Suomen Eläinlääkärilehden tieteellisiä artikkeleita voi lainata Creative Commons BY (Nimeä) -lisenssin mukaisesti.

Scientific articles published in the Finnish Veterinary Journal (Suomen Eläinlääkärilehti) can be cited according to Creative Commons BY (Attribution) licence.

TIETEELLINEN ARTIKKELI

SATU PULKKINEN, EMILIA GORDIN, VILMA REUNANEN

Ektooppisten virtsanjohtimien diagnosointi koirilla – kirjallisuuskatsaus

Diagnosing ectopic ureters in dogs – Review

YHTEENVETO

Ektooppinen virtsanjohdin on koirilla synnynnäinen, perinnöllinen kehityshäiriö, jossa virtsanjohdin laskee tavanomaisen laskukohdan kaudaalipuolelle virtsateihin tai narttukoirilla emättimeen. Ektooppisia virtsanjohtimia todetaan yleisemmin tietyillä roduilla ja narttukoirilla. Tyypillisiä oireita ovat pentuiästä alkaen jatkunut virtsankarkailu sekä toistuvat virtsatietulehdukset. Erityisesti uroskoirilla ja toisinaan narttukoirilla ektooppinen virtsanjohdin voi alkaa oireilla vasta vanhemmalla iällä.

Laajentunut virtsanjohdin tai munuaisallas voi olla myös oireeton sivulöydös. Ektooppisen laskuaukon yhteydessä esiintyy usein rakenteellisia muutoksia ylemmissä virtsateissä eli munuaisissa ja virtsanjohtimissa. Ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukko voi sijaita virtsarakon trigonumin eli virtsarakon kolmion kaudaaliosassa, virtsaputkessa tai emättimessä. Virtsanjohtimen kulku voi olla intramuraalinen eli virtsarakon seinämän sisäinen tai ekstramuraalinen eli seinämän ulkopuolinen.

Ektooppisen virtsanjohtimen diagnosointiin voidaan käyttää ultraäänitutkimusta, varjoainetutkimusta sekä alavirtsateiden tähystystä eli kystoskopiaa. Virtsateiden varjoainetutkimus tehdään tietokonetomografia- tai fluoroskopiatutkimuksella. Tietokonetomografiatutkimus mahdollistaa myös rakenteiden kolmiulotteisen tarkastelun. Kystoskopia on tarkin menetelmä ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnissa. Ylempien virtsateiden rakennepoikkeavuuksien poissulkeminen ultraääni- tai tietokonetomografiatutkimuksella on lisäksi suositeltavaa.

SUMMARY

Ureteral ectopia is a congenital and hereditary developmental disorder in dogs in which one or both ureters enter caudal to the bladder neck, urethra, or vagina instead of the bladder trigone. This condition is more commonly diagnosed in certain breeds and females. Typical symptoms include urinary incontinence from a young age and recurrent urinary tract infections. In males, and sometimes in females, ureteral ectopia may not cause clinical signs until later in life.

A dilated ureter or renal pelvis can also be an incidental finding. Structural changes in the upper urinary tract, such as the kidneys and ureters, are common findings in patients with ectopic ureters. An ectopic ureter can be classified as intramural, in which it courses inside the bladder wall, or extramural, in which it courses outside the bladder wall.

Ultrasonography, contrast studies, and cystoscopy of the lower urinary tract can be used to diagnose ectopic ureters. Urinary contrast studies are conducted with computed tomography or fluoroscopy. Computed tomography also allows three-dimensional evaluation. Cystoscopy is the most accurate method for diagnosing ectopic ureters. To exclude frequently co-existing structural abnormalities of the upper urinary tract, additional ultrasonography or computed tomography is recommended.

JOHDANTO

Ektooppinen virtsanjohdin on synnynnäinen kehityshäiriö, jossa toinen tai molemmat virtsanjohtimet laskevat virtsarakkoon trigonumin (virtsarakon kolmion) kaudaalipuolella tai niiden laskuaukko sijaitsee virtsaputkessa tai emättimessä.[1] Se luokitellaan kulkureittinsä perusteella virtsarakon seinämän sisällä (intramuraalinen) tai seinämän ulkopuolella (ekstramuraalinen) kulkevaksi virtsanjohtimeksi ja laskukohtansa perusteella virtsarakon sisäiseksi (intravesikulaarinen) tai ulkopuoliseksi (ekstravesikulaarinen) ektooppiseksi virtsanjohtimeksi.[1,3] Ektooppisen virtsanjohtimen on todettu olevan perinnöllinen kehityshäiriö, ja sen esiintyvyys on muita rotuja yleisempää tietyillä roduilla, kuten labradorinnoutajalla, kultaisellanoutajalla, siperianhuskylla, entlebuchinpaimenkoiralla, kääpiö- ja toyvillakoiralla, valkoisella länsiylämaanterrierillä ja kettuterrierillä.[1,3,4,5]

Ektooppinen virtsanjohdin todetaan yleisemmin nartuilla kuin uroksilla,[6] ja oireena on tyypillisesti pennusta tai nuoresta iästä asti alkanut virtsan tiputtelu tai valuttelu sekä toistuvat virtsatietulehdukset.[7] Uroksilla ja toisinaan myös nartuilla ektooppinen virtsanjohdin voi olla oireeton tai alkaa oireilla vasta vanhemmalla iällä.[8] Ektooppisen virtsanjohtimen yhteydessä esiintyy usein muita virtsateiden poikkeavuuksia, kuten munuaisdysplasia, munuaisaltaan voimakas laajentuma (hydronefroosi), virtsanjohtimen laajentuminen (hydroureter), virtsanjohtimen loppuosan kystinen laajentuminen (ureteroseele), virtsaputken sulkijalihaksen toiminnan häiriintyminen (urethral sphincter mechanism incompetence, USMI) tai emättimen rakennemuutokset.[6,7,9] Tässä kirjallisuuskatsauksessa syvennytään ektooppisen virtsanjohtimen diagnosointiin.

RAKENNEMUUTOKSET

Virtsarakko muodostuu kraniaalikärjestä (*apex vesicae*), rungosta (*corpus vesicae*) ja kaulasta (*cervix vesicae*), joka yhdistyy virtsaputken kanssa.[10] Virtsarakon kaulan dorsaaliosassa sijaitsee trigonum eli virtsarakon kolmio *(trigonum vesicae)*, jonka kraniaaliosassa ovat virtsanjohtimien laskuaukot ja kaudaaliosassa virtsaputken aukko.[10,11] Virtsarakon seinämä muodostuu sisemmästä limakalvokerroksesta, sen ulkopuolella olevista limakalvonalais- ja lihaskerroksesta sekä uloimmasta seroosasta.[7] Detrusor-lihas eli virtsarakon tyhjentäjälihas muodostuu seinämän kolmesta sileän lihaksen kerroksesta.[7] Virtsaputkessa on kaksi päällekkäistä lihasta: virtsarakon kaulaosasta alkava kolmikerroksinen sisempi sileälihas (*internal urethral sphincter*) ja ulompi poikkijuovainen lihas (*external urethral sphincter*).[7]

Normaalisti virtsanjohdin yhtyy virtsarakon seinämään dorsaalisesti, kulkee lyhyesti limakalvonalaiskerroksessa ja laskee virtsarakkoon limakalvon muodostaman papillan kohdalla.[12] Oikea virtsanjohtimen laskuaukko sijaitsee tyypillisesti hieman kraniaalisemmin vasempaan verrattuna, ja tutkimuksissa virtsanjohtimien laskuaukkojen normaalin sijainnin on todettu olevan vähintään noin 1–2 cm virtsaputken aukon kraniaalipuolella virtsarakon seinämässä.[12,13] Virtsarakon täyttymisasteen ei ole todettu merkittävästi vaikuttavan virtsanjohtimien laskuaukkojen ja virtsaputken aukon välisiin etäisyyksiin.[12,13]

Intravesikulaarisen ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukko voi sijaita virtsarakon kaulan alueella tavallista sijaintia kaudaalisemmin ja mediaalisemmin[3] tai lateraalisemmin,[1] mutta lateraalista sijaintia todetaan eläimillä harvoin.[2] Ekstravesikulaarisen ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukko sijaitsee virtsarakon kaudaalipuolella virtsaputkessa tai emättimessä.[3]

Intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin yhtyy virtsarakon seinämään normaalisti trigonumin alueella, mutta jatkaa kulkuaan seinämän sisällä limakalvonalaiskerroksessa ja laskee virtsateihin normaalia sijaintia kaudaalisemmin (kuva 1).[2] Ekstramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin yhtyy virtsateihin tai emättimeen virtsarakon kaudaalipuolella (kuva 1).[2] Yli 95 % koirien ektooppisista virtsanjohtimista on intramuraalisia, kun taas ekstramuraaliset ovat erittäin harvinaisia.[14]

Ektooppisten virtsanjohtimien aukkojen yhteydessä esiintyy usein samanaikaisesti muutoksia samanpuoleisessa munuaisessa tai virtsanjohtimessa, ja niiden toteamiseen käytetään diagnostista kuvantamista.[9] Munuainen voi esimerkiksi olla pinnaltaan muhkurainen, normaalia pienempi tai jopa puuttua kokonaan.[15] Munuaisallas voi olla jopa niin voimakkaasti laajentunut, että kyseessä on hydronefroosi.[15] Virtsanjohdin voi olla laajentunut (läpimitaltaan yli 3–4 mm) ja se voi olla mutkitteleva.[15] Ureteroseelessä virtsanjohtimen intramuraalinen osa on kystisesti laajentunut.[15] Virtsanjohtimen laskuaukko voi olla muodoltaan ja rakenteeltaan epänormaali ja kooltaan normaalia suurempi tai pienempi.[2,3] Usein narttukoirilla samanaikaisesti esiintyviä emättimen rakenteellisia muutoksia ovat vestibulovaginaalinen stenoosi (emättimen eteisen ahtauma) ja paramesonefrinen septaalinen jäänne (erilaiset kohdunkaulan ja vaginan väliset dorsoventraaliset tai ventrolateraaliset sidekudosjuosteet tai väliseinämät).[2,16,17]

DIAGNOSOINTI

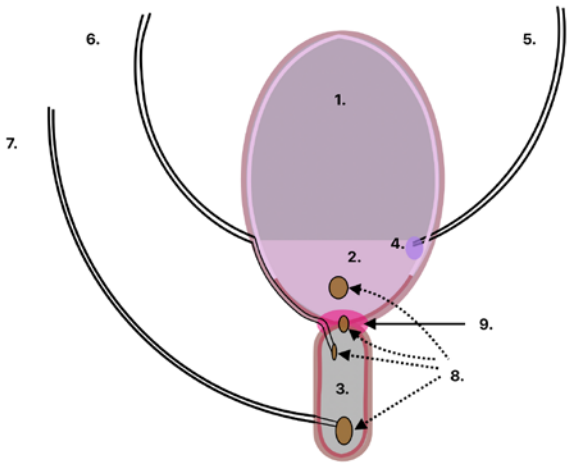
Ultraäänitutkimus

Ultraäänitutkimuksella voidaan arvioida munuaisten rakennetta ja virtsanjohtimien laajuutta sekä laskuaukkojen sijaintia ja virtsasuihkua virtsarakossa.[18] Ultraäänitutkimuksella on ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnissa hyvä sensitiivisyys ja spesifisyys (sensitiivisyys 87,8 %–93,6 %, spesifisyys 86,2 %–100 %) verrattuna kystoskopiaan.[9] Ultraäänitutkimuksen tekijän kokemus ja taito parantavat ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnin todennäköisyyttä.[9]

YDINKOHDAT

- Ektooppinen virtsanjohdin on virtsateiden synnynnäinen kehityshäiriö, jonka tyypillinen oire on virtsankarkailu.
- Ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukko voi sijaita virtsarakon trigonumin kaudaaliosassa, virtsaputkessa tai emättimessä.
- Kystoskopia on tarkin ektooppisen virtsanjohtimen diagnosointimenetelmä.
- Ultraäänitutkimus ja tietokonetomografiatutkimus ovat vaihtoehtoisia kuvantamismenetelmiä ektooppisten virtsanjohtimien diagnostiikassa.
- Tietokonetomografiatutkimus ei ole aina tarpeen ektooppisten virtsanjohtimien diagnostiikassa, mutta kuvantamista tarvitaan ylempien virtsateiden arviointiin.

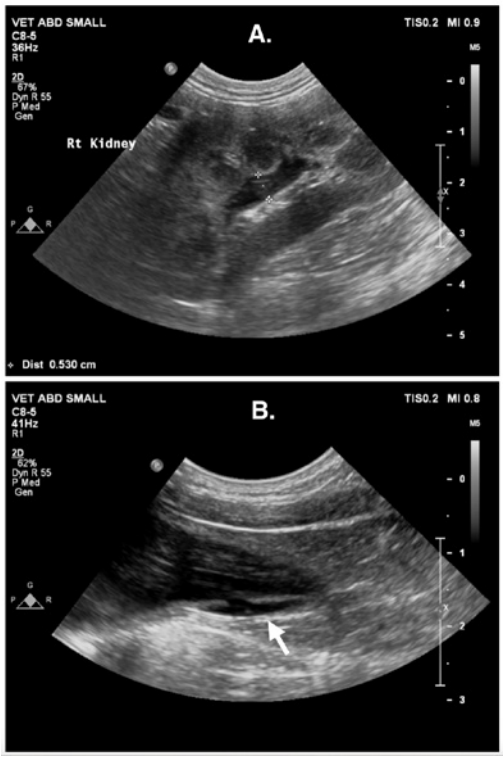
Käsikirjoitus saapui toimitukseen 2.6.2025.



KUVA 1 FIGURE

Virtsarakon anatomia sekä normaalin ja intra- ja ekstramuraalisen ektooppisen virtsanjohtimen kulku. 1. Virtsarakko. 2. Trigonum. 3. Virtsaputki. 4. Virtsanjohtimen laskuaukko. 5. Normaali virtsanjohdin. 6. Intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin. 7. Ekstramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin. 8. Ektooppisten virtsanjohtimien intra- ja ekstravesikulaariset laskuaukot, joiden koko ja muoto voivat vaihdella. 9. Virtsaputken aukko. Kuva: S. Pulkkinen.

Urinary bladder anatomy and the location of normal, intramural, and extramural ectopic ureters. 1. Urinary bladder. 2. Trigone region. 3. Urethra. 4. Ureteral orifice. 5. Normal ureter. 6. Intramural ectopic ureter. 7. Extramural ectopic ureter. 8. The intra- and extravesicular orifices of the ectopic ureters. The shape and size of the orifices may vary. 9. Urethral opening. Figure: S. Pulkkinen.



KUVA 2 FIGURE

Munuaismuutokset ja intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin ultraäänitutkimuksessa.
A. Pitkittäiskuva oikeasta munuaisesta, jossa on heikentynyt kortikomedullaarinen eli kuori- ja ydinkerroksen välinen erottuvuus ja laajentunut munuaisallas (valkoisten kohdistimien välissä).
B. Pitkittäiskuva virtsarakon trigonumista, jossa on laajentunut virtsanjohdin (valkoinen nuoli) virtsarakon dorsaalisessa seinämässä. Tällä ektooppisella virtsanjohtimella on yhteys virtsarakkoon, mutta se jatkuu siitä edelleen kaudaalisuuntaan.

Kidney changes and intramural ectopic ureter on ultrasonographic examination. A. Longitudinal view of the right kidney with reduced corticomedullary definition and dilated renal pelvis (between white cursors). B. Longitudinal view of the bladder in the trigone region, showing a dilated ureter (white arrow) on the dorsal wall of the bladder. This ectopic ureter connects to the bladder but continues further caudally.

Tutkimusta varten potilas on yleensä tarpeen sedatoida kevyesti, koska liikeartefakta vaikeuttaa virtsasuihkun paikantamista ja siten heikentää tutkimuksen laatua.[18] Kontaktin ja näkyvyyden parantamiseksi eläimen on hyvä olla selällään tai kyljellään.[19] Vatsaontelon karvat tulee olla ajeltu sekä iho kostutettu laimealla saippuavedellä ja geelillä. Tutkimukseen voi käyttää kaarilineaarianturia (8–5 MHz) tai lineaarianturia (18–5 MHz).[9]

Virtsanjohtimien laskuaukot pyritään paikallistamaan virtsarakon trigonumin alueelta[18] etsimällä poikittaiskuvasta kaksi pientä vierekkäistä kuperaa rakennetta (papillaa).[19] Virtsasuihkun parantamiseksi eläimelle voidaan antaa nesteenpoistolääkettä (furosemidi, 0,5–1 mg/kg) suonen- tai lihaksensisäisesti.[9,18] Normaalirakenteisella eläimellä trigonumissa nähdään kaksi virtsasuihkua[9] väridopplerin avulla.[18]

Ektooppiseen virtsanjohtimeen liittyviä löydöksiä ovat virtsarakon kaudaaliosassa seinämän sisällä seinämänsuuntaisesti kulkeva laajentunut putkimainen rakenne (kuva 2)[9] ja/tai puuttuva virtsasuihku virtsarakon trigonumin alueella.[19]

Virtsasuihku voi myös suuntautua virtsaputkesta virtsarakkoon, mikäli virtsanjohtimen laskuaukko sijaitsee virtsaputkessa.[19] Lisäksi virtsanjohtimen laskuaukko saatetaan todeta virtsaputkessa tai havaita laaja virtsaputkeen tai emättimeen yhtyvä putkimainen rakenne,[9] mikäli lantion luusto ei estä näkyvyyttä. Yleisiä ektooppisen virtsanjohtimen yhteydessä esiintyviä munuaismuutoksia ovat heikentynyt kortikomedullaarinen eli kuori- ja ydinkerroksen välinen erottuvuus, laajentunut munuaisallas ja kortikaaliset eli kuorikerroksen kystat.[15]

Virtsasuihku voi erottua huonosti tai jäädä kokonaan havaitsematta, jos ultraäänianturi ei ole täsmälleen virtsanjohtimen laskuaukon kohdalla, virtsarakko on liian täyttynyt tai furosemidin annosta on kulunut liian pitkä aika.[18] Tämä voi johtaa virheellisiin päätelmiin.[19] Eturauhasen kohdalla sijaitsevan sikiöaikaisen Müllerin tiehyeen laajentuneen jäänteen (*uterus masculinus*) voi diagnosoida virheellisesti ektooppiseksi ureteroseeleksi.[20] Epäily ektooppisen virtsanjohtimen olemassaolosta vahvistuu, jos todetaan vähintään kolme virtsateiden rakennepoikkeamaa (esimerkiksi laajentunut munuaisallas, laajentunut virtsanjohdin, yhden tai molempien munuaisten rakennemuutoksia, virtsarakon seinämän sisällä kulkeva putkimainen rakenne) ja ektooppiseen virtsanjohtimeen sopivat kliiniset oireet.[9]

Virtsateiden varjoainetutkimus

Ektooppisten virtsanjohtimien diagnostiikassa virtsateiden varjoainetutkimuksella pyritään kuvantamaan virtsanjohtimien kulku ja laskuaukkojen sijainti röntgensäteilyyn perustuvien menetelmien avulla.[6] Aikaisemmin varjoainetutkimus tehtiin antamalla eläimelle ensin varjoainetta suonensisäisesti (excretory urography) tai virtsaputken tai emättimen kautta (retrograde urography) ja röntgenkuvaamalla virtsatiet sen jälkeen.[6] Rakenteiden heikon erottuvuuden ja summaation aiheuttamien haasteiden vuoksi varjoainekuvaus suoritetaan nykyisin ensisijaisesti kolmiulotteisella leikekuvauksella (tietokonetomografia- eli TT-tutkimus).[6]

Suonensisäisesti käytetään jodipohjaista varjoainetta (kuten Omnipaque), 600–880 mg jodia/kg.[21] Koska varjoaine on potentiaalinen munuaistoksiini ja voi olla haitallinen munuaisten vajaatoiminnasta kärsiville eläimille,[21] suositellaan munuaisarvojen määritystä kaikilta eläimiltä ennen varjoaineen antoa. Mikäli munuaisarvot ovat koholla, varjoaineen käyttöä ja annostelua tulee harkita tapauskohtaisesti. Lisäksi tulee huolehtia potilaan asianmukaisesta nesteytyksestä.[22] Mikäli paksusuolessa on runsaasti ulostetta, olisi se hyvä tyhjentää ennen kuvantamista erottuvuuden parantamiseksi.[6]

Tietokonetomografiatutkimus

TT-tutkimus on röntgensäteisiin perustuva nopea ja non-invasiivinen leikekuvaus,[6] jolla voi tehdä kuvattavan kohteen kolmiulotteisen tarkastelun ilman ympäröivien elinten ja rakenteiden aiheuttamaa summaatiota.[6] Virtsateiden varjoainetehosteinen TT-tutkimus (CT excreratory urography eli CTEU) on ollut koirilla ja ihmisillä ensisijainen kuvantamismenetelmä ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnissa.[6,7] Uusimmalla teknologialla voi toteuttaa myös toiminnallisen neliulotteisen kuvantamisen (4D-CTEU).Siinä kolmiulotteiseen kuvaan yhdistetään ajallinen dimensio kuvaamalla aluetta edestakaisin helikaalikuvauksella, jolloin saadaan liikkuvaa videokuvaa.[23] Tällöin TT-tutkimuksen spesifisyys ja sensitiivisyys ovat entisestään parantuneet (kolmiulotteisessa tutkimuksessa sensitiivisyys ja spesifisyys 73 % ja 90,2 %, neliulotteisessa tutkimuksessa sensitiivisyys ja spesifisyys 97 % ja 94,6 %).[23] 4D-CTEU-tutkimus ei ole tietääksemme käytössä Suomessa.

TT-tutkimus suoritetaan eläimen ollessa sedaatiossa tai anestesiassa.[6] Lisäksi tarvitaan suoniyhteys varjoaineen annostelua varten.[6] Eläin asetellaan pöydälle mahalleen niin, että takapää on tyynyn tai pyyhkeen avulla korotettuna noin 5–10 asteen kulmaan, jotta virtsanjohtimien laskuaukoista virtsarakkoon tulevat virtsasuihkut erottuisivat mahdollisimman hyvin.[23] Takaraajat asetellaan sammakkoasentoon pois kuvausalueelta (kuva 3). Kuvausalue rajataan munuaisten kraniaalipuolelta virtsaputken loppuun niin, että virtsatiet ovat kokonaan kuvausalueella.[6,15]

Ektooppisten virtsanjohtimien kuvantamiseen on olemassa useita kuvantamisprotokollia.[23,24,25,26] Koko kuvausalue kuvataan ensin ilman varjoainetta.[24] Tällöin voidaan todeta esimerkiksi munuaisissa tai muualla virtsateissä olevat mineralisaatiot.[24] Varjoaineen annostelun jälkeen kuvaus toistetaan tavanomaista helikaalikuvausta käyttäen 40 sekuntia[23]–1 minuutti,[25] 3,[23,25] 5 ja 10 minuuttia varjoaineen annon jälkeen.[25,26] Viimeiset toistokuvaukset voidaan rajata ensimmäisiä suppeammin virtsarakon UVJ-alueelle, ja niitä voidaan tarvittaessa jatkaa, mikäli virtsasuihkuja ei ole todettu ja varjoainetta on edelleen virtsanjohtimissa.[26]

Varjoaine saattaa edetä hyvin hitaasti tai ei lainkaan laajentuneessa ektooppisessa virtsanjohtimessa.[6,27] Furosemidin annostelu voi parantaa varjoaineen etenemistä virtsanjohtimessa ja siten auttaa virtsanjohtimen laskuaukon erottumista.[23,28]

Tutkimuksessa arvioidaan varjoaineen avulla virtsajohtimien laskuaukkojen sijaintia, ektooppisen virtsanjohtimen kulkua virtsarakon tai -putken seinämän sisällä tai niiden ulkopuolella ja sitä, missä kulmassa virtsanjohdin yhtyy virtsarakon seinämään.[15,23] Lisäksi arvioidaan, ovatko virtsanjohtimet laajentuneet tai normaalia mutkittelevammat (kuva 4).[15] Myös mahdolliset munuaisten rakennemuutokset arvioidaan.[15]

Kulma, jossa virtsanjohtimen distaalinen osa yhtyy virtsarakon seinämään (UVJ), on ektooppisella virtsanjohtimella usein selvästi suurempi kuin normaalilla virtsanjohtimella.[15,23] Normaalilla virtsanjohtimella UVJ-kulma on usein alle 90 astetta.[23] Intramuraalisen ektooppisen virtsanjohtimen UVJ-kulma on tyypillisesti suurentunut yli 90 asteeseen (vaihteluväli 24–180 astetta) ja ekstramuraalisen vielä selkeämmin (vaihteluväli 152–180 astetta).[23] Mikäli virtsanjohtimen laskuaukko sijaitsee virtsaputkessa, varjoainetta voidaan havaita ensin virtsaputkessa, josta se voi valua takaisin virtsarakkoon.[26]

TT-kuvauksen perusteella voi olla vaikea todeta, onko kyse intramuraalisesta vai ekstramuraalisesta ektooppisesta virtsanjohtimesta.[27] Virtsanjohtimen laskuaukko voi olla vaikea paikallistaa luotettavasti erityisesti silloin, kun se sijaitsee virtsaputken sulkijalihaksen alueella tai sen kaudaalipuolella.[27] Ympäröivien röntgentiiviiden rakenteiden, kuten ulosteen täyteisen paksusuolen ja varjoaineella täyttyneen virtsarakon, aiheuttamat artefaktat voivat haitata virtsanjohtimien ja virtsasuihkujen arviointia.[27]

Fluoroskopia

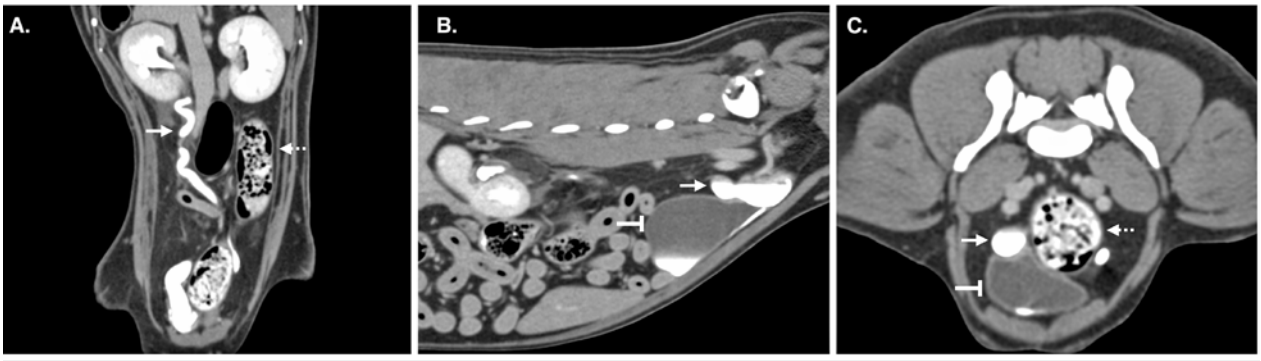
Fluoroskopia on reaaliaikainen röntgenkuvantamismenetelmä, jossa röntgenkuvia otetaan tiheästi ja fluoresoivan näytön sekä kuvien prosessointitekniikan avulla



KUVA 3 FIGURE

Koiran asettelu TT-tutkimusta varten. Koiran takapää on korotettuna pyyhkeen avulla ja takajalat aseteltuina sammakkoasentoon koiran sivuille pois kuvausalueelta.

Positioning of the dog for computed tomography examination. The pelvic region is elevated with a towel, and the hindlimbs are placed to the sides away from the imaging area.



KUVA 4 FIGURE

Ektooppinen virtsanjohdin TT-tutkimuksessa. A. Dorsaalileike. Laajentunut mutkitteleva virtsanjohdin. B. Sagittaalileike. Laajentunut intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin. C. Transversaalileike. Laajentunut intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin. Valkoinen kolmiopäinen nuoli = laajentunut virtsanjohdin, valkoinen litteäpäinen nuoli = virtsarakko, valkoinen nuoli katkoviivalla = paksusuoli.

An ectopic ureter on computed tomography examination. A. Dorsal plane. A dilated tortuous ureter. B. Sagittal plane. A dilated intramural ectopic ureter. C. Transversal plane. A dilated intramural ectopic ureter. White triangle-headed arrow = dilated ureter, white flat-headed arrow = urinary bladder, white arrow with dotted line = colon.

kuvat muutetaan liikkuvaksi kuvaksi.[29,30] Fluoroskopiaa voidaan nykyään tyypillisesti käyttää kystoskopian apuna, jolloin virtsanjohdin voidaan katetroida retrograadista ureterografiaa varten.[30,31] Sen perusteella voidaan intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin erottaa ekstramuraalisesta ja suorittaa tarvittaessa intramuraalisen ektooppisen virtsanjohtimen laserablaatio fluoroskopia-avusteisesti.[30,31]

Fluoroskopiaa voidaan käyttää myös itsenäisesti ilman kystoskopiaa ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnissa.[6] Tällöin rauhoitetulle koiralle annetaan varjoainetta suonensisäisesti ja kuvannetaan sen jälkeen virtsateitä.[6] Munuaiskudoksen ja munuaisaltaan varjoainetehostumista arvioidaan kuvaamalla munuaisia lateraali- ja ventrodorsaalisuunnista 3 minuuttia ja 10 minuuttia varjoaineen annostelun jälkeen.[6] Lisäksi varjoaineen kulkeutumista virtsanjohtimista virtsarakkoon seurataan arvioiden samalla virtsanjohtimien laajuutta ja niiden laskuaukkoja sekä virtsarakon sijaintia useissa eri kuvaussuunnissa.[6]

Fluoroskopian avulla voidaan tehdä myös virtsaputken varjoainekuvaus.[6] Tällöin varjoainetta ruiskutetaan katetrin kautta narttukoirilla emättimen eteiseen ja uroskoirilla distaaliseen virtsaputkeen.[6]

Tutkimuksella pyritään paikallistamaan ektooppinen virtsanjohdin.[6] Fluoroskopia on hyvin tarkka menetelmä ektooppisen virtsanjohtimen diagnosoinnissa, kun sitä käytetään yhdessä kystoskopian ja virtsanjohtimen katetroinnin kanssa,[31] mutta ilman kystoskopiaa sen tarkkuus on selvästi heikompi.[6]

Fluoroskopian avulla ektooppisen virtsanjohtimen ekstra- tai intramuraalista kulkua voi olla vaikea todeta luotettavasti ympäröivien kudosten aiheuttaman summaation vuoksi.[30] Virtsanjohtimen sijainnin määrittämiseksi koiraa voidaan joutua kuvaamaan eri asennoissa tai röntgenputkea voidaan joutua kääntämään eri suuntiin, kun käytössä on putken liikuttelun mahdollistavaa uudempaa teknologiaa.[30]

Fluoroskopiatutkimuksen aikana eläin ja toimenpidettä tekevät henkilöt altistuvat ionisoivalle säteilylle.[32] Säteilyaltistusta vähennetään käyttämällä säteilysuojavarusteita, pitämällä mahdollisimman suuri etäisyys kuvattavaan kohteeseen ja pitämällä kuvauksen säteilyannos matalana sekä rajaamalla kuvausaluetta.[32]

Kystoskopia

Kystoskopia on todettu ektooppisten virtsanjohtimien tarkimmaksi diagnosointitavaksi TT-tutkimuksen ohella.[7] Kystoskopialla pystytään erottamaan muihin diagnosointimenetelmiin verrattuna parhaiten muun muassa virtsanjohtimien laskuaukot ja limakalvon epänormaalit alueet sekä virtsanjohtimen mahdollinen haarautuminen.[2,7] Intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin voidaan samalla korjata laserablaation avulla.[7] Kystoskopian sensitiivisyys ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoimisessa on joissain tutkimuksissa ollut jopa 100 %, mutta se on riippuvainen tähystäjän taidoista ja kokemuksesta.[9,27] Kystoskopiaa suositellaan ensisijaisena menetelmänä ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnissa, mutta ylempien virtsateiden arvioimiseksi ja mahdollisten muiden rakenteellisten poikkeavuuksien diagnosoimiseksi suositellaan lisäksi kuvantamismenetelmiä, kuten TT- tai ultraäänitutkimusta.[7]

Kystoskopia suoritetaan yleisanestesiassa.[33] Tutkimusta varten koira asetellaan pöydälle selälleen tai kyljelleen.[34] Vulvan tai esinahan ympäristö valmistellaan aseptisesti, ja toimenpide tehdään mahdollisimman steriilisti.[35] Narttukoirille käytetään koiran koon mukaista jäykkää tähystintä ja uroskoirille taipuisaa tähystintä niiden mutkittelevan virtsaputken vuoksi.[35]

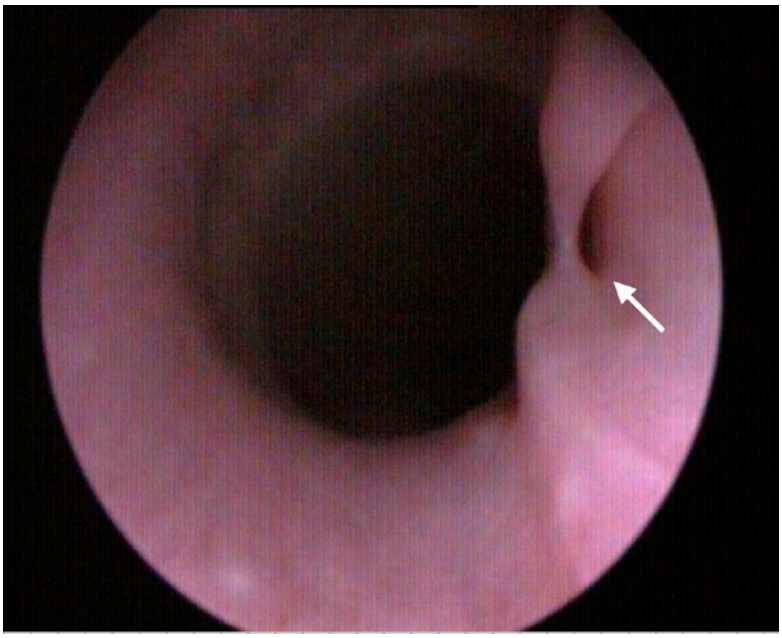
Narttukoiraa tutkittaessa kystoskopian suorittaja sijoittuu takapään kaudaalipuolelle ja uroskoiraa tutkittaessa koiran sivulle.[35] Avustaja vetää uroksen esinahan taakse niin, että penis saadaan esiin ja tähystin voidaan liu'uttaa virtsaputkeen.[35] Tähystyksessä edetään virtsaputkea pitkin virtsarakkoon samalla täyttäen virtsaputkea fysiologisella suolaliuoksella.[35] Nartun emättimen eteisen täyttäminen nesteellä auttaa virtsaputken aukon löytymisessä.[35] Kystoskopiaa varten virtsarakon tulee olla riittävän täyttynyt, jotta seinämien luotettava arviointi on mahdollista.[35]

Kystoskopia tulee tehdä systemaattisesti arvioiden kaikki rakenteet.[35] Tulokset voidaan kirjata standardoituun kaavakkeeseen.[35] Ennen kystoskopiaa arvioidaan ulkoiset sukuelimet rakenteellisten poikkeavuuksien varalta.[35] Nartulta arvioidaan lisäksi emätin ja sen eri anatomiset alueet[34] mahdollisten rakenteellisten poikkeavuuksien varalta.[2]

KUVA 5 FIGURE

Kystoskopia. Ektooppisen intramuraalisen virtsanjohtimen laskuaukko (valkoinen nuoli) virtsaputkessa.

Cystoscopy. The orifice of an intramural ectopic ureter (white arrow) located in the urethra.



Ektooppinen virtsanjohdin diagnosoidaan toteamalla virtsanjohtimen laskuaukko virtsarakon kaulan alueelta, virtsaputken ja virtsarakon liitoskohdasta, liitoskohdan läheisyydestä, virtsaputkesta tai emättimestä.[2] Yhdellä virtsanjohtimella voi olla useampi kuin yksi laskuaukko.[2,36] Tällöin virtsanjohtimen ja virtsaputken välillä voi seinämän limakalvolla olla ylimääräisiä pyöreitä, vaihtelevan kokoisia aukkoja, joista virtsaa voi kulkeutua virtsarakkoon, virtsaputkeen tai emättimeen.[2,36] Tästä muutoksesta käytetään termiä fenestraatio.[2,36]

Lisäksi virtsaputken luumenin puolelle ulottuvasta pullotuksesta voidaan laajentuneen ektooppisen virtsanjohtimen päätellä kulkevan virtsaputken seinämän sisällä.[2] Normaalin virtsanjohtimen laskuaukko on hevosenkengän muotoinen ja läppämäinen.[2] Ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukko voi olla normaali, tavallista pienempi[6] tai suurempi.[30] Pienet laskuaukot voivat olla vaikeasti havaittavia ja suuret muodoltaan poikkeavia (kuva 1, kuva 5).[2]

Fenestraatioon liittyvät aukot voidaan kystoskopiassa diagnosoida virheellisesti ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukoksi.[2] On myös mahdollista, että virtsanjohdin laskee normaalisti virtsarakkoon trigonumiin, mutta siitä jatkuu limakalvonalaiskerroksessa trigonumin kaudaalipuolelle avautuva ektooppinen haara.[2] Uroskoirilla eturauhasen tiehyeiden aukot saatetaan virheellisesti diagnosoida ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukoiksi.[9]

POHDINTA

Ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoiminen on vaativaa oireiden ja kliinisten löydösten vaihtelevuuden vuoksi. Tyypillinen potilas on nuori narttukoira, jolla on ollut virtsankarkailua pentuiästä asti.[6,7] Osa potilaista alkaa kuitenkin oireilla vasta aikuisiällä tai pysyy oireettomina.[8] Oireettomalta koiralta voi joskus löytyä laajentunut virtsanjohdin tai hydronefroosi.[3,8] Muut samanaikaisesti esiintyvät rakennepoikkeavuudet, kuten munuaismuutokset, emättimen väliseinämät tai yleisesti esiintyvä virtsaputken sulkijalihaksen toiminnan heikentyminen, voivat vaikeuttaa diagnoosiin pääsemistä.[7] Potilaat tulee tutkia järjestelmällisesti ja kartoittaa kaikki mahdolliset taustasyyt.

Intravesikulaarisen ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukko on vaikea diagnosoida. Sen sijainti virtsaputken aukon läheisyydessä, sisemmän virtsaputken sulkijalihaksen alueella tekee siitä vaikeasti havaittavan sekä ultraääni- että TT-tutkimuksessa.[3,27] Sen on myös todettu, ainakin entlebuchinpaimenkoirilla, aiheuttavan harvemmin kliinisiä oireita kuin ekstravesikulaaristen laskuaukkojen, mutta osalla koirista oireita kuitenkin on.[3] Vasemman virtsanjohtimen on todettu sijaitsevan normaalisti vähintään 1–2 cm virtsaputken aukon kraniaalipuolella,[12,13] mutta ultraääni-[3] ja TT-tutkimuksessa[27] sekä kystoskopiassa[2] virtsanjohtimen laskuaukon etäisyys voi olla vaikea määrittää. Siten intravesikulaarisen ektooppisen virtsanjohtimen kliinistä merkitystä oireiden taustalla voi olla vaikea arvioida.

Viime vuosina TT-tutkimus on ollut yleinen menetelmä ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoimisessa.[7] TT-tutkimuksella saadaan hyvä kokonaiskuva virtsateiden alueesta ja voidaan arvioida myös muita virtsateissä samanaikaisesti esiintyviä rakennemuutoksia, joita ei voida nähdä kystoskopialla.[24] TT-tutkimuksen avulla ei kuitenkaan voida aina luotettavasti arvioida virtsanjohtimien laskuaukkojen epänormaalia sijaintia, poissulkea useampaa laskuaukkoa tai todeta virtsanjohtimen ektooppista haaraa.[7] TT-tutkimuksella ei liioin voida erottaa virtsanjohtimen epänormaaleita limakalvoalueita tai välttämättä edes ektooppista virtsanjohdinta, jos se ei ole laajentunut.[7,27] Nämä pystytään havaitsemaan luotettavasti vain kystoskopialla.[2,7]

Väärin valittu kuvantamisprotokolla, koiran vääränlainen asettelu tai esimerkiksi liikeartefaktat epäoptimaalisen sedaatiotason seurauksena voivat heikentää tutkimuksen laatua ja estää diagnoosiin pääsemisen. Näin ollen myös TT-laitteistolla sekä tutkimuksen suorittajan ammattitaidolla ja kokemuksella on merkitystä ektooppisen virtsanjohtimen diagnostiikassa.Lisäksi oikeanlainen kuvausprotokolla parantaa TT-tutkimuksen tarkkuutta ektooppisen virtsanjohtimen havaitsemisessa, ja uudemmilla TT-protokollilla, kuten 4D-CTEU-tekniikalla, diagnostiikan tarkkuus on jo hyvin korkea.[23]

Virtsateiden ultraäänitutkimuksella pystytään havaitsemaan munuaisten ja usein virtsanjohtimien muutokset.[9] Lisäksi normaalit laskuaukot ovat useimmiten tunnistettavissa.[9] Laajentunut intramuraalinen ektooppinen virtsanjohdin voidaan havaita seinämän sisällä.[19] Ultraäänitutkimus on parhaimmillaan erittäin tarkka kuvantamismenetelmänä ja hyvä vaihtoehto TT-tutkimukselle ektooppisten virtsanjohtimien diagnostiikassa ennen diagnoosin varmistamista kystoskopialla.[7,9] Siten voidaan kyseenalaistaa, onko TT-tutkimus aina tarpeellinen ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnissa.

Ultraäänitutkimuksessa saatu tieto on riippuvainen tutkimuksen tekevän henkilön kokemuksesta ja taidoista.[9] Lisäksi suurikokoisilla eläimillä ei aina saavuteta optimaalista kuvanlaatua. Myös kystoskopia vaatii taitoa ja kokemusta sekä oikealaisen laitteiston, ja potilaan hyvin pieni koko rajoittaa tutkimusta.[27,34] TT-tutkimuksessa potilaan koko ei ole ongelma, ja kuvat voidaan tarvittaessa lähettää lausuttavaksi radiologille asiantuntija-arvion saamiseksi.[9]

Myös potilaan ominaisuudet vaikuttavat diagnosointimenetelmän valintaan. Mikäli munuaisarvot ovat koholla, varjoaineen käyttö ei välttämättä tule kyseeseen.[21] Potilaan hyvin pieni koko voi rajoittaa mahdollisuutta tehdä kystoskopia, jolloin potilas voi tarvita sekä ultraääniettä TT-tutkimuksen, jotta oikeaan diagnoosiin pääsy varmistuu mahdollisimman hyvin. Käytännön praktiikassa saatavilla olevat diagnostiset menetelmät vaikuttavat diagnostiikkaan. TT-tutkimus on jo laajasti saatavilla eri puolilla Suomea, mutta kystoskopiaan ei välttämättä ole mahdollisuuksia kaikkialla.

Kystoskopia on kirjallisuuden perusteella tarkin menetelmä ektooppisten virtsanjohtimien diagnosoinnissa.[7,27] Sen avulla voidaan arvioida useita muita samanaikaisesti esiintyviä alempien virtsateiden anomalioita ja sairauksia.[34] Samassa anestesiassa voidaan useimmiten, ainakin nartuilla, korjata intramuraalisen ektooppisen virtsanjohtimen laskuaukko oikealle anatomiselle paikalle laserablaatiolla.[7] Diagnostista kuvantamista tarvitaan kuitenkin aina ylempien virtsateiden tutkimiseen.[7]

Jalostukseen harkittaville entlebuchinpaimenkoirille ektooppisten virtsanjohtimien varalta tehtävistä ultraääniseulontatutkimuksista on todettu olevan jalostuksellista hyötyä.[37] Koirien, joilla on ekstravesikulaarinen ektooppinen virtsanjohdin tai siihen viittaavia oireita, poissulkeminen jalostuksesta on selvästi vähentänyt ektooppisten virtsanjohdinten esiintyvyyttä seuraavilla sukupolvilla.[38]

Yhteenvetona voidaan sanoa, että ektooppista virtsanjohdinta tulee epäillä koirilla, joilla on virtsankarkailua ja toistuvia virtsatieinfektioita tai joilla todetaan vähäoireinen, laajentunut munuaisallas tai virtsanjohdin. Kystoskopia on oikealla välineistöllä ja kokeneen kliinikon tekemänä tarkin menetelmä ektooppisen virtsanjohtimen diagnostiikkaan. Myös intramuraalisen ektooppisen virtsanjohtimen korjaus voidaan yleensä suorittaa kystoskopian yhteydessä laserablaation avulla. Virtsateiden kokonaisarviointiin tarvitaan kuitenkin diagnostista kuvantamista. Sopivan tutkimusmenetelmän valinta on tapauskohtaista. Huomioon tulee ottaa sekä potilaan ominaisuudet, kuten koko ja munuaisarvojen taso, että tutkimusta suorittavan henkilön kokemus ja saatavilla oleva laitteisto. Ultraäänitutkimuksen tai TT-tutkimuksen löydöksien perusteella ektooppista virtsanjohdinta ei voi täysin luotettavasti poissulkea, mutta näitä tekniikoita tarvitaan erityisesti munuaisten ja virtsanjohtimien muutosten arvioimiseen.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Satu Pulkkinen, DVM
Sairaalaeläinlääkäri, Yliopistollinen eläinsairaala,
Diagnostinen kuvantaminen
Koetilantie 2, 00014 Helsingin Yliopisto
Puh. 0294 1574 91
Sähköposti: satu.pulkkinen@helsinki.fi

Artikkeli on osa kirjoittajan erikoistumisopintoja.

Emilia Gordin, Kliininen opettaja,
Pieneläinsairauksien erikoiseläinlääkäri,
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto,
Eläinlääketieteellinen tiedekunta.

Vilma Reunanen, ELT, Kliininen opettaja,
Pieneläinsairauksien erikoiseläinlääkäri,
Kliinisen hevos- ja pieneläinlääketieteen osasto,
Eläinlääketieteellinen tiedekunta.

Eläinlääkärilehden vertaisarvioidut artikkelit, joiden kirjoittajista joku on Helsingin yliopistosta, julkaistaan avoimesti Helsingin yliopiston kirjaston tietokannoissa alkaen vuodesta 2016. Keväällä 2022 niiden lisenssiksi valittiin CC-BY.

Kaikki lähteet ja lisää tieteellisiä artikkeleita löytyy QR-koodin takaa osoitteesta sell.fi/tieteelliset-artikkelit.

LÄHDEVIITTEET

1. Owen RR. Canine ureteral ectopia–a review 1. Embryology and aetiology. J Small Anim Pract. 1973;14:407–17.
2. Cannizzo KL, McLoughlin MA, Mattoon JS, Samii VF, Chew DJ, DiBartola SP. Evaluation of transurethral cystoscopy and excretory urography for diagnosis of ectopic ureters in female dogs: 25 Cases (1992-2000). J Am Vet Med Assoc. 2003;223:475–81.
3. North C, Kruger JM, Venta PJ, Miller JM, Rosenstein DS, Randall EK ym. Congenital ureteral ectopia in continent and incontinent-related Entlebucher Mountain Dogs: 13 Cases (2006–2009). J Vet Intern Med. 2010;24:1055–62.
4. Hayes HM. Breed associations of canine ectopic ureter: a study of 217 female cases. J Small Anim Pract. 1984;25:501–4.
5. Holt PE, Thrusfield MV, Moore AH. Breed predisposition to ureteral ectopia in bitches in the UK. Vet Rec. 2000;146:561.
6. Samii VF, McLoughlin MA, Mattoon JS, Drost WT, Chew DJ, DiBartola SP ym. Digital fluoroscopic excretory urography, digital fluoroscopic urethrography, helical computed tomography, and cystoscopy in 24 dogs with suspected ureteral ectopia. J Vet Intern Med. 2004;18:271–81.
7. Kendall A, Byron JK, Westropp JL, Coates JR, Vaden S, Adin C ym. ACVIM consensus statement on diagnosis and management of urinary incontinence in dogs. J Vet Intern Med. 2024;38:878–903.
8. Thomas PC, Yool DA. Delayed-onset urinary incontinence in five female dogs with ectopic ureters. J Small Anim Pract. 2010;51:224–6.
9. Taylor O, Knight R, Genain MA, Owen L. Ultrasonography as a sensitive and specific diagnostic modality for the detection of ectopic ureters in urinary incontinent dogs. Vet Radiol Ultrasound. 2022;63:328–36.
10. Hermanson JW, Lahunta A, Evans HE. The Urogenital System. Kirjassa: Hermanson JW, Lahunta A, Evans HE toim. Miller and Evans' Anatomy of the Dog, 5. painos. Missouri: Elsevier; 2020, 420–22.
11. Nickel RF, Venker-van Haagen AJ. Functional anatomy and neural regulation of the lower urinary tract in female dogs: A review. Vet Q. 1999;21:83–5.
12. Balogh O, Degrandi F, Hässig M, Reichler IM. Validation of screening examinations of the ureteral orifices in dogs: Comparison of ultrasonography with dissection. Res Vet Sci. 2015;101:199–205.
13. Rozear L, Tidwell AS. Evaluation of the ureter and ureterovesicular junction using helical computed tomographic excretory urography in healthy dogs. Vet Radiol Ultrasound. 2003;44:155–64.
14. Davidson AP, Westropp JL. Diagnosis and Management of Urinary Ectopia. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2014;44:343–53.
15. Fox AJ, Sharma A, Secrest SA. Computed tomographic excretory urography features of intramural ectopic ureters in 10 dogs. J Small Anim Pract. 2016;57:210–3.
16. Smith AL, Radlinsky MAG, Rawlings CA. Cystoscopic diagnosis and treatment of ectopic ureters in female dogs: 16 cases (2005-2008). J Am Vet Med Assoc. 2010;237:191–5.
17. Burdick S, Berent AC, Weisse C, Langston C. Endoscopic-guided laser ablation of vestibulovaginal septal remnants in dogs: 36 cases (2007-2011). J Am Vet Med Assoc. 2014;244:944–9.
18. Oh H, Kim S, Kim S, Lee J, Yun S, Yoon J ym. Evaluation of the ureteral jet in dogs by using color Doppler ultrasonography. J Vet Sci. 2017;18:399–406.
19. Lamb CR, Gregory SP. Ultrasonographic findings in 14 dogs with ectopic ureter. Vet Radiol Ultrasound. 1998;39:218–23.
20. Economu L, McGregor O, Constantino-Casas F, Owen L. Urinary incontinence in a male dog with an ectopic ureterocoele remnant associated with ipsilateral renal agenesis and cryptorchidism. Vet Rec Case Rep. 2024;12(2):1–6.
21. Kan J, Milne M, Tyrrell D, Mansfield C. Lean body weight-adjusted intravenous iodinated contrast dose for abdominal CT in dogs reduces interpatient enhancement variability while providing diagnostic quality organ enhancement. Vet Radiol Ultrasound. 2022;63:719–28.
22. Prüllage ML, Schwendenwein I, Eberspächer-Schweda E, Kneissl S. Does intravenous contrast medium administration result in altered renal biomarkers? A study in clinically stable cats with and without azotemia. J Feline Med Surg. 2022;24:565–79.
23. Schwarz T, Bommer N, Parys M, Thierry F, Bouvard J, Pérez-Accino J, et al. Four-dimensional CT excretory urography is an accurate technique for diagnosis of canine ureteral ectopia. Vet Radiol Ultrasound. 2021;62:190–8.
24. Bertolini G, toim Body MDCT in Small Animals: Basic Principles, Technology, and Clinical applications. 1. painos. New York: Springer;2017.
25. Barthes P, Begon D, Delisle F. Effect of contrast medium dose and image acquisition timing on ureteral opacification in the normal dog as assessed by computed tomography. Vet Radiol Ultrasound. 1998;39:524–7.
26. Schwarz T, Saunders J, toim. Veterinary Computed Tomography. 1. painos. Chichester: Wiley-Blackwell; 2011.
27. Song MK, Fracka AB, Karn K, Roberts GD, Fransson BA. Receiver operating characteristics of computed tomography (CT) compared to cystoscopy in diagnosis of canine ectopic ureters: Thirty-five cases. Vet Surg. 2024;53:494–502.
28. Secrest S, Essman S, Nagy J, Schultz L. Effects of furosemide on ureteral diameter and attenuation using computed tomographic excretory urography in normal dogs. Vet Radiol Ultrasound. 2013;54:17–24.
29. Muhlbauer MC, Kneller SK. Radiography of the Dog and Cat: Guide to Making and Interpreting Radiographs. 2. painos. Newark: Wiley-Blackwell; 2013.
30. Berent, A. Cystoscopic-Guided Laser Ablation of Ectopic Ureters. Kirjassa: Weisse C, Berent A, toim. Veterinary Image-guided Interventions. Newark: Wiley; 2015,351–58.
31. Gallagher A. Interventional Radiology and Interventional Endoscopy in Treatment of Nephroureteral Disease in the Dog and Cat. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2018;48:843–62.
32. Sun, F. Tools of the Trade – Interventional Radiology. Kirjassa: Weisse C, Berent A, toim. Veterinary Image-guided Interventions. Newark: Wiley; 2015, 3–4.
33. McLoughlin MA, Chew DJ. Diagnosis and surgical management of ectopic ureters. Clin Tech Small Anim Pract. 2000;15:17–24.
34. Morgan M, Forman M. Cystoscopy in Dogs and Cats. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2015;45:665–701.
35. Messer JS, Chew DJ, McLoughlin MA. Cystoscopy: Techniques and clinical applications. Clin Tech Small Anim Pract. 2005;20:52–64.
36. Hooi KS, Vachon C, Martel DV, Dunn M. Retrospective evaluation of cystoscopic–guided laser ablation of intramural ectopic ureters in female dogs. J Vet Intern Med. 2022;36:156–63.
37. Fritsche R, Dolf G, Schelling C, Hungerbuehler SO, Hagen R, Reichler IM. Inheritance of ectopic ureters in Entlebucher Mountain Dogs. J Anim Breed Genet. 2014;131:146–52.
38. Merz F, Gallana M, Hartnack S, Chicca F del, Dolf G, Hungerbühler S ym. Outcome of selective mating in the Entlebucher Mountain Dog for reduction of ureteral ectopia. Schweiz Arch Tierheilkd. 2022;164:535–46.