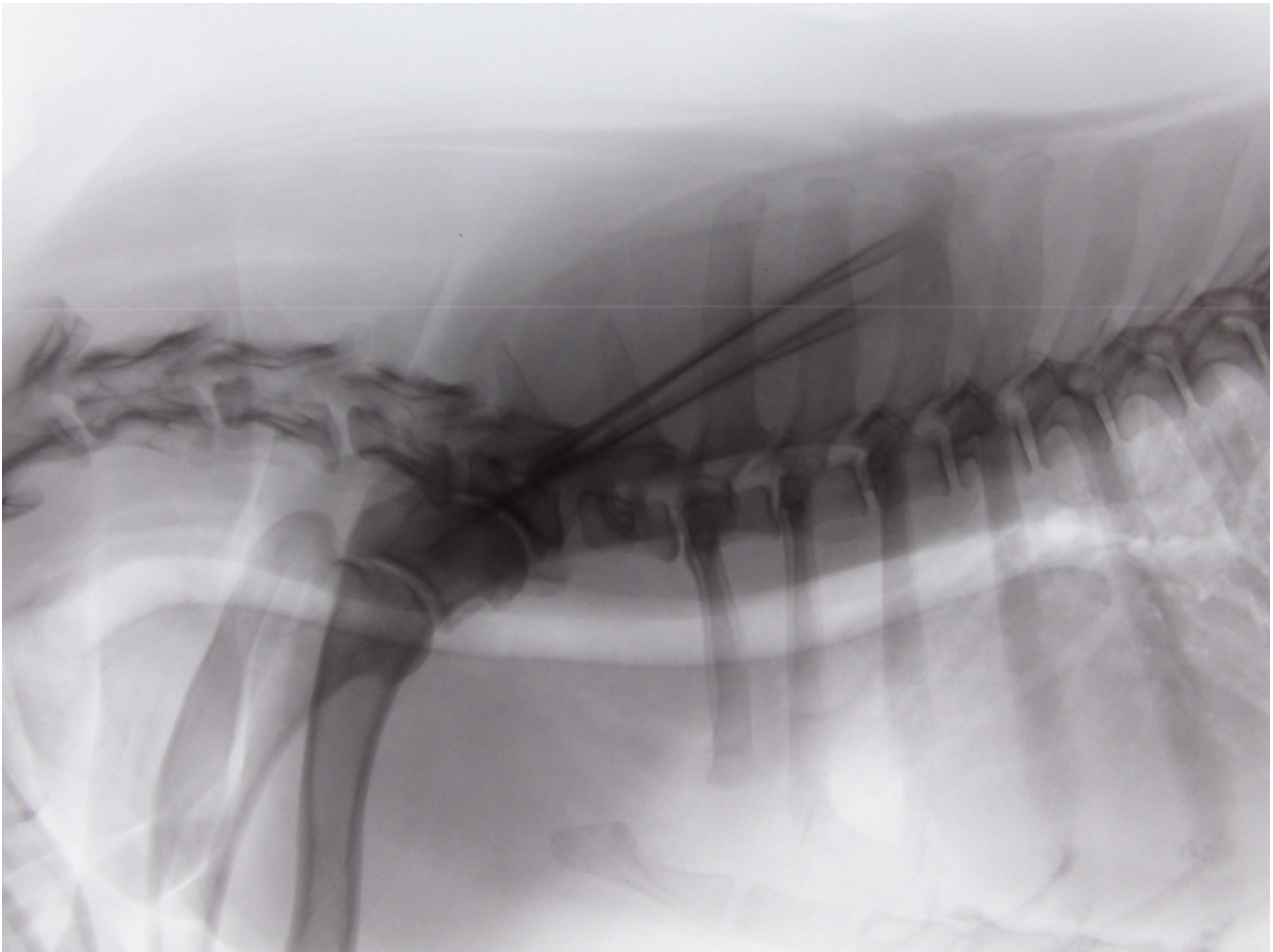


Positioneringens betydning ved røntgenoptagelser hos hund.



Søren Haubro, Dyrlægerne Himmerland

Hovedopgave, fagdyrlægeuddannelsen , 2005

Sammendrag:

Røntgenbilleder af thorax og cervical regionen blev taget af 13 hunde for at undersøge betydningen af hundens positionering. Der blev anvendt 3 laterale optagelser i henholdsvis ekstenderet, flekteret og normal position. Det kunne påvises, at tracheas diameter var mindre ved ekstension og fleksion af hoved/hals ved 3. cervical hvirvel. Der kunne ikke påvises nogen forskel i tracheas diameter ved 3. ribben. Forholdet mellem diameteren på trachea og 3. ribben blev fundet til 2.63. Forholdet mellem trachea og apertura thoracis cranialis blev fundet til 0,22. Der blev fundet stor forskel i diameteren på trachea hos 13 hunde. Forskellen kunne forklares med variationen af vægten på hundene. Der blev lavet post mortem målinger på trachea af 6 hunde, og der var en acceptabel overensstemmelse mellem diameter på røntgen og post mortem.

Indledning:

Røntgenoptagelser af trachea er indiceret ved forskellige lidelser i de øvre luftveje. Trachea består af væv med relativt lav densitet, og derfor er røntgenologiske forandringer i vævet ofte vanskelige at påvise direkte, men den luftfyldte trachea fungerer som kontrast, så konturerne og forløbet kan vises tydeligt. Afvigelser fra tracheas normale forløb gennem hals og thorax kan være indikative for patologiske forandringer f.eks. tumores eller andre rumudfyldende masser i bløddelsvævet.

På grund af den lave densitet i det væv, der ønskes undersøgt, er det af afgørende betydning, at der anvendes en høj KV indstilling og lav MaS, for at få så lang en kontrast skala som muligt. Dette mindsker også risikoen for bevægelses uskarphed (1,2).

Som ved andre røntgenoptagelser bør der altid laves optagelser i mindst 2 planer. Normalt laves der en lateral og en ventrodorsal eller dorsoventral optagelse. Trachea bliver i den ventrodorsale/dorsoventrale optagelse sløret i betydelig grad af sternum og vertebrae i hals og thorax, og derfor er det ofte nødvendigt at overeksponere billederne for at kunne identificere trachea. Der er beskrevet forskellige special optagelser, der anvendes, når den ønskede visualisering ikke kan opnås med standard optagelser(2,3).

Trachea er et semirigid rundt eller svagt ellipseformet rør, der forløber fra corpus af axis til 5. thoracal hvirvel. Den består hos hund af u-formede bruskringe, der dorsalt er forbundet af musculus trachealis. De enkelte bruskringe er forbundet med bindevæv. Antallet af bruskringe varierer og er ikke direkte korreleret til legemsvægten(4). Der kan hos enkelte individer forekomme calcificering af brusken i trachea. Dette ses specielt hos ældre hunde eller ved kroniske lidelser i trachea.

Diameteren på trachea er stort set ens fra larynx til carina (5).

På laterale optagelser ligger trachea næsten parallelt med vertebrae i cervical delen, dog lidt tættere på hvirvlerne i den caudale del af halsen. I thorax er der normalt en mindre vinkel mellem vertebrae og trachea. Dette er mest udtalt på hund med dyb og small thorax. Umiddelbart cranialt for carina bliver deviationen tydeligere (3,6). Trachea deler sig i stammebronchierne ved 5. eller 6. intercostal rum.

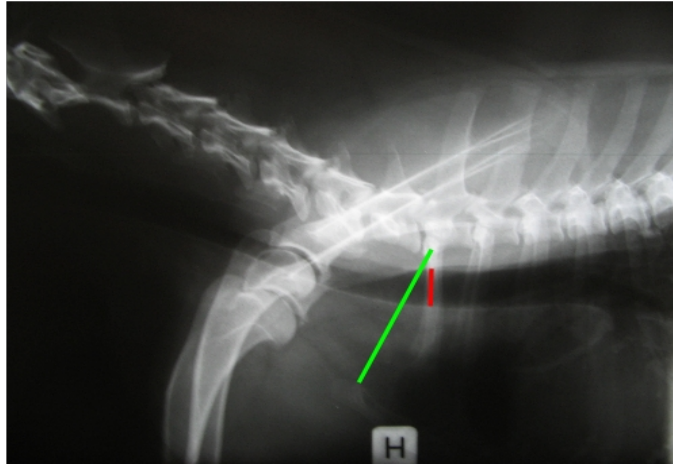
Trachea ligger under normale forhold i midterplanet. Hos brachycephale og overvægtige hunde kan trachea være forskudt til højre i den craniale del af mediastinum. Venstre forskydning ses aldrig under normale forhold, da trachea her ligger fast op ad aorta.(6,7). Hos hunde med persisterende højre aorta bue er en venstreforskydning af trachea cranialt for hjertebasis så hyppigt forekommende, at nogle forfattere mener, det er patognomisk (8).

Tracheas dimension ændrer sig kun i mindre grad under respirationen, hvorfor det ikke er af stor betydning for vurderingen af diameteren, om billederne er taget ved maximum inspiration, som ellers er den normale anbefaling til thorax optagelser (2,3,5,9). Dette betyder også, at det ikke er muligt at afgøre respirationsfasen ud fra tracheas position eller størrelse (10). Ved patologiske tilstande som f.eks. trachealkollaps er røntgenoptagelser i forskellige respirationsfaser ofte nødvendige for at påvise den dynamiske ændring i diameteren. I dag anvendes ofte bronchoskopi eller flouroskopi til at påvise ændringer af tracheas diameter i de forskellige respirationsfaser.

Det er af afgørende betydning, at røntgenoptagelserne vurderes systematisk hver gang. Specielt regionen omkring apertura thoracis cranialis skal evalueres omhyggeligt, da bløddelsvæv hos overvægtige og muskuløse hunde kan få det til at se ud som om, der er kollaps af trachea. Ved røntgen undersøgelser af trachea i forbindelse med diagnostik af luftvejs problemer er det af betydning at kunne vurdere, hvad der er normal dimension, facon og forløb.

Der er i litteraturen angivet, at tracheas diameter målt på røntgenbilleder er mindst 3 gange så stor som diameteren af den proximale 3.del af 3. ribben (3,5,11).

Andre forfattere angiver diameteren på trachea i forhold til diameteren på apertura thoracis cranialis. Her angives diameteren til at være ca. 0,20 hos ikke brachycephale hunde, 0,16 hos brachycephale og 0,13 hos Engelske Bulldogs (2,6,9,12)



Figur 1: Forholdet mellem tracheas diameter og apertura thoracis cranialis

Endelig er det vist, at diameteren på trachea hos pattedyr kan beskrives som en funktion af legemsvægten. Således kan tracheas forventede diameter hos hunde beregnes ud fra formlen: Forventet diameter (cm) = $0,47 \times \lg v.(\text{kg})^{0,39}$ (11,12,13,14).

Formålet med denne undersøgelse er at undersøge, om positioneringen af hunden under røntgenoptagelser påvirker de dimensioner, der kan måles på røntgenbillederne.

Desuden er de forskellige standardmål, der angives i litteraturen, sammenlignet med de dimensioner, der måles på røntgenbilleder i forskellige positioner. Endelig sammenholdes de målte dimensioner fra røntgenbillederne med de målinger, der blev udført postmortem.

Materialer og metoder.

Der blev udført røntgenoptagelser af 13 hunde af forskellig race, alder og vægt (tabel 1).

Røntgen optagelserne er udført med loftophængt Siemens Nandor 2 med fast indstilling på 20 mA, der yder 50-90 kV. Der er anvendt kassetter med middelhurtige ortokromatiske folier (400). Film-fokus afstand 90 cm.

Røntgen billederne er taget på henholdsvis bedøvede hunde uden tracheal tubus og på aflivede hunde.

Race, alder og vægt er registreret

Ingen af hundene havde kliniske tegn på respirationsvejslidelser.

Tabel 1: Hunde anvendt i undersøgelsen:

	race	Alder, år	Vægt, kg
hund 1	blanding	4	35
hund 2	labrador	2	26
hund 3	blanding	12	40
hund 4	dansk/svensk	2	6
hund 5	labrador	8	47
hund 6	WHWT*	7	10
hund 7	blanding	8	27
hund 8	pappillon	6	4,5
hund 9	pomeranian	7	4,2
hund 10	blanding	0,9	19
hund 11	blanding	13	18
hund 12	labrador	2	31
hund 13	gravhund	0,5	5

* West Highland White terrier

Der er lavet følgende optagelser:

- Ventro-dorsalt med hovedet hvilende på lejet
- Lateral (i enkelte tilfælde liggende på både højre og venstre side) hoved/hals i normal leje
- Lateral, hoved/hals maksimalt extenderet. Vinkel mellem cervical og thorax hvirvler på ca. 90°.
- Lateral hoved/hals maksimalt flekteret med hovedet mellem forben. Vinklen var noget varierende p.g.a. den forskellige kropsbygning hundene i undersøgelsen havde.



Ekstenderet



flekteret



normal

Figur 2: De laterale positioner der blev anvendt ved røntgenoptagelser

Diameteren på trachea er målt på røntgenbilleder i laterale og ventrodorsale optagelser.

Tracheas diameter er målt ved 3. cervical hvirvel(C3), ved apertura thoracis cranialis og ved 3. ribben.

Der er foretaget 3 målinger i alle positioner for at opnå en større sikkerhed i resultatet.

Alle målinger på røntgenbilleder og fri-dissekeret trachea er foretaget med skydelære med en nøjagtighed på 1/10 mm.

På de 6 aflivede hunde, der er anvendt i undersøgelsen, er trachea dissekeret fri inden rigor mortis er indtrådt. Trachea er overskåret, og den indvendige diameter er målt ved apertura thoracis cranialis.

Statistiske metoder:

Alle målinger er noteret, og målingerne på den enkelte hund er statistisk bearbejdet. De statistiske sammenligninger af forholdstal er foretaget med T-test. Øvrige statistiske sammenligninger er udført med parret T-test. Alle P-værdier er på 95% niveau. Da der er foretaget 3 konsekutive målinger i alle målepunkter, er der anvendt 39 målinger (3 X 13 hunde) til alle statistiske analyser.

Resultater.

Målinger ved C3:

Sammenligning af målingerne ved C3 foretaget med flekteret hals i forhold til normal position viste, at de målinger, der blev foretaget med flekteret hals, var signifikant mindre end de målinger, der blev udført med hoved hals i normal position. Forskellen var 1,5 mm (tabel 2).

Tabel 2: Statistisk analyse af diameteren på trachea ved C3 på flekteret hals og med hals i normal position.

	N	Middel	Standard afv.
C3-flex	39	12,6 mm.	4,4 mm.
C3-norm	39	14,1 mm.	4,5 mm.
Difference	39	1,5 mm.	2,0 mm.

95% Konfidens interval for middel difference: (-2,1; -0,8)
T-test af middel difference = 0 (vs not = 0): T-værdi = -4,64
P = 0,000

På samme måde blev målingerne ud for C3 på ekstenderet hals sammenlignet med målingerne i normal position (tabel 3).

Målingerne på ekstenderet hals var signifikant lavere end målinger lavet med hals og hoved i normal position. Forskellen var 1 mm.

Tabel 3: Statistisk analyse af diameteren på trachea ved C3 på extenderet hals og med hals i normal position.

	N	Middel	Standard afv.
C3-ext	39	13,1 mm.	4,2 mm.
C3-norm	39	14,1 mm.	4,5 mm.
Difference	39	1,0 mm.	1,2 mm.

95% Konfidens interval for middel difference: (-1,4; -0,6)
T-test af middel difference = 0 (vs not = 0): T-værdi = -5,14
P = 0,000

Målinger ved 3. ribben:

Diameteren på trachea blev målt ved 3. ribben på røntgenbilleder optaget med hoved og hals i henholdsvis maksimalt ekstenderet, flekteret og i normal position.

Der kunne ikke påvises nogen signifikant forskel på diameteren af trachea ved 3. ribben, når halsen var maksimalt flekteret i forhold til normal position. Forskellen var 0,1 mm (tabel 4).

Tabel 4: Statistisk analyse af diameteren på trachea ved 3. ribben på flekteret hals og med hals i normal position.

	N	Middel	Standard afv.
3. rib. flex	39	13,5 mm	4,1 mm
3. rib. norm	39	13,6 mm	4,9 mm
Difference	39	0,1 mm	1,5 mm

95% Konfidens interval for middel difference: (-0,5; 0,4)
T-test af middel difference = 0 (vs not = 0): T-værdi = -0,33
P = 0,744

Ved maksimal ekstension af hoved og hals kunne der ikke påvises nogen signifikant forskel (tabel 5).

Tabel 5: Statistisk analyse af diameteren på trachea ved 3. ribben på ekstenderet hals og med hals i normal position.

	N	Middel	Standard afv.
3. rib. ext.	39	13,6 mm	4,4 mm
3. rib. norm	39	13,6 mm	4,9 mm
Difference	39	0,0 mm	0,9 mm

95% Konfidens interval for middel difference: (-0,3; 0,3)
T-test af middel difference = 0 (vs not = 0): T-værdi = -0,18
P = 0,858

Tracheas diameter i forhold til 3.ribben:

På det 3. ribben blev diameteren målt på den proximale 3. del og forholdet mellem diameteren på trachea og ribben beregnet.

Tracheas diameter var i gennemsnit 2,63 gange så stor som diameteren på 3. ribben (95% konfidensinterval mellem 2,45 og 2,82).

Tracheas diameter i forhold til diameteren på apertura thoracis cranialis:

Diameteren på apertura thoracis cranialis er målt fra øverste punkt på manubrium til det ventrale punkt af vertebra midt for 1. ribben.

Det gennemsnitlige forholdstal mellem tracheas og apertura thoracis cranialis` s diameter blev i denne undersøgelse beregnet til 0,22 med et 95 % konfidensinterval mellem 0,21 og 0,23.

Forventet diameter på trachea:

Den forventede diameter (forv-dia.) blev for alle hundene beregnet med formelen:

$$\text{Forventet diameter (cm)} = 0,47 \times \text{lgv. (kg)}^{0,39}$$

Der er udført statistisk sammenligning mellem den forventede diameter og middelværdien på målingerne ved 3. ribben i normal position (tabel 6).

Tabel 6: Statistisk analyse af den beregnede forventede diameter på trachea og målinger ved 3. ribben i normal position.

	N	Middel	Standard afv.
Forv - diameter	39	14,4 mm	4,5 mm
3. rib. norm	39	13,6 mm	4,9 mm
Difference	39	0,8 mm	2,8 mm

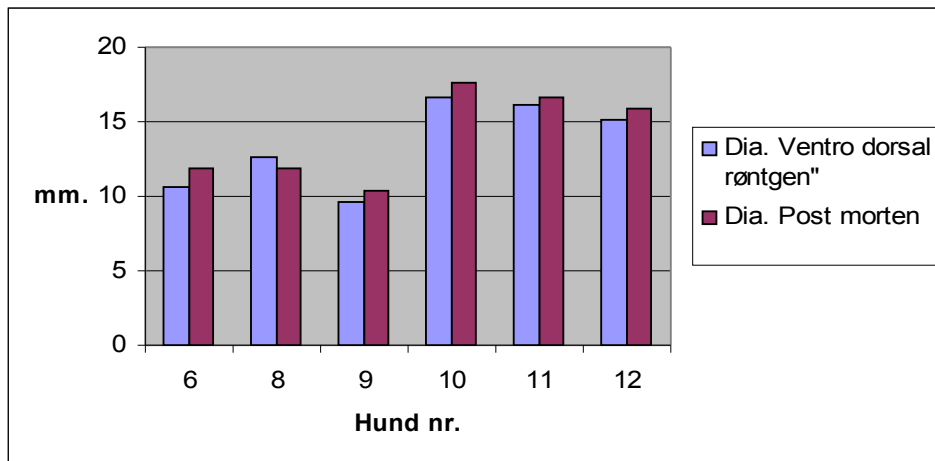
95% konfidens interval for middel difference: (-0,2; 1,7)

T-test af middel difference = 0 (vs not = 0): T-værdi = 1,66 P= 0,104

Note: Den forv.-diameter er brugt 3 gange i den statistiske analyse for at få lige mange målinger i begge grupper

Der er ikke signifikant forskel på den beregnede forventede diameter og den diameter, der er målt ved 3. ribben

Seks af hundene i undersøgelsen blev aflivet og trachea dissekeret fri. Diameteren på trachea blev målt ved apertura thoracis cranialis. Figur 2 viser den laterolaterale diameter målt henholdsvis på røntgen billeder optaget i ventrodorsal position og på den fri dissekerede trachea. Målingerne er foretaget ved apertura thoracis cranialis.



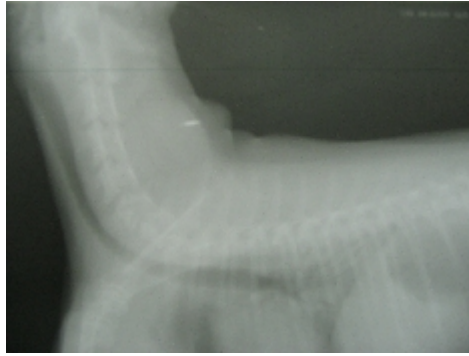
Figur 3:
Sammenligning mellem målinger foretaget på røntgen billeder og post mortem målinger af tracheas diameter ved apertura thoracis cranialis.

På røntgenbilleder taget med maksimal fleksion kunne der i 11 ud af 13 billeder ses en tydelig ændring af tracheas normale forløb. I 2 tilfælde viste trachea tegn på "knæk" men mest almindeligt var en forskydning dorsalt mod vertebrae, et mere bølget forløb af trachea og i et enkelt tilfælde et mere lige forløb af trachea i thorax.



Figur 4:
Eksempel på "knæk" (pil) af trachea ved kraftig fleksion.

Ved maximal ekstension af halsen kunne der på røntgen billederne fra 3 hunde konstateres en tydelig fladere kontur af trachea i den distale del af cervikal regionen og omkring apertura thoracis cranialis.



Figur 5:
Eksempel på sammenklemning af trachea ved kraftig ekstension af hals

Diskussion:

Det er i litteraturen angivet, at positioneringen af hoved og hals har betydning ved røntgen optagelser af trachea (1,3,15,16), men den kvantitative påvirkning er ikke angivet. Det blev forsøgt ved denne undersøgelse at lave nogle standardiserede optagelser med hoved/hals i bestemte vinkler i forhold til resten af kroppen. Det viste sig ikke at være muligt at lave reproducerbare ens vinkler hver gang som følge af hundenes forskellige kropsbygning. Derfor er der tilstræbt maksimal ekstension og fleksion af hoved/hals i stedet.

Det er i litteraturen angivet, at hyperekstension af hoved/hals ved røntgen optagelser kun har mindre betydning for tracheas diameter(17). I en anden undersøgelse, hvor der er anvendt ultralyd, kunne der heller ikke påvises nogen tydelig forskel på diameteren ved ekstension og normal position (18). Ved røntgen optagelser med maksimalt flekteret eller ekstenderet hoved/hals kunne det i denne undersøgelse konstateres, at tracheas diameter var henholdsvis 1,0 og 1,5 mm mindre ved C3, end den var, når hoved/hals blev eksponeret i normal position. Det er angivet i litteraturen, at diameteren skal være reduceret med op til halvdelen, for at det har nogen klinisk betydning (3), så selvom reduktionen var statistisk signifikant, må det antages ikke at have klinisk betydning.

De samme målinger blev foretaget ved 3. ribben, og her var forskellen mellem de målte diametre med ekstenderet/flekteret og normal position ubetydelig (< 0,1 mm). Årsagen til, at der ved målinger i thorax ikke ses den samme forskel som ved målinger halsregionen, er sandsynligvis, at trachea i thorax ikke påvirkes væsentligt af bevægelser i cervical regionen. Dette skyldes formentlig, at det er i cervical regionen, bevægelsen sker, og at dette ikke påvirker trachea i thorax. Samtidig er trachea i thorax mere fast lejret til bindevævet i mediastinum.

Diameteren af trachea er i litteraturen sat i relation til forskellige skeletstrukturer med henblik på vurdering af normale forhold.

Der angives, at tracheas diameter skal være mindst 3 gange så stor som diameteren på den proximale 3. del af 3. ribben, og kommer forholdet ned på under 2:1, er det patologisk (3, 5,12). I denne undersøgelse er forholdet mellem diameteren på trachea og 3. ribben gennemsnitligt 2,63.

Der kan i dette studium ikke umiddelbart gives nogen entydig forklaring på, at tallet er lavere, end det er angivet i litteraturen. Seks af hundene havde ribbens diameter under 5 mm, hvilket kan have haft en betydning for målesikkerheden. Et andet forhold, der kan have betydning, er, hvorvidt der måles på øverste eller nederste ribben. I denne undersøgelse er der målt på øverste ribben, men der er i de refererede undersøgelser ikke angivet, om det er øverste eller nederste ribben, der er målt på.

Anvendelse af forholdet mellem ribben og trachea har den ulempe, at trachea og det øverste 3.ribben ikke ligger i samme plan, og derfor bliver ribbenet forstørret forholdsvis mere end trachea. Dette forhold har størst betydning ved store hunde og hunde med tøndeformet brystkasse.

Andre forfattere angiver derfor apertura thoracis cranialis som en bedre struktur at relatere tracheas diameter til, fordi de to strukturer ligger tættere på hinanden, og derfor forstørres næsten ens (12).

Det angives også, at ved anvendelse af dette forhold er forskellen større, end når diameteren på det 3. ribben bruges, og derved mindskes målesikkerheden. Det korrekte mål for diameteren på apertura thoracis cranialis kan kun måles, når hunden ligger helt plan, således at ribbenene eksponeres over hinanden.

Det gennemsnitlige forhold mellem tracheas diameter og apertura thoracis cranialis (TD/AT) blev i denne undersøgelse beregnet til 0,22.

Det er angivet, at TD/AT er ca. 0,20 for ikke-brachycephale hunde og mellem 0,13 og 0,16 for bulldog og brachycephale i en undersøgelse (9). En anden retrospektiv undersøgelse finder TD/AT for bulldogs til 0,14, brachycephale hunde til 0,21, og 0,18 for ikke brachycephale hunde (12).

Dette studium giver ikke nogen forklaring på de divergerende resultater.

Da luften i trachea opfører sig efter de fysiske principper for væske/luft i rør, betyder det, at en lille trachea giver relativt mere modstand end en større. Der er vist, at tracheas diameter ikke øges direkte proportionalt med vægten, men således at en vægtøgning på 3,9 kg bevirker, at tracheas diameter øges med 1 mm. Det er således vist, at tracheas diameter kan beregnes med formlen $0,47 \times \lg v.(\text{kg})^{0,39}$ (12, 11,14).

I en sammenligning af almindelige mellemstore hunde (13-19 kg) med normale toy-breeds er der konstateret stor forskel på diameteren af trachea. Når der er justeret for hundenes forskellige vægt, var der ikke signifikant forskel på tracheas diameter(13).

Målingerne på trachea i denne undersøgelse viste, at de store hunde havde større diameter end de små hunde. For at undersøge om de forskelle, der blev målt, kunne forklares af hundenes forskellige størrelser, blev den forventede diameter beregnet ved hjælp af formlen. Der var ikke nogen signifikant forskel mellem den beregnede og den målte diameter. Variationen i de målte diameter kunne forklares med hundenes forskellige vægt.

Ved vurdering af røntgenbilleder er det vigtigt at vurdere, om det er de virkelige forhold, man ser på røntgenoptagelserne. Huber (19), Hedlund (8) og Fingland (20) har undersøgt, om det er muligt efter partiel tracheal resektion at bestemme graden af luminal stenose med røntgen. De finder alle, at der ikke er god korrelation mellem røntgen billeder og de faktiske fysiske forhold.

I denne undersøgelse blev trachea på de 6 aflivede hunde, der indgår i undersøgelsen, dissekeret fri og overskåret. Den indvendige latero-laterale diameter blev målt ved apertura thoracis cranialis og sammenlignet med diameteren på ventrodorsale røntgen billeder. Forskellen mellem diameter på røntgenbilleder og fri dissekeret trachea var ≤ 1 mm, så der er god overensstemmelse mellem de målte værdier og de faktiske forhold. Det var dog vanskeligt at måle præcist på trachea, efter at den var skåret fri, da vævet er blødt, og der må forventes nogen måleusikkerhed. Desuden havde ingen af hundene i denne undersøgelse gennemgået operation på trachea eller nogen form for luminal stenose, så røntgen optagelserne forstyrredes ikke af arvæv efter en operation.

Flere undersøgelser viser, at ekstension eller fleksion af hoved/hals kan ændre på tracheas normale forløb (6,5,16), og i denne undersøgelse var der hos 11/13 hunde tilsvarende ændringer. Det var specielt ved kraftig fleksion, at trachea ændrede forløb gennem apertura thoracis cranialis. Trachea blev mere bølget at se på, og der skete en dorsal forskydning mod vertebrae. Røntgen billeder fra to hunde optaget med fleksion viste tegn på ”knæk” af trachea. I litteraturen er det beskrevet som hyppigst forekommende hos mindre hunde (3). Der er i denne undersøgelse ikke individer nok til at konkludere, hvorvidt det er hyppigere forekommende hos små hunde. Det må antages, at det er tracheas semirigide struktur, der gør, at den kan bøjes til et vist punkt, og bliver den flekteret mere, ”knækker” den som en vandslange. Dette forhold kan have klinisk betydning i forbindelse med udførelse af forskellige undersøgelser (ex. myelografi, udtagelse af cerebrospinal væske) hvor halsen flekteres maksimalt. Anvendelse af armerede tracheal tubus må anbefales i sådanne tilfælde.

Ekstension af halsen kan betyde, at tracheas diameter bliver smallere i den caudale del af cervicel regionen. Et forhold som kan forveksles med tracheal kollaps. Den dorsale begrænsning af trachea kan i de fleste tilfælde af kollaps ikke identificeres, hvorimod den kan følges på røntgenbillederne, når der er tale om en sammenklemning (1,2). I denne undersøgelse var der er i 3 tilfælde tale om sammenklemning.

Konklusion:

Tracheas diameter påvirkes af hundens positionering.

Forholdet mellem tracheas diameter og diameteren på den proximale 3. del af 3. ribben kan anvendes til vurdering af normale forhold.

Forholdet mellem apertura thoracis cranialis og tracheas diameter er anvendeligt til vurdering af normale forhold.

Tracheas diameter kan beregnes med formel, når hundens vægt er kendt.

Der er acceptabel overensstemmelse mellem målinger på røntgenbilleder og post mortem fund.

Tracheas semirigide struktur kan give knæk af trachea ved kraftig fleksion af nakke.

Referencer:

1. Tobin, E., Thoracic radiology. Part 1 - The respiratory system, pleural space and mediastinum. Irish Veterinary Journal 2004, **57**(10), 598-604
2. Kealy, J.K., McAllister, H., Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat(ed.4), Elsevier Saunders, 2005, 173-185,
3. Suter, P.F.; Thoracic radiology, Thoracic diseases of the dog and cat(P.F. Suter, ed.), Wettswil, Switzerland, Peter F. Suter, 1984, 17-19, 237-252
4. Dallman, M.J., Brown, E.M, Structural Considerations in tracheal disease. American journal of veterinary research 1979, **40**, 555-558.
5. Burk, B.L., Feeney, D.A., Small Animal Radiology and Ultrasonography(Ed. 3). Elsevier Saunders 2003, 25-46, 105-113.
6. Thrall, D.E., Textbook of veterinary diagnostic radiology(Ed. 2). W.B. Saunders, Philadelphia, USA 1994, 307-327.
7. Begon, D., Normal thoracic radiographs. Recueil de Medecine Veterinaire 1995, **171**(4/5), 213-223.
8. Buchanan, J.W., Tracheal signs and associated vascular anomalies in dogs with persistent right aortic arch. Journal of veterinary internal medicine 2004, **18**. (4), 510-518.
9. Harvey, C.E., Fink, E.A., Tracheal diameter: analysis of radiographic measurements in brachycephalic and nonbrachycephalic dogs. Journal of the American Animal Hospital Association July/Aug 1982. **18** (4) 570-576.
10. Silverman, S., Suter, P.F., Influence of inspiration and expiration on canine thoracic radiographs. Journal of the American Veterinary Medical Association 1975, **166**, 1/6, 502-510.

11. Tenney, S.M., Bartlett Jr., D., Comparative quantitative morphology of the mammalian lung: Trachea. *Respiration Physiology* 1967, **3**, 130-135.
12. Coyne, B.E., Fingland, R.B., Hypoplasia of the trachea in dogs: 103 cases (1974-1990). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1992, **205**, 5, 768-772.
13. Dallman, M.J., Brown, E.M., Statistical analysis of selected tracheal measurements in normal dogs and dogs with collapses trachea. *American Journal of Veterinary research* 1984, **45**, 1/6, 1033-1037.
14. Mortola, J.P., Fischer, J.T., Comparative morphology of the trachea in newborn mammals. *Respiration Physiology* 1980, **39**, 297-302.
15. Hedlund, C.S., Tracheal anastomosis in the dog, Comparison of two end to end techniques. *Veterinary Surgery* 1984-85, **13/14**, 135-142.
16. Mattoon, J.S, Drost, W.M,T, Radiographing the trachea in small animals. *Veterinary Medicine* 2004, **99**(1), 72, 74-83.
17. Morgan, J.P., Upper airway disease. Thoracic disease in the dog. October 16-20, 1989 Mallorca Spain. Organized by Animal Hospital of Lund, Sweden. International Course. Lund (Sweden). 1989. 37-45.
18. Rudolf, H., Herrtage, M.E., White, R.A.S., Use of ultrasonography in the diagnosis of tracheal collapse. *Journal of Small Animal Practice London* 1997, **38**, (11) 513-518.
19. Huber, M.L, Henderson, R.A, Finn-Bodner, S, Macintire, D.K, Wright, J.C, Hanks, G.H, Assessment of current techniques for determining tracheal luminal stenosis in dogs. *American Journal of Veterinary Research* 1997, **58**(10), 1051-1054
20. Fingland, R.B., Layton, C.I., Kennedy, G.A., Galland, J.C., A comparison of simple continuous versus simple interrupted suture patterns for tracheal anastomosis after large-segment tracheal resection in dogs. *Veterinary Surgery* 1995, **24**, 320-330.