirurgické metody léčby

Chirurgické odstranění močových kamenů je nejčastěji využíváno u nerozpustných kamenů nebo kamenů usazených v močovém měchýři a močové trubicí. Mezi tyto metody patří cystotomie a uretrotomie (Pinel et al., 2013). Obvykle se jedná o zákroky doprovázené minimem komplikací. Po provedení zákroků se může objevit samovolný únik moči a infekce močového měchýře. V krajním případě může dojít až ke smrti pacienta (McLoughlin, 2011). Další možností odstranění urolitů je laparoskopická asistovaná cystotomie (Pinel et al., 2013).

3.6.2.1 Cystotomie

Při tomto zákroku dochází k chirurgickému vybavení urolitů z močového měchýře (McLoughlin, 2011). V případě, že se močové kameny vyskytují jak v močovém měchýři, tak v močové trubicí, může dojít k nevybavení některých urolitů (Arulpragasam et al., 2013).



Obr. č. 5.: Cystotomie močového měchýře naplněného struvitovými urolity. [cit. 2018-03-4].
Dostupné z: <<http://www.berryhavenvet.com.au/hospital-cases/surgical/uroliths-in-a-dog>

3.6.2.2 Laparoskopická asistovaná cystotomie

Pomocí laparoskopu je v močovém měchýři vytvořen otvor, kterým se kameny vybaví. Menší urolity se odsají, v případě výskytu větších urolitů se používají k vybavení klíšky (Arulpragasam et al., 2013). Výhodou této metody je nižší riziko kontaminace břišní dutiny močí a menší bolestivost (Pinel et al., 2013).

3.6.2.3 Uretrostomie

Uretrostomie je vytvoření nového permanentního vývodu močové trubice na povrchu těla a vyžaduje otevření močové trubice a vyšití sliznice ke kůži. Zákrok se nejčastěji používá při poškození stěny močové trubice urolity. Mezi komplikace tohoto zákroku patří krvácení, únik moči do podkoží, močová nebo fekální inkontinence (samovolný únik) a močová infekce (McLoughlin, 2011).

3.7 Prevence vzniku urolitiázy

Všeobecnou zásadou pro předcházení vzniku močových kamenů je dostatečný příjem tekutin během dne a zejména v horku nebo při vyšší fyzické námaze. Prevencí před vznikem urolitiázy je ve většině případů úprava stravy. Látky v dietních krmných směsích jsou v takovém poměru, aby zvýšily objem moči a snížily koncentraci močoviny, fosforu a hořčíku (v případě struvitových kamenů). Tato dieta by z důvodu sníženého obsahu minerálních látek neměla být podávána štěňatům (Chandler, 2015). Strava založená na zvýšeném příjmu vody, sodíku a tuku a sníženém příjmu draslíku a vápníku je prevencí proti vzniku kalcium oxalátu (Stevenson et al., 2004). Spolu s nižší hladinou vápníku by měla být snížena i hladina oxalátu (Stevenson et al., 2003). Lekcharoensuk et al (2002) uvádí, že krmení konzervami s vysokým obsahem bílkovin, tuků, vápníku, fosforu, hořčíku, sodíku, draslíku, chloridu a vlhkosti vede také ke snížení výskytu kalcium oxalátové urolitiázy. Plemena predisponována k tvorbě urátových kamenů jsou krmena nekyselenou kalolitickou dietou omezenou na purin a bez přidaného sodíku (Seaman et Bartges, 2001). Prevencí vzniku cystinových kamenů je krmení nízkoproteinovou dietou (Sosnar et al., 2002). Doporučuje se také snížení koncentrace moči a omezení příjmu sodíku. U některých forem cystinové urolitiázy se dosáhne snížení cystinu kastrací (Lulich et al., 2016).

3.8 Predispozice ke vzniku močových kamenů

3.8.1 Věk

Struvitová urolitiáza je častější spíše u mladých jedinců (Doreen et al., 2004; Silva de Lima et al., 2017). Vyšší pravděpodobnost vzniku struvitových kamenů je u jedinců mladších pěti let (Okafor et al., 2013). Ling et al., (2003) uvádí, že pravděpodobnost vzniku struvitů klesá se zvyšujícím se věkem, ale je závislá i na pohlaví a plemeni. Stejně tak bývají jedinci s nižším věkovým průměrem postiženi urátovou urolitiázou (Doreen et al., 2004) a tvorbou cystinových kamenů (Hesse et al., 2016). Vyšší průměrný věk je u psů s kalcium oxalátovým typem urolitiázy (Doreen et al., Kučera, 2001).

3.8.2 Pohlaví

U fen je větší predispozice k tvorbě struvitových urolitů (Doreen et al., 2004). Naopak kalcium oxalátová urolitiáza se vyskytuje ve větší míře u psů (Doreen et al., 2004; Low et al., 2010; Silva de Lima et al., 2017; Sosnar et al., 2002). Okafor et al (2014) uvádí až třikrát vyšší výskyt kalcium oxalátu u psů kastrovaných. Samci jsou také náchylnější k tvorbě urátů (Silva de Lima et al., 2017; Sosnar et al., 2002). U dalmatinů je postižena urátovou urolitiázou až 97 % jedinců z celkové populace (Bannasch et al., 2004). Převahu mají u sameců také cystinové kameny (Hesse et al., 2016). Psi bývají urolitiázou postiženi všeobecně častěji než feny (Parvathamma et al., 2017).

3.8.3 Plemenná predispozice

Malá plemena mají vyšší předpoklad vzniku kalcium oxalátu, přičemž u malých kníračů je možná genetická predispozice (Houston et al., 2017). Struvity vznikají častěji u větších plemen (zlatý retrívr, svatobernardský pes a labradorský retrívr) (Houston et al., 2017). Okafor et al. (2013) uvádí vyšší výskyt struvitu u toy a malých plemen psů. Vysoký výskyt jak struvitu, tak kalcium oxalátu je i u kříženců (Doreen et al., 2004). Dalmatini mají predispozici k tvorbě urátů (Houston et al., 2017), stejně tak i černí teriéři (Bende et Németh, 2004). Predisponovaní jsou i angličtí buldoci (osmkrát častější výskyt ve srovnání s průměrem) (Kučera, 2007). Cystinové kameny se tvoří především u středně velkých až větších psů (mastifů, skotských deerhoundů, novofundlandských, whipettů, stafordshirských bulteriérů) (Hesse et al., 2016; Houston et al., 20017; Roe et al., 2012). Nalezeny byly i u menších plemen (jezevčík) (Hoppe et al., 2001).

4 Závěr

Vznik močových kamenů v některých částech močové soustavy je u psů poměrně často se vyskytujícím onemocněním. Postižení bývají spíše mladší jedinci, zvýšená dispozice je i u některých konkrétních plemen.

Klinické příznaky při urolitiáze nebývají v počátečních fázích onemocnění příliš výrazné. Mohou se objevit problémy s pomočováním u psů chovaných v bytě, je pozorováno časté a bolestivé močení, popřípadě i nemožnost se vymočit a přítomnost krve v moči. Včasný začátek léčby je tudíž velmi závislý na pozorovacích schopnostech majitele psa.

Vznik urolitů a v některých případech i rozpuštění již vytvořených kamenů lze ovlivnit složením krmné dávky/přijímaného krmiva. U nemocných jedinců by nutriční složení potravy mělo být upraveno podle typu již vytvořených ledvinových kamenů a podle individuálních potřeb pacienta. Velmi důležitý je pitný režim, kdy by mělo být zvířatům podáváno odpovídající množství tekutin pro dostatečné naředění moči. V příliš koncentrované moči se riziko tvorby krystalů a z nich močových kamenů zvyšuje. Rovněž při zvýšené tělesné námaze, dlouhodobém pobytu v horkém prostředí ale i v případě průjmu je nutné příjem tekutin zvýšit. Objem tekutin během dne by měl být rovnoměrně rozdělen do menších dávek, protože tělo jednorázový vyšší přísun nevyužije a dojde k jeho vyloučení.

U predisponovaných plemen by mohla být vhodnou prevencí vzniku onemocnění pravidelná analýza moči.

5 Seznam použité literatury

- Arulpragasam, S. P., Case, J. B., Ellison, G. W. 2013. Evaluation of costs and time required for laparoscopic-assisted versus open cystotomy for urinary cystolith removal in dogs: 43 cases (2009 - 2012). *Journal of American Veterinary Medical Association*. 243. 703 - 708.
- Bannasch, D. L., Ling, G. V., Fanule, T. R. 2004. Inheritance of urinary calculi in the Dalmatian. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 18 (4). 483 - 487.
- Bende, B., Németh, T. 2004. High prevalence of urate urolithiasis in the Russian black terrier. *Veterinary Record*. 155. 239 - 240.
- Block, G., Adams, L. G., Widmer, W. R., Lingeman, J. E. 1996. Use of extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of nephrolithiasis and ureterolithiasis in five dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 208 (4). 531 - 536.
- Doreen, M., Houston, D. M., Moore, A. E. P., Faurin, M. G., Hoff, B. 2004. Canine urolithiasis: A look at over 16 000 urolith submissions to the Canadian Veterinary urolith Centre from February 1998 to April 2003. *The Canadian Veterinary Journal*. 45 (3). 225 - 230.
- Dwyer, T. M., Schmidt-Nielsen, B. 2003. The renal pelvis: Machinery that concentrates urine in the papilla. *Physiology*. 18 (1). 1 - 6.
- Hesse, A., Hoffmann, J., Orzekowsky, H., Neiger, R. 2016. Canine cystine urolithiasis: A review of 1760 submissions over 35 years (1979 - 2013). *The Canadian Veterinary Journal*. 57 (3). 277 - 281.
- Hickling, D. R., Sun, T. T., Wu, X. R. 2015. Urinary tract: Relation to host defense and microbial infection. *Microbiology Spectrum*. 3 (4). 1 - 29.
- Hoppe, A., Denneberg, T. 2001. Cystinuria in the dog: clinical studies during 14 years of medical treatment. 15 (4). 361 - 367.
- Houston, D. M., Weese, H. E., Vanstone, N. P., Moore, A. E. P., Weese, J. S. 2017. Analysis of canine urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith Centre, 1998 - 2014. *Canadian Veterinary Journal*. 58 (1). 45 - 50.

- Féraillé, E., Doucet, A. 2001. Sodium-Potassium-Adenosinetriphosphatase-Dependent Sodium transport in the Kidney: Hormonal control. *Physiological Reviews*. 81 (1). 345 - 418.
- Kaliński, K., Marycz, K., Czogala, J., Serwa, E., Janeczek, W. An application of scanning electron microscopy combined with roentgen microanalysis (SEM-EDS) in canine urolithiasis. *Journal of Electron Microscopy*. 61 (1). 47 - 55.
- Knepper, M. A., Roch-Ramel, F. 1987. Pathways of urea transport in the mammalian kidney. *Kidney International*. 31. 629 - 633.
- König, H. E., Liebich, H. G. (eds.). 2002. *Anatomie domácích savců - 2. díl*. Hajko a Hajková. Bratislava. 416 s. ISBN: 80-88700-57-4.
- Kučera, J. 2001. Kalciumoxalátová urolitiáza u psů. *Veterinářství*. 51 (5). 213 - 215.
- Kučera, J. 2013. Následný vývoj zdravotního stavu psích kalciumoxalátových urolitiatiků. *Veterinářství*. 63 (2). 110 - 113.
- Kučera, J. 2007. Urátová urolitiáza u psů-retrospektivní studie. *Veterinářství*. 57 (3). 142 – 149.
- Langston, C., Gisselman, K., Palma, D., McCue, J. 2008. Diagnosis of Urolithiasis. *Compendium*. 30 (8). 447 - 455.
- Lekcharoensuk, Ch., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornttum, R., Kirk, K. 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.
- Ling, G. V., Thurmond, M. C., Choi, Y. K., Franti, CH. E., Ruby, A. L., Johnson, D. L. 2003. Changes in Proportion of Canine Urinary Calculi Composed of Calcium Oxalate or Struvite in Specimens Analyzed from 1981 through 2001. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 17 (6). 817 - 823.
- Low, W. W., Uhl, J. M., Kass, P. H., Ruby, A. L., Westropp, J. L. 2010. Evaluation of trends in urolith composition and characteristics of dogs with urolithiasis: 25, 499 (1985 - 2006). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 236 (2). 193 - 200.

- 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.
- McCue, J., Langston, C., Palma, D., Gisselman, K. 2009. Urate urolithiasis. *Compendium*. 31 (10). 468 - 475.
- Meneton, P., Loffing, J., Warnock, D. G. 2004. Sodium and potassium handling by the aldosterone – sensitive distal nephron: the pivotal role of the distal and connecting tubule. *American Journal of Physiology – Renal Physiology*. 287 (4). 593 - 601.
- McLoughlin, M. A. 2011. Complications of lower urinary tract surgery in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 41 (5). 889 - 913.
- Nickel, R. F., Venker van Haagen A. J. 1999. Functional anatomy and neural regulation of the lower urinary tract in female dogs. A review. *The Veterinary Quarterly*. 21 (3). 83 - 5.
- Okafor, C. C., Lefebure, S. L., Pearl, D. L., Yang, M., Wang, M., Blois, S. L., Lund, E. M., Dewey, C. E. 2014. Risk factors associated with calcium oxalate urolithiasis in dogs evaluated at general care veterinary hospitals in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*. 115 (3 - 4). 217 - 228.
- Okafor, C. C., Pearl, D. L., Lefebure, S. L., Wang, M, Yang, M., Blois, S. L., Lund, E. M., Dewey, C. E. 2013. Risk factors associated with struvite urolithiasis in dogs evaluated at general care veterinary hospitals in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*. 234 (12). 1737 - 1745.
- Pannabecker, T. L. 2013. Comparative physiology and architecture associated with the mammalian urine concentrating mechanism: role of innermedullary water and urea transport pathways in the rodent medulla. *American Journal of Physiology*. 304 (7). 488 - 503.
- Parvathamma, P. S., Das, J., Nayak, S., Pattanaik, T. K., Mishra, U. K., Bechera, P. C., Sardar, K. K. 2017. Analysis of mineral composition of canine uroliths-a retrospective study. *Exploratory Animal And Medical Research*. 7 (1). 39 - 41.
- Pinel, C. B., Monnet, E., Reems, M. R. 2013. Laparoscopic-assisted cystotomy for urolith removal in dogs and cats-23 cases. *The Canadian Veterinary Journal*. 54 (1). 36 - 41.

- Robertson, W. G, Jones, J. S., Heaton, M. A., Stevenson, A. E., Markwell, P. J. 2002. Predicting the crystallization potential of urine from cats and dogs with respect to calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate (struvite). *The Journal of Nutrition*. 132 (6). 1637 - 1641.
- Roe, K., Pratt, A., Lulich, J., Osborne, C., Syme, H. M. 2012. Analysis of 14, 008 uroliths from dogs in the UK over 10 - year period. *Journal of Small Animal Practice*. 53 (11). 634 - 640.
- Seamn, R., Bartges, J. W. 2001. Canine Struvite Urolithiasis. *Compendium*. 23 (5). 407 - 420.
- Schmidt-Nielsen, B. 1987. The renal pelvis. *Kidney International*. 31. 621 - 628.
- Silva de Lima, Ch., Alves Cintra, C., Wilkes Burton Meirelles, A. É., Borin Crivellenti, S., Mariani, O. M., Kan Honsho, D., Evangelista Santana, A., Bonafin Carval, M., Canola J. C., Zuccolotto Crivellenti, L. 2017. Sensitivity of urolithiasis detection using urinary, radiography and ultrasound parameters. *Ciencias Agrarias*. 38 (6). 3599 - 3604.
- Stevenson, A. E., Blackburn, J. M., Markwell, P. J., Robertson, W. G. 2004. Nutrient intake and urine composition in calcium oxalate stone-forming dogs: comparison with healthy dogs and impact of dietary modification. *Veterinary Therapeutics*. 5 (3). 218 - 231.
- Stevenson, A. E., Hynds, W. K., Markwell, P. J. 2003. The relative effects of supplemental dietary calcium and oxalate on urine composition and calcium oxalate relative supersaturation in healthy adult dogs. *Research in Veterinary Science*. 75. 33 - 41.
- Sosnar, M., Bulková, T., Růžička, M. 2005. Výskyt urolitiázy u psů v České republice v letech 1997-2002. *Veterinární klinika*. 2 (4). 63 - 67.
- Uma, S., Kumar, R., Lakkawar, A. W., Nair, M. G. 2018. Cystolith in a dog: A case report. *Journal of Entomology and zoology studies*. 6 (1). 924 - 927.

Elektronické zdroje

Chandler, M. Management of common uroliths through diet [online]. VetTimes. Uk. 31. 8. 2015 [cit. 2018-02-18]. dostupné z < <https://www.vettimes.co.uk/app/uploads/wp-post-to-pdf-enhanced-cache/1/management-of-common-uroliths-through-diet.pdf> >