



*Sveriges lantbruksuniversitet*  
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för kliniska vetenskaper

# Trakealkollaps hos shetlandsponnyer - effekt på prestation och lungfunktion

Elin Svonni

*Uppsala*

*2010*

*Examensarbete inom veterinärprogrammet*

*ISSN 1652-8697  
Examensarbete 2010:90*



# Trakealkollaps hos shetlandsponnyer - effekt på prestation och lungfunktion

Elin Svonni

*Handledare: Miia Riihimäki, Institutionen för kliniska vetenskaper*

*Examinator: Bernt Jones, Institutionen för kliniska vetenskaper*

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2010  
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för kliniska vetenskaper  
Kurskod: EX0239, Nivå AXX, 30hp*

*Nyckelord: häst, trakealkollaps, lungfunktion, forced oscillation techniques, arbetsintolerans*

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>  
ISSN 1652-8697  
Examensarbete 2010:90*

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	1
SUMMARY .....	2
INLEDNING.....	3
SYFTE .....	3
BAKGRUND .....	3
Trakeas uppbyggnad hos friska hästar .....	3
Trakealkollaps.....	4
<i>Etiologi och morfologiska förändringar.....</i>	4
<i>Symtom.....</i>	5
<i>Diagnostik.....</i>	6
<i>Behandling och prognos .....</i>	8
MATERIAL OCH METODER.....	9
Hästar .....	9
Insamling av data.....	10
<i>Klinisk undersökning.....</i>	10
<i>Endoskopi .....</i>	10
<i>Arbetsprov .....</i>	10
<i>Lungfunktionstest.....</i>	10
<i>Statistik.....</i>	11
RESULTAT .....	11
Hästar .....	11
<i>Klinisk undersökning.....</i>	11
<i>Endoskopi .....</i>	12
<i>Arbetsprov .....</i>	12
<i>Lungfunktionstest.....</i>	13
DISKUSSION .....	14
TACK TILL .....	16
REFERENSLISTA.....	17

## **SAMMANFATTNING**

Trakealkollaps är relativt ovanligt förekommande hos hästar men är något vanligare hos småvuxna ponnyraser. Sjukdomen har ett progressivt förlopp och är ofta långt framskriden innan respirationssymtom som missljud, hosta och dyspné uppkommer. De tillgängliga behandlingsalternativen ger sällan tillfredsställande resultat och prognosen vid höggradig kollaps med grava symtom får anses som dålig. Syftet med den här studien var att undersöka om och i så fall i vilken grad trakealkollaps påverkar hästens användbarhet, detta gjordes genom att undersöka om det fanns någon skillnad i arbetstolerans och lungfunktion mellan en grupp friska shetlandsponnyer och en grupp shetlandsponnyer med trakealkollaps. Den friska gruppen bestod av tio ponnyer och gruppen med kollaps av fyra ponnyer, varav tre hade trakealkollaps av grad 3 och en av grad 2. Hästarna i studien genomförde ett lättare arbetsprov där de travade 3000 m i 12 km/h, ingen häst behövde avbryta provet pga. respirationssymtom däremot visade alla hästar med kollaps någon form av symtom från luftvägarna under provet. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan grupperna gällande andningsfrekvens efter provet eller hjärtfrekvens under eller efter provet. Lungfunktion mättes med forcerad oscillationsteknik där motstånd och eftergivlighet i luftvägarna mäts med hjälp av oscillerande sinusvågor, i denna studie gjordes mätningar på frekvenserna 3, 5, 7 och 10 Hz. FOT används inom humanmedicinen för att diagnosticera och monitorera trakealstenoser då resistansen i respirationssystemet stiger och reaktansen som speglar respirationssystemets eftergivlighet sjunker vid förekomst av stenoser. Förväntningarna innan studien var att detsamma skulle gälla även för trakealkollaps hos häst. Det gick dock inte att påvisa någon signifikant skillnad mellan grupperna gällande resistans i respirationssystemet vid någon frekvens även om hästarna med trakealkollaps tenderade att ligga högre än kontrollgruppen, däremot låg reaktansen som speglar luftvägarnas eftergivlighet signifikant lägre hos hästarna med trakealkollaps vid frekvensen 10 Hz. Det låga hästantalet och det faktum att skillnad bara kunde ses vid en frekvens gör dock att det inte kan uteslutas att de låga reaktansvärdet var en tillfällighet. Slutsatserna från studien var att även hästar med relativt höggradig trakealkollaps klarar av att utföra ett lättare arbetsprov men att respirationssymtom uppkommer även vid detta lätta arbete. Det kunde också konstateras att FOT visade sig vara en alltför okänslig metod för att använda för diagnosticering av trakealkollaps på häst i den här studien.

## **SUMMARY**

Tracheal collapse is not a common disease in horses but occurs more frequent in small pony breeds. The disease is progressive and it often advances far before respiratory signs like wheezers, cough and dyspnea are noticed. The treatments do usually not manage the tracheal collapse sufficient and the prognosis for severe collapse with clinical signs is poor. The purpose of the study reported here was to investigate if there were some differences in exercise tolerance and lung function between one group of healthy Shetland ponies and one group of Shetland ponies with tracheal collapse. There were ten ponies in the healthy group and four ponies in the group with tracheal collapse, three of them had collapse of grade 3 and one of grade 2. The horses performed a low intensive exercise test in which they were trotting 3000 m with a speed of 12 km/h. None of the horses was taken out of the test due to respiratory problems, but all of the horses with tracheal collapse showed some respiratory signs during the test. There were no significant differences between the groups in respiratory rate after the test or heart rate during or after the test. Lung function was measured with forced oscillation techniques, resistance and reactance in the respiratory system were measured with oscillating sinus nodes. In this study measurements were made at frequencies of 3, 5, 7 and 10 Hz. FOT is used in human medicine to diagnose and monitor tracheal stenosis, the resistans increases and the reactanse decreases when a stenosis is present. The expectations before conducting this study was that this would be true also in tracheal collapse in horses, but there were no significant differences in resistance between the groups even though there was a tendency of higher values for the horses with collapse. The reactance was significant lower for the horses with collapse only at the frequency of 10 Hz, but because of the low number of horses it is possible that the low value was a coincident. The conclusions of this study was that even horses with tracheal collapse of grade 2-3 managed to perform a low intensive exercise test but they were showing respiratory signs during the test. This study also shows that FOT is too insensitive to use in diagnostics of tracheal collapse in horses.

## **INLEDNING**

Trakealkollaps är en ovanlig sjukdom hos hästar men diagnosticeras något oftare hos småvuxna ponnyraser och även hos åsnor (Aleman et al, 2008; Powell et al, 2009). Tillståndet är inte särskilt väl studerat och större prevalensstudier saknas, Aleman et al konstaterade dock i en studie från 2008 att nästan 6 % (13 st.) av alla amerikanska miniatyrhästar som behandlats på två större amerikanska hästkliniker mellan 1985 och 2007 sökt pga. respirationssymtom orsakade av trakealkollaps (Aleman et al, 2008). I en studie där trakeas morfologi undersöktes post mortem hos en grupp åldrade åsnor som avlivats av olika orsaker hittades trakealkollaps i ca 16 % av fallen, det var dock knappt hälften av dessa åsnor som visat respirationssymtom (Powell et al, 2009). Dessa siffror tyder på att trakealkollaps kan förekomma subkliniskt i betydligt högre utsträckning än man känner till även hos ponnyer som inte utför något hårdare arbete. När sjukdomsförloppet gått så långt att trakealkollapsen ger grava symtom är dock prognosen för drabbade hästar relativt dålig och de behandlingsmetoder som finns tillgängliga ger i många fall otillfredsställande resultat (Aleman et al, 2008; Couëtil et al, 2004; Wong et al, 2008).

## **SYFTE**

Syftet med den här studien var att undersöka om och i så fall i vilken omfattning trakealkollaps påverkar hästens användbarhet, något som är en vanlig frågeställning hos djurägare med sjuka hästar. Detta genomfördes genom att undersöka om impedans (resistans och reaktans) i respirationssystemet mätt med forcerad oscillationsteknik samt arbetstolerans vid ett arbetsprov skiljde sig mellan en grupp friska shetlandspannyer och en grupp shetlandspannyer med diagnosticerad trakealkollaps av olika grad. Då de flesta shetlandspannyer normalt inte utför några extrema prestationer utformades arbetsprover för att motsvara ett lättare rid- eller körpass. Hypotesen var att shetlandspannyer med höggradig trakealkollaps vid lungfunktionsmätning har ökad resistans i luftvägarna jämfört med friska ponnyer samt visar arbetsintolerans även vid ett lättare arbetsprov.

## **BAKGRUND**

### **Trakeas uppbyggnad hos friska hästar**

Trakea är hos normalstora hästar 75-80 cm lång med en innerdiameter på ca 6x5 cm och är uppbyggd av 48-60 C-formade broskringar som överlappar varandra på dorsalsidan. Broskringarna består av hyalint brosk och extracellulärt matrix och täcks på utsidan av ett fibrinöst membran. På insidan av broskringarna sitter på dorsalsidan ett membran uppbyggt av bindväv och glatt muskulatur (M. trachealis) som håller samman ringarna. Ytan in mot lumen är täckt av cilierat pseudostratifierat cylindriskt epitel, i epitelet finns även mukusproducerande körtlar och submukosan mellan epitel och brosk består av elastisk vävnad vilket ökar trakeas flexibilitet. Trakea är normalt rigid och diametern förändras relativt lite oberoende av expiration och inspiration (Dixon et al, 2007). I de extrathorakala delarna av trakea är risken för kollaps störst vid inspiration då en tryckgradient uppstår när trycket i trakeas lumen faller pga. den nedåtgående luftströmmen och understiger trycket på utsidan av trakea. I de intrathorakala delarna av trakea är situationen omvänd då det intrathorakala trycket utanför trakea är negativt vid inspiration och stiger vid expiration vilket leder till att risken för kollaps av trakea är större vid expiration (Johnson, 2000; Couëtil et al, 2004). Trakea är hos en normal häst lätt dorso-ventralt tillplattad och kan strax innan bifurkationen vara något avsmalnad i lateral riktning (Barakzai, 2007).

## Trakealkollaps

### *Etiologi och morfologiska förändringar*

Vid trakealkollaps är trakeas lumen förminskad pga. missbildning av trakeas broskringar eller prolaps av det dorsala membranet eller kombinationer av dessa orsaker. Det vanligaste är att trakea är tillplattad i dorso-ventral riktning men lateral kollaps förekommer (Buback et al, 1996). Kollaps av bronker kan förekomma i samband med trakealkollaps, en nyare studie på hund visade att 83 % av hundarna med trakealkollaps som ingick i studien även hade kollaps av bronker (Johnson, 2010), även bronkiektasier har kopplats samman med trakealkollaps hos hundar (Marolf et al, 2007). Kollaps kan uppstå i både intrathorakala och extrathorakala delar av trakea och i de flesta fall är båda delarna drabbade (Aleman, 2008), som enskild lokalisering har kollaps vid thoraxapperturen i flera studier visat sig vara vanligast hos både hästar, åsnor och hundar (Mair & Lane, 1990; Powell et al, 2009; Tagner et al, 1982; Wong et al, 2008). Tagner et al konstruerade 1982 efter en studie av 20 hundar med trakealkollaps ett graderingssystem som bygger på hur mycket ytan av trakeas lumen reducerats. Enligt detta graderingssystem som modifierats något men fortfarande används även för hästar motsvarar grad 1 en reduktion av trakeas lumen med maximalt 25 % och grad 4 motsvaras av en nästan total obstruktion, se tabell 1 (Tagner et al, 1982).

*Tabell 1. Klassificering av trakealkollaps*

Grad	Kriterie
I	I stort sett normal form på trakea. Lindrigt prolaberande membran, cirkulär form på broskringarna. Trakeas lumen reducerad med ca 25 %.
II	Trakeas muskulatur är utsträckt och prolaberad. Broskringarna är tillplattade och lumen reducerad med ca 50 %.
III	Trakeas muskulatur är nästan i kontakt med broskringarnas dorsala yta. Broskringarna är tillplattade, ändarna ibland palperbara. Lumen är reducerad med ca 75 %.
IV	Trakeas muskulatur ligger på broskringarnas dorsala yta. Broskringarna är utplattade och kan även vara inverterade dorsalt. Lumen är nästan helt ockluderad.

Trakealkollapsens etiologi är multifaktoriell och inte fullständigt klarlagd, den mest utbredda teorin är att sjukdomen orsakas av en anatomisk missbildning som i kombination med andra faktorer som miljöfaktorer och/eller annan samtidig sjukdom ger symtom. Trakeas onormala form gör att slemhinnan i trakea utsätts för en kronisk mekanisk retning då det dorsala membranet och broskringarna vidrör varandra (White & Williams, 1994). Retningen orsakar inflammation vilket leder till förlust av epitel, bildning av fibrinösa membran samt ökad produktion av mukus till följd av hyperplasi av subepitheliala körtlar (Dallman et al, 1988). Förändringarna leder till störning av trakeas cilie-funktion vilket i kombination med ökad mukusproduktion ytterligare förvärrar trakeiten (Powell et al, 2009). Även trakeit av andra orsaker kan utlösa symtom från en anatomisk kollaps av trakea (Marolf et al, 2007; White & Williams, 1994). De anatomiska förändringarna vid trakealkollaps är med största sannolikhet medfödda då de har hittats även hos mycket unga individer (Simmons et al, 1988; White &



Williams, 1994). Eftersom sjukdomen finns mer frekvent inom vissa raser och då framförallt dvärgraser både hos hundar och hos hästar misstänks en genetisk komponent, mer forskning inom området krävs dock för att ytterligare belysa sambandet (Aleman, 2008; Buback et al, 1996; Mair & Lane, 1992; Martin, 1981; Simmons et al, 1988; White & Williams 1994 ).

Vid histologisk undersökning av trakea har förändringar i både brosk, submukosa och mukosa hittats hos hästar med trakealkollaps. I en studie undersöktes trakea från fyra miniatyrhästar med kollaps och förändringar i form av färre antal chondrocyter än normalt, chondromalaci samt hyalinsering och i ett fall mineralisering av extracellulära matrix hittades (Aleman et al, 2008). Liknande fynd har setts även i andra studier (Mair & Lane, 1990; Martin, 1981; Simmons et al, 1988). Trakealkollaps har hittats hos åldrade hästar och åsnor där åldersrelaterade förändringar i broskets och det dorsala membranets uppbyggnad har misstänkts vara orsaken, inga studier där patogenesen klarlagts finns dock publicerade (Carrig et al, 1973; Powell et al, 2009).

Histologiska förändringar vid trakealkollaps är betydligt mer studerat på smådjurssidan, i en studie genomförd av Dallman et al från 1988 jämfördes histologiska snitt av trakea från ett antal hundar med trakealkollaps med snitt från en frisk kontrollgrupp. Värt att notera var att histologiska förändringar i denna studie inte kunde ses i hela trakea eller ens i alla broskringar med onormal form hos de drabbade hundarna. De fynd som gjordes var att det i broskringar från de sjuka hundarna fanns fokala förändringar i områden med anatomisk kollaps, de förändrade områdena var vanligen lokaliserade på broskringarnas lateralsidor och även på deras dorsala spetsar. I likhet med hos hästarna var brosket i dessa områden mindre homogent och innehöll färre chondrocyter jämfört med normala områden, det fanns även en större andel skadade chondrocyter i dessa regioner jämfört med hos de friska hundarna. I studien sågs förändringar i muskulaturen i trakeas dorsala membran vilken var onormalt utsträckt. Orsaken till detta kan vara att muskulaturen sträcks ut pga. broskringarnas förändrade form, Dallman et al poängterar dock i sin studie att muskeldysfunktion orsakad av onormal innervering kan vara en del av sjukdomskomplexet (Dallman et al, 1988). För att denna teori ska kunna styrkas krävs ytterligare forskning, förändringar av trakeas dorsala membran har dock setts även hos hästar och åsnor med trakealkollaps (Mair & Lane, 1990; Martin, 1981; Powell, 2010; Simmons, 1988).

### **Symtom**

Det vanligaste och ofta först uppmärksammade symtomet hos hästar med kollaps av trakea är respiratoriska missljud som tidigt i sjukdomsförloppet endast uppkommer vid arbete men allt eftersom förloppet fortskrider även kan höras i vila. Missljuden är framförallt inspiratoriska och kan tydligast auskulteras över trakea med även expiratoriska missljud har beskrivits. Drabbade hästar uppvisar ofta arbetsintolerans i varierande grad och även svimningar vid arbete har rapporterats. Hästarna kan vid långt framskriden sjukdom visa förändrat andningsmönster i vila i form av takypné, ökad bukpress och uppspärade näsborrar, i de fall hästen inte kan kompensera för luftvägsobstruktionen uppkommer cyanos. Även dämpat allmäntillstånd och anorexi förekommer i grava fall och plötsliga dödsfall har beskrivits (Aleman, 2008; Couëtil et al, 2004; Mair & Lane, 1990; Simmons et al, 1988). Hos hundar med trakealkollaps är hosta ett vanligt och tidigt symtom vilket även rapporterats hos hästar men inte riktigt i samma utsträckning som hos drabbade hundar (Aleman et al, 2008; Buback et al, 1996; Johnson & Pollard, 2010; Mair & Lane, 1990).

Sjukdomen har ett progressivt förlopp och symtom kommer i många fall smygande, ägare till drabbade hästar har ofta hört respiratoriska missljud en längre tid, upp till flera år innan några

andra symtom uppkommer. Tidigt i sjukdomsförloppet ses symtom vanligen intermittent och har hos både hästar och hundar kopplats till bl.a. stressfyllda situationer, ansträngning, dammig miljö, och utfodring (Aleman et al 2008; Couëtil et al 2004; Mair & Lane, 1990; Tagner et al, 1982). Hos hundar har annan samtidig sjukdom som exempelvis kardiomegali, lungödem och inflammatoriska lunglidanden visat sig kunna utlösa symtom av en sedan tidigare existerande anatomisk kollaps av trakea (White & Williams, 1994). Liknande kopplingar kan misstänkas även på hästsidan trots att stödjande studier i stort sett saknas, Fenger presenterade 1992 en fallrapport där en trakeit till följd av pneumoni orsakade kollaps av trakeas mjukdelar och symtom på trakealkollaps. Teorin i detta fall var att pneumonin ledde till dyspné, takypné och ökad flödes hastighet av luft genom trakea, flödes hastigheten ledde till ökad turbulens i luftströmmen vilket retade trakeas slemhinna, inflammationen ledde i sin tur till reducerad diameter av lumen och ytterligare retningar. I detta fall där broskringarnas anatomi dock inte var förändrad försvann symtomen då pneumonin och trakeiten behandlats (Fenger, 1992). Även påfrestningar i samband högdräktighet har kopplats till förvärrade symtom hos ponnyer med anatomisk trakealkollaps (Aleman et al 2008; Wong et al 2008).

Då trakealkollaps främst förekommer hos hästraser som inte utför särskilt krävande prestationer är förloppet inte sällan långt framskridet när djurägare upptäcker symtom och söker veterinärvård till drabbade hästar (Aleman et al, 2008; Wong et al, 2008; Mair & Lane, 1990), Aleman et al konstaterade i sin studie från 2008 att av de 13 miniatyrhästar som inkom till klinik pga. trakealkollaps visade drygt hälften kraftig takypné och dyspné. Fyra av hästarna i studien var så påverkade att de hade problem att äta, en var liggande och ytterligare en häst dog vid transport till kliniken. Det förekommer dock även att trakealkollaps hittas som bifynd vid obduktion av hästar och åsnor som inte visat några respirationssymtom (Martin, 1981; Powell et al, 2010).

### **Diagnostik**

Historiskt har röntgen av trakea varit den mest använda diagnostiska metoden vid misstänkt trakealkollaps (Mair & Lane, 1992; Martin 1981; White & Williams, 1994). Fortfarande används röntgen i relativt stor utsträckning i alla fall på smådjurssidan då det är en enkel metod som inte kräver sedering eller narkos och dessutom finns tillgängligt även på mindre kliniker. Det har dock visat sig i flera studier att röntgen har en relativt låg sensitivitet och att grad av kollaps ofta underskattas, därför rekommenderas andra känsligare diagnostiska metoder som ersättning eller komplement till röntgen (Macready et al, 2007; Pardali et al, 2010; Tagner & Hobson, 1982; White & Williams, 1994 ). Endoskopi är idag golden standard för dokumentation av alla typer av kollaps av luftvägarna inom humanmedicinen (Heyer et al, 2007) och är den metod på smådjurssidan som anses ha högst sensitivitet (Johnson & Pollard, 2010), även inom hästmedicin används endoskopi i stor utsträckning för att diagnosticera och gradera trakealkollaps (Couëtil et al 2004; Wong, 2008). En fördel är att det vid endoskopi är möjligt att upptäcka inflammation i trakea eller svalg genom att utvärdera slemhinnans utseende. De brister som nämns med metoden är att den i viss grad är invasiv och att endoskopet kan reta slemhinnan i trakea. För att utföra undersökningen på hund krävs dessutom narkos vilket är särskilt riskfyllt för hundar med respirationsproblem (Pardali et al, 2010), hästar tolererar dock endoskopiundersökning väl och kan undersökas stående eventuellt under lättare sedering (Couëtil et al, 2004; Wong, 2008).

Ultraljud är en metod som använts i mindre utsträckning för att diagnosticera trakealkollaps hos hundar, i en studie från 2008 använder Eom et al ultraljud för att mäta trakeas diameter vid inspiration och expiration hos ett antal hundar med och utan trakealkollaps. Slutsatserna i

denna studie var att ultraljud var en bra metod för utvärdering av trakealkollaps i trakeas cervikala del, fördelarna med undersökningen var att den var icke-invasiv och gick snabbt att utföra. Metodens begränsningar enligt artikelförfattarna var att intrathorakala delar av trakea inte gick att nå och att det var svårt att veta exakt lokalisering av fynd vid upprepade undersökningar, dessutom krävs mer studier för att kollaps säkert ska kunna graderas med ha ultraljud (Eom et al, 2008). Inga studier där ultraljud utvärderats för att diagnosticera trakealkollaps hos hästar finns publicerade och det är inte heller någon metod som används vid kliniskt arbete annat än i undantagsfall. Andra metoder som används i olika utsträckning vid diagnostik på smådjurssidan men som i alla fall ännu inte fått något större genomslag inom hästmedicin är fluoroskopi och CT (Buback et al, 1996; Macready et al, 2007).

### *Lungfunktionmätning*

Mätningar av lungfunktion för diagnostik av respirationssjukdomar hos hästar har endast använts i mindre skala och då framförallt inom forskningen (Hoffman & Mazan, 1999). Traditionellt har lungfunktion testats genom att transpulmonärt tryck uppmätts med en ballongkateter som placerats i esophagus, en enklare metod, forcerad oscillationsmekanik (FOM) utvecklades dock på 50-talet för användning inom humanforskningen. Med denna metod som började användas på hästar i början av 90-talet mäts det motstånd som skapas när en konstruerad luftström förs ned i luftvägarna. Fördelarna med metoden är att den är icke-invasiv och inte kräver någon prestation av patienten, det räcker att andas normalt i en ansiktsmask. Mätningen går även snabbt att utföra och normalt behövs ingen sedering vid användning på häst (Young & Tesarowski, 1994). Tekniken bygger på att sinusvågor skapas från en extern källa och skickas in i hästens luftvägar med en lufttät ansiktsmask som tillåter hästen att andas normalt. Det finns två olika tekniker inom FOM, forced oscillation techniques (FOT) och impulse oscillometry system (IOS). Vid FOT som är den teknik som kommer att beskrivas närmare används tryckluft som extern källa, tryckluften omvandlas till oscillerande vågor av en pneumatisk ventil i anslutning till hästens ansiktsmask. Motståndet som skapas i hästens luftvägar mäts och de normala variationerna vid in- och utandning sorteras bort. Det totala motståndet i hästens luftvägar benämns impedans ( $Zrs$ ), ju mindre flödet in i luftvägarna är vid ett givet tryck, ju större är respirationssystemets impedans. Impedansen är ett mått som beror på två olika variabler: resistans ( $Rrs$ ) och reaktans ( $Xrs$ ), reaktans kan delas upp i elastans och inertans. Resistans beskriver de energiförluster som uppstår vid friktion i respirationssystemet när luftmolekyler stöter emot luftvägarnas väggar och resistansen ökar med luftvägarnas längd och vid ocklusion av lumen. Även turbulens i luftflödet och ökad luftdensitet eller -viskositet ökar resistansen. Resistansen är normalt konstant oberoende av frekvens, vid avvikelser i respirationssystemet kan dock resistansen bli frekvensberoende. Elastans är ett mått på den eftergivlighet som normalt finns i lungvävnaden när luft trycks in i den, vid sjukdomstillstånd som lungfibros minskar elastansen medan den ökar vid ex emfysem. Inertans är den kraft som krävs för att accelerera en luftkolumn framförallt i de övre delarna av luftvägarna och har mest betydelse för impedansen vid hög andningsfrekvens. Vilken av reaktansens faktorer som påverkar impedansen mest beror på luftvägarnas diameter, lungornas eftergivlighet och vilken frekvens de oscillerande vågorna som skickas in i respirationssystemet har. Vid låga frekvenser är elastansen viktigast då vågor med låga frekvenser kommer långt ned i respirationssystemet och speglar förhållanden i lungorna, vid högre frekvenser är däremot inertansen normalt mer betydelsefull. Vid en viss frekvens är elastans och inertans numeriskt lika stora fast elastansen är negativ och inertansen positiv, de tar då ut varandra och all uppmätt impedans utgörs av resistans. Denna frekvens kallas resonansfrekvens och ligger hos normala hästar på ca 2,5 Hz. Om luftvägarnas diameter minskar exempelvis vid bronkokonstriktion stiger resonansfrekvensen, detta faktum har

använts inom diagnostik av bl.a. inflammatory airway disease (IAD) och recurrent airway obstruction (RAO). (Young et al, 1997).

Som tidigare nämnts har FOM inte använts kliniskt i särskilt stor utsträckning, det finns dock studier där tekniken använts och då framförallt för utvärdering av förändringar av impedans hos hästar med RAO/IAD. Flera studier har visat att hästar med bronkokonstriktion har högre resistans i luftvägarna jämfört med friska hästar, resistansen har även visat sig bli frekvensberoende och stigit mer vid låga frekvenser. Dessa skillnader har varit reversibla och försvunnit om hästarna behandlats med bronkodilaterande preparat (Hoffman & Mazan, 1999; Young et al, 1997). Det finns inga tillgängliga studier där eventuella förändringar av impedans vid ocklusion av trakea utvärderats på häst, inom humanmedicinen används dock FOT för diagnostik och utvärdering av behandlingsresultat vid exempelvis trakealstenoser. Tekniken är särskilt användbar i de fall spirometri inte kan utföras exempelvis vid utvärdering av stenoser hos totalförlamande patienter. Studier har visat att resistansen stiger oberoende av frekvens vid ocklusion av trakea, även resonansfrekvensen stiger märkbart medan reaktansen i någon studie visat sig sjunka framförallt vid låga frekvenser. Dessa avvikelser minskar eller försvinner efter dilatation av trakea (Beraldo et al, 2000; Horan et al, 2001; Verbanck et al 2010). Man kan misstänka att liknande förändringar av impedans kan ses även hos hästar med ocklusion av trakea vid till exempel trakealkollaps.

### **Behandling och prognos**

Behandling av trakealkollaps finns endast beskrivet i enstaka fallrapporter där hästar behandlats med huvudsakligen olika kirurgiska metoder (Couëtil et al 2004; Simmons, 1988; Wong et al, 2008). En frekvent beskriven kirurgisk behandlingsmetod vid trakealkollaps hos hund är stabilisering av trakeas broskringar med extraluminala proteser (Buback et al, 1996; Tagner et al, 1982). Ett fåtal fallrapporter där denna teknik provats på hästar med trakealkollaps eller andra skador på trakea finns publicerade men flera komplikationer har beskrivits. I ett fall där ett minishetlandsfölo opererades uppkom postoperativa komplikationer i form av lungödem, laryngospasm och även kollaps av trakea proximalt om området för proteserna (Simmons, 1988), i en annan fallrapport beskrivs serombildning och pleurit postoperativt hos en häst som dock svarade bra på insatt behandling (Yovich & Stashak, 1984). Metoden har svagheter även då den utförs på hundar, endast extrathorakala kollapser kan behandlas vilket är en begränsning då kollaps ofta förekommer i så väl intrathorakala som extrathorakala delar av trakea, dessutom är andelen komplikationer perioperativt samt postoperativt relativt stor. I flera fall kvarstår även symtom efter genomförd operation, i en studie från 1982 där 20 hundar med trakealkollaps som fått extraluminala proteser följdes upp postoperativt hade 80 % av hundarna respirationssymtom, vanligen hosta ett år efter operationen (Tagner et al, 1982). Även nyare studier har visat på liknande resultat (Buback et al, 1996). En ny typ av extraluminal protes presenterades nyligen i en fallrapport där en häst med trakealstenos efter ett trauma opererades med gott resultat och fungerade väl 3 år postoperativt (Graham et al, 2010), proteserna är dock inte tidigare testade vare sig på häst eller på hund och ytterligare studier krävs för att utvärdera användbarheten vid behandling av kliniska fall.

En annan metod som har använts både vid behandling av hundar med trakealkollaps, katter med stenoser i trakea och vid liknande tillstånd på humansidan är applicering av intraluminala proteser i kollapsade delar av trakea (Casiano et al, 2000; Culp et al, 2007; Sura & Krahwinkel, 2008). Det finns två publicerade studier där denna metod utvärderats vid

behandling av trakealkollaps hos hästar (Couëtil et al 2004; Wong et al, 2008). I dessa studier placerades proteserna i trakeas lumen med hjälp av endoskop under allmän narkos. Tekniken för applikation fungerade väl men stora problem postoperativt i form av migration av proteser, trakeit, bildning av granulationsvävnad med ocklusion av en stor del av trakeas lumen som följd samt återkommande pneumonier gör att tekniken i dagsläget måste betraktas som bristfällig. Även på smådjurssidan och inom humanmedicinen finns liknande problematik beskriven (Hramiec & Haasler, 1997; Sura & Krahwinkel, 2008).

För hundar med trakealkollaps är medicinsk behandling väl beskrivet och det vanligaste behandlingsalternativet framförallt vid låggradiga kollapser. Syftet med den medicinska behandlingen är att bryta den onda cirkel som uppstår när inflammation i trakea ger upphov till hosta, turbulent luftflöde samt mekanisk retning när trakeas väggar stöter i varandra. I flera studier påpekas vikten av att hitta och i möjligaste mån undanröja de faktorer som kan kopplas till kliniska symtom av en anatomisk kollaps. För att ta ner den inflammatoriska responsen i trakea används kortikosteroider systemiskt för korttidsbehandling upp till ca 4 veckor (White & Williams, 1994). White & Williams upptäckte att flera av hundarna som ingick i deras studie även hade tecken på allergiska luftvägslidande samtidigt med trakealkollapsen, i dessa fall har även kortikosteroidernas immunosupprimerande egenskaper effekt på symtomen. Då långtidsbehandling med kortikosteroider är kopplat till biverkningar rekommenderas längre behandlingar endast i undantagsfall. I kombination med kortikosteroider medicineras drabbade hundar ofta även med antisekretorisk medicin som t ex atropin för att reducera mängden mukos i luftvägarna och därmed dämpa hostreflexen. Få biverkningar vid användning av atropin till hund har observerats även vid långa behandlingstider (White & Williams, 1994). I vissa studier har även antitussiv medicin som hydrokodon och butorfanol använts i kortare eller längre perioder för att minska irritationen på trakeas slemhinna (Buback et al, 1996; Sura & Krahwinkel, 2008). Traditionellt sett har hundar med trakealkollaps antibiotikabehandlats då trakealinspirat i många fall visar på bakterieväxt, idag anses dock antibiotika endast indicerat i de fall där både bakterieodling och cytologi tyder på infektion i trakea (Johnson & Fales, 2001).

Medicinsk behandling vid trakealkollaps hos häst är ett område som är mycket sparsamt studerat. I en fallstudie beskrivs hur ett shetlandspennysto med takypné, kraftig hosta samt arbetsintolerans orsakad av trakealkollaps behandlats med antitussiv medicin (butorfanol tartrate) en kortare period (Mair & Lane, 1990). I detta fall var effekten av medicineringen god och pennyn hade 6 månader efter avslutad behandling endast lindrig hosta vid arbete. I en annan studie behandlades två miniatyrhästar med kortison postoperativt för att minska inflammation och bildning av granulationsvävnad i trakea efter att intraluminala proteser satts in. Den ena hästen behandlades både systemiskt och med inhalation och den andra endast systemiskt, behandlingsresultaten var i båda fallen dåliga och hästarna avlivades. Den ena avlivades pga. fång som sannolikt utvecklades till följd av kortisonbehandlingen och den andra pga. dyspné som till viss del orsakades av att granulationsvävnad ockluderade trakeas lumen (Wong et al, 2008). I övrigt har inga studier där medicinsk behandling av hästar med trakealkollaps utvärderats kunnat hittas.

## **MATERIAL OCH METODER**

### **Hästar**

I studien ingick 14 privatägda shetlandspennyer, fyra av dessa hade trakealkollaps och tio var friska kontroller. Några av pennyerna med diagnosticerad trakealkollaps var tidigare patienter

vid Universitetsdjursjukhuset, Uppsala. Studien var godkänd av Centrala försöksdjursnämnden, diarienummer C113/10 Uppsala Djurförsöksetiska Nämnd.

## **Insamling av data**

### ***Klinisk undersökning***

Hästarna genomgick en klinisk undersökning samt utvärdering av respirationsorganen inklusive lungauskultation med rebreathing bag, alla deltagande hästar undersöktes av samma två personer och fynd dokumenterades i ett formulär. Hästarnas mankhöjd mättes med mätkäpp försedd med vattenpass, alla hästar vägdes och även subjektiv bedömning av hull och uppskattning av vikt med viktband gjordes. Body Mass Index (BMI) beräknades genom formeln vikt (kg)/mankhöjd<sup>2</sup>(m) (Donaldson et al, 2004), eftersom hästarna var vägda användes exakt vikt och inte uppskattad vikt som i nämnda studie. Djurägarna fick i samband med den kliniska undersökningen fylla i ett formulär där bl.a. uppställningsform, användningsområde och förekomst och typ av eventuella respirationssymtom noterades.

### ***Endoskopi***

I denna studie användes endoskopi ett mobilt videoendoskop (Eickemeyer XE 30 Motion, Germany 180 cm x 9,5 mm) för att undersöka luftvägarna och diagnosticera eventuell förekomst av trakealkollaps. Lokalisation och utbredning av eventuell kollaps dokumenterades m ha endoskopets längdmarkeringar. De delar av luftvägarna som undersöktes var pharynx, trakea och de mest proximala delarna av bronkerna. Eventuell hyperemi samt ödem i slemhinnan, förekomst av mukus samt övriga fynd noterades i ett särskilt utformat protokoll. Trakealkollaps graderades enligt en tidigare publicerad 4-gradig skala (Tagner et al, 1982). Alla undersökningar spelades in och bedömdes i efterhand av en veterinär med stor erfarenhet av endoskopiundersökningar. Hästarna sederades inför undersökningen med romifidin, dos ca 0,015 mg/kg (Sedivet<sup>®</sup> vet, Boehringer Ingelheim, Ingelheim, Tyskland) och i vissa fall även butorphanol, dos ca 0,005 mg/kg (Butador vet, Vetoquinol Scandinavia AB) intravenöst, en häst premedicerades inte då den endoskopierades i anslutning till arbetsprov. Endoskopiundersökningarna utfördes till största delen i fält i hästarnas hemmastall.

### ***Arbetsprov***

Ett arbetsprov utformat för att motsvara ett lättare arbetspass användes i studien, arbetsprovet genomfördes på en travbana med relativt fast sandunderlag. Provet utfördes på hösten och utetemperaturen låg mellan -3 °C och 10 °C. Vid arbetsprovet arbetades hästarna tre varv på travbanan, totalt ca 3000 meter i en hastighet av 12 km/h vilket motsvarade rask trav. Hastigheten monitorerades m ha en pulsmätare (Polar ProTrainer 5, RS800) försedd med GPS och sändare (Polar WearLink<sup>®</sup> W.I.N.D.). Med pulsmätaren uppmättes även hästens maximala, genomsnittliga och lägsta hjärtfrekvens under arbete samt hur lång tid arbetsprovet tog att genomföra. Alla hästar genomgick en enklare klinisk undersökning 15 - 30 min före och direkt när hästen stannat efter arbetsprovet där bl.a. hjärtfrekvens, andningsfrekvens och eventuella avvikelser i allmäntillstånd eller vid auskultation av lungor och trakea noterades, även digitalpuls noterades före arbetsprovet.

### ***Lungfunktionstest***

För utvärdering av lungfunktion användes i denna studie EquineOsc *Forced Oscillatory Mechanics System (EMMS, Hants UK GU35 9QF)*, kopplad till en dator där resultat bearbetades och sparades. Med detta system omvandlades tryckluft till oscillerande

sinusvågor av en maskin och den konstruerade luftströmmen fördes ned till hästens luftvägar. För överföring av luftström från maskinen till hästen användes en andningsmask (Aeromask, Trudell, Canada), då denna mask var avpassad för större hästar tätades kanterna för att undvika läckage. Tryckmätare, flödesmätare samt en resistor fanns kopplad till ansiktsmasken, resistorns funktion var att tillåta normal andning och samtidigt se till att den största delen av det oscillerande luftflödet gick till hästens luftvägar. Mätningarna utfördes på frekvenserna 3, 5, 7 och 10 Hz och tillförlitligheten för varje frekvens mättes med ett coherensvärde som är ett mått på förhållande mellan den konstruerade luftströmmen och hästens andning. För att öka säkerheten gjordes minst tre mätningar per häst på varje frekvens och tre mätningar med ett coherensvärde på minst 0,9 användes i studien. Mätningarna utfördes på osederade hästar med huvudet i normal position. Systemet kalibrerades med ett 6 meter långt PVC-rör med en diameter på 5 cm, impedansen som bildas i detta rör motsvarar den i luftvägarna hos en normal häst enligt en tidigare konstruerad modell (Franken et al, 1981).

### **Statistik**

Till statistiska analyser användes Minitab version 15. Då materialet var antalsmässigt litet och snedfördelat användes icke-parametriska analyser. Data mellan grupperna jämfördes med Mann-Whitney test, med  $p < 0,05$  som statistisk signifikansnivå.

## **RESULTAT**

### **Hästar**

I studien ingick 14 privatägda shetlandsponnyer, sju ston, fem valacker och två hingstar. Fyra av hästarna hade trakealkollaps, de övriga tio ingick i studien som friska kontroller. De flesta av hästarna användes till lättare arbete, till avel eller som sällskapshästar. Tio av ponnyerna var normalstora shetlandsponnyer och fyra minishetlandsponnyer med mankhöjd upp till 86 cm, två av minishetlandsponnyerna hade trakealkollaps. Hästarna i studien var mellan 2 och 19 år gamla och åldern skiljde signifikant ( $p=0,0058$ ) mellan grupperna, ålder för hästarna med kollaps var 12-19 år, (medianålder 16 år) och för de friska 2-8 år (medianålder 7 år).

Hos alla hästarna med trakealkollaps hade djurägarna noterat respirationssymtom, de symtom som noterats var hosta (hos tre), bukandning (hos två), vidgade näsborrar (hos två) samt missljud (hos fyra) och minskad ork vid arbete (hos två). I kontrollgruppen hade intermittenta missljud vid arbete noterats hos två ponnyer och ytterligare en ponny hostade i början av arbete, de återstående sju ponnyerna hade inga respirationssymtom.

### **Klinisk undersökning**

Alla hästar var vid gott AT samt feberfria och trakealkollaps kunde inte diagnosticeras med palpation hos någon av hästarna. Hjärtfrekvenserna i båda grupperna låg mellan 42 och 56 slag/min (medianvärde hos de friska 48 slag/min och hos de med kollaps 50 slag/min) och skiljde inte signifikant mellan grupperna. Inte heller andningsfrekvensen skiljde mellan grupperna och låg mellan 12 och 48 andetag/min (medianvärde 28 andetag/min) hos de friska hästarna och mellan 20 och 48 andetag/min (medianvärde 34 andetag/min) hos de med kollaps. Hos de fyra hästar som hade trakealkollaps av grad 2-3 kunde förstärkta andningsljud auskulteras över trakea samt över lungfälten, två av dessa hästar andades med ökad bukpress och tre med lindrigt vidgade näsborrar. Ingen av hästarna i kontrollgruppen hade förstärkta andningsljud. Ingen av hästarna hostade spontant vid den kliniska undersökningen och

hostprovokation var i samtliga fall negativ. Tre av hästarna med kollaps bedömdes som överviktiga och en som normalviktig, i kontrollgruppen bedömdes sex som överviktiga och fyra som normalviktiga. BMI skiljde inte signifikant mellan grupperna men tenderade att ligga högre i gruppen med trakealkollaps, medianvärde för de friska var 197 kg/m<sup>2</sup> (intervall 173-234 kg/m<sup>2</sup>) och för de med trakealkollaps 230 kg/m<sup>2</sup> (intervall 195-250 kg/m<sup>2</sup>).

### **Endoskopi**

Två hästar med trakealkollaps hade ödem i svalget. I övrigt hittades inga fynd vid endoskopi av svalget förutom follikelteckning hos en 13 år gammal häst med kollaps, lindrig follikelteckning som sågs hos två unga hästar bedömdes som normalt. Trakeas längd varierade mellan 45 och 60 cm hos alla hästarna. Alla hästar som diagnosticerades med trakealkollaps hade dorso-ventral kollaps, en häst hade kollaps av grad 2 och de resterande tre av grad 3. Ytterligare sex hästar hade lindrigt ovalt formad trakea där storleken av lumen var reducerad med maximalt 25 %, dessa hästar bedömdes som normala och ingick i studien som friska kontroller. Hos tre av hästarna var hela trakea kollapsad och hos den återstående fanns kollapsen i mellersta och nedre delen av trakea, en häst med trakealkollaps av grad 2 hade även kollaps av proximala bronkerna på höger sida. Slemhinnan i trakea var hyperemisk hos tre av hästarna med kollaps och ödematös hos en häst med trakealkollaps av grad 3, en häst i varje grupp hade sekret i trakea. I övrigt hade ingen av hästarna i kontrollgruppen några fynd i trakea. Sex av hästarna hade lindrigt/måttligt ökad hostreflex, av dessa ingick fyra i kontrollgruppen.

### **Arbetsprov**

Alla hästar var vid gott allmäntillstånd samt feberfria vid klinisk undersökning före arbetsprovet, ingen hade förstärkt digitalpuls. Två av hästarna med kollaps hostade i vila eller i skritt i anslutning till provet, dessa hästar hade även förstärkta andningsljud över trakea. Av de deltagande hästarna genomförde 12 hela provet (3000 m). För en av hästarna i kontrollgruppen avbröts provet efter 2000 m av orsaker som inte hade med hästen att göra. En häst med 3-gradig trakealkollaps fick avbryta efter 1500 m pga. tilltagande hälta, den hade innan provet avbröts visat respirationssymtom i form av intermittent hosta, inspiratoriska och expiratoriska missljud, dyspné och problem att hålla tempot. De kvarstående tre hästarna med trakealkollaps hade inspiratoriska missljud vid arbete, två hostade även under och/eller i anslutning till provet. Av hästarna i kontrollgruppen hade två lindriga missljud vid arbete, båda dessa var hästar med lindrigt avsmalnad trakea, i övrigt visade inga hästar i kontrollgruppen några respirationssymtom under eller i anslutning till arbetsprovet. Ingen signifikant skillnad fanns mellan grupperna vid mätning av hjärtfrekvens före och efter arbete, inte heller medel- och maxpuls under arbete skiljde signifikant mellan grupperna. Samma resultat sågs när det gällde andningsfrekvens före och efter arbete som inte heller skiljde signifikant mellan grupperna. För sammanfattning av hjärt- och andningsfrekvenser se tabell 2. Alla hästar var vid gott allmäntillstånd även efter arbetsprovet och andningsljud vid auskultation över lungfält och trakea skiljde sig inte från innan provet.



Tabell 2: Hjärtfrekvenser före, under och efter arbetsprov resp. andningsfrekvenser före och efter arbetsprov för hästar med trakealkollaps och en frisk kontrollgrupp.

Medianvärde (enheter andetag/min resp. slag/min)			
	Trakealkollaps (n=4)	Friska (n=10)	p-värde (skillnad)
RR före arbete	20 (20-60)	24 (20-32)	0,6720
HR före arbete	44 (40-44)	56 (44-88)	0,0903
Max HR under arbete	176 (156-212)	168 (148-194)	0,5980
Medel HR under arbete	148 (130-163)	154 (128-165)	0,6555
RR direkt efter arbete	100 (88-108)	140 (72-144)	0,0719
HR direkt efter arbete	108 (96-128)	96 (40-100)	0,1123

### Lungfunktionstest

Resultat av lungfunktionsmätningar sammanfattas i tabell 3. Tendens fanns till högre värden för resistans (Rrs) för gruppen med trakealkollaps men ingen signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) kunde påvisas mellan grupperna. Signifikant skillnad för reaktans (Xrs) mellan grupperna kunde påvisas vid frekvensen 10 Hz ( $p=0,0381$ ) där hästarna med kollaps låg lägre än de friska hästarna men inte vid någon annan frekvens.

Tabell 3: Jämförande resistans- och reaktansvärden för hästar med trakealkollaps samt en frisk kontrollgrupp.

Medianvärde (enhet cm H <sub>2</sub> O/l/s)			
Frekvenser	Trakealkollaps (n=4)	Friska (n=10)	p-värde (för skillnad)
Rrs 3 Hz	0,8471 (0,4228–1,0749)	0,5671 (0,2703–1,3256)	0,1860
Rrs 5 Hz	0,8963 (0,3106–1,1766)	0,6893 (0,2810–1,4655)	0,1769
Rrs 7 Hz	0,987 (0,316–1,365)	0,7247 (0,3028–1,4207)	0,1769
Rrs 10 Hz	1,185 (0,337–1,371)	0,7308 (0,3730–1,4727)	0,1292
Xrs 3 Hz	-0,0056 (-0,1401–0,0999)	0,03555 (-0,16492–0,0924)	0,2367
Xrs 5 Hz	0,0960 (-0,0815–0,2086)	0,0547 (-0,0695–0,2037)	0,2595
Xrs 7 Hz	0,0819 (-0,2275–0,1686)	0,0462 (-0,4995–1,4207)	0,3095
Xrs 10 Hz	-0,0436 (-0,3426–0,1861)	0,1255 (-0,5118–0,3433)	0,0381

## DISKUSSION

Den här studien bestod av ett mycket begränsat antal hästar särskilt i gruppen för hästar med trakealkollaps och det är därför svårt att dra några säkra slutsatser av studiens resultat. Åldern hos hästarna med trakealkollaps var i studien signifikant högre än hos de friska hästarna. Då tidigare prevalensstudier i stort sett saknas är det svårt att jämföra resultatet med andra studier, de amerikanska miniatyrhästarna med trakealkollaps i Aleman et als studie var även de medelålders med medianålder 11 år (intervall 3-17 år) (Aleman et al, 2008). I andra häststudier har dock kollaps förekommit även hos unga individer (Simmons et al, 1988; Couëtil et al 2004). Hos hundar är trakealkollaps med kliniska symtom vanligast hos äldre individer (Johnson & Fales, 2001; Sura & Krahwinkel, 2008). I den här studien bedömdes hästar med lindrigt förändrad form av trakea och lumens diameter minskad med maximalt 25 % som friska. Att det var ett relativt stort antal hästar med något oval form på trakea (6/14 st.) är ändå ett observandum, det är möjligt att shetlandspionyer har en något mer avsmalnad trakea än andra hästraser rent anatomiskt. En annan möjlighet är att den avsmalnade formen är ett mycket tidigt stadium av trakealkollaps och att kollapsen över tid blir mer uttalad, hästarna i den här gruppen var med medianålder 7 år (intervall 2-8 år) signifikant yngre ( $p=0,0142$ ) än hästarna med uttalad trakealkollaps. Det skulle vara intressant om än inte genomförbart inom ramarna för denna studie att göra uppföljande endoskopier på dessa hästar om några år för undersöka trakeas form.

Hos hundar har trakealkollaps med respirationssymtom kopplats till övervikt i flera studier (Buback et al, 1996; Johnson & Fales, 2001; Johnson & Pollard, 2010) medan sambandet inte är utrett på hästsidan, de flesta hästarna med trakealkollaps i Aleman et als studie var exempelvis normalviktiga (Aleman et al, 2008). I en studie där åsnor med och utan trakealkollaps undersöktes post mortem kunde heller ingen skillnad i hull ses mellan grupperna (Powell et al, 2010). Flera av hästarna i den här studien bedömdes som överviktiga, andelen hästar med övervikt var dock inte större i gruppen med kollaps än i den friska gruppen, inte heller medianvärdet för BMI skiljde signifikant mellan grupperna men låg över rekommendationerna i gruppen med trakealkollaps och i övre referensintervall i den friska gruppen. BMI är ett mått som inte används så frekvent på häst, i en studie har dock BMI visat sig korrelera väl till body condition score (BCS) som bedöms vara ett säkrare mått och BMI mellan ungefär 175 och 210 kg/m<sup>2</sup> motsvarade i nämnda studie BCS 4-7 vilket räknas som normalhull (Donaldson et al, 2004; Carter et al, 2009). Resultatet i den här studien visar mer på övervikt som ett utbrett problem inom shetlandspionyrasen än på en koppling mellan övervikt och trakealkollaps. De flesta pionyer i studien användes endast till lättare arbete eller gick som sällskaphästar vilket i sig kan bidra till problem med övervikt.

Alla hästarna med trakealkollaps hade enligt djurägarna visat respirationssymtom som hosta, bukandning, vidgade näsborrar samt missljud och minskad ork vid arbete. En häst hade inte visat några andra symtom än missljud vid arbete. Värt att notera var att även två av hästarna i kontrollgruppen enligt djurägarna hade missljud vid arbete, den ena av dessa hade ovalt formad trakea medan den andra var helt normal. Den ena av dessa hästar hade missljud även vid arbetsprovet tillsammans med ytterligare en häst i kontrollgruppen där inga respirationsproblem noterats tidigare. Ingen orsak till missljuden kunde hittas vid endoskopiundersökningen som dock endast utfördes i vila. En häst i kontrollgruppen hostade enligt djurägaren ofta i början av arbete, denna pony hade även sekret i trakea och RAO bedömdes vara den mest sannolika orsaken till symtomen. Hästarna med kollaps visade symtom som beskrivits ovan även vid arbetsprovet, alla klarade dock att utföra provet förutom en som avbröt pga. hälta. Hästarna med trakealkollaps klarade inte arbetsprovet sämre än de friska hästarna och hade inte signifikant högre hjärtfrekvens vare sig under eller

efter provet, inte heller andningsfrekvens efter provet skiljde mellan grupperna. Resultatet var något förvånande då hästarna hade trakealkollaps av höga grader och visade respirationssymtom i vila. Provet var ganska lätt men ändå så pass krävande att hästarna låg på hjärtfrekvenser runt 200 slag/min och var svettiga och flåsiga efter genomfört prov. Att det ändå gick så bra för de sjuka ponnyerna kan till viss del förklaras av att provet genomfördes på hösten i relativt kall och klar väderlek. Sambandet mellan varm väderlek och kraftigare symtom hos hästar och hundar med trakealkollaps har noterats av kliniker men finns inte utrett i någon studie (Dixon et al, 2007; Johnson, 2000), även två av djurägarna i den här studien upplevde att deras hästars tillstånd försämrades på sommaren. Det är möjligt att skillnader i prestation hade uppstått om provet genomförts under en varmare årstid. Även ett större hästantal hade möjligen gett ett annat resultat, med så få hästar i en grupp påverkar en enskild häst resultatet väldigt mycket. Det fanns en tendens till högre hjärtfrekvenser bland hästarna med kollaps både under och efter arbete men inte tillräckligt stor för att vara signifikant. Ett hårdare arbetsprov med längre sträcka eller högre hastighet hade sannolikt skiljt gruppernas resultat åt, syftet med provet hade då till viss del gått förlorat då ambitionen var att efterlikna ett vardagligt lättare rid- eller körpass eftersom det är det ponnyerna till största delen används till. Den slutsats som kunde dras var att även hästar med höggradiga kollaps ofta klarar av att utföra lättare arbete utan större problem i alla fall under de väderförhållanden som rådde då studien genomfördes.

Tendens fanns till högre värden för resistans hos hästarna med trakealkollaps vid lungfunktionsmätning men ingen signifikant skillnad kunde påvisas. Innan studien genomfördes var förväntningarna att hästar med höggradiga kollaps skulle ligga högre i resistans jämfört med de friska. Orsaken till dessa förväntningar var att detta som tidigare nämnts setts vid användning av FOT för diagnostisering av trakealstenos hos människor, metoden har dock inte prövats på hästar med trakealkollaps tidigare. Det verkar som att metoden är för okänslig för att fånga upp förändringar hos hästar vilket till viss del kan bero på att trakea har så stor diameter även vid kollaps. Trakea hos en människa är normalt ca 13 mm i innerdiameter och vid stenosis kan lumen vara så liten som 2 mm i diameter (Horan et al, 2001), som jämförelse har innerdiameter uppgetts till mellan 36 och 60 mm hos en normalstor häst, sannolikt något mindre hos en shetlandspanny (Dixon et al, 2007; Widdicombe & Pecson, 2002). Trakeas diameter vid trakealkollaps har i en studie med fluoroskopi uppmätts till 16-17 mm hos en amerikansk miniatyrhäst med kollaps av grad 2, i en annan studie var trakeas kortaste innerdiameter dock endast 1-2 mm hos ett miniatyrföl med höggradig kollaps (vikt 50 kg), eftersom trakea blir oval hos hästar med kollaps var diametern i transversell riktning hos detta föl sannolikt större. (Couëttil et al, 2004; Wong et al, 2008). Det är möjligt att en trakealkollaps av grad 4 hade gett ett förhöjt resistansvärde på men ingen av hästarna i den här studien hade en så höggradig kollaps. En annan skillnad är att de stenoser som ses hos människor är mer rigida än en trakealkollaps hos en häst som endast delvis uppkommer pga. missbildning av broskringarna, en stor del av ocklusionen utgörs av prolaberering av det dorsala membranet som är mer eftergivligt (Couëttil et al, 2004; Wong et al, 2008). Även detta skulle delvis kunna förklara att resistansen i en kollapsad trakea hos en häst inte ökar på samma sätt som hos en människa. Ökningar i resistans har dock setts även hos hästar då tekniken används till hästar med bronkokonstriktion (Hoffman & Mazan, 1999; Young et al, 1997), i dessa fall speglar resultaten förändringar i delar av luftvägarna med mindre diameter vilket kan vara en förklaring till att tekniken fungerat bättre. Då hästarna med trakealkollaps faktiskt tenderade att ligga lite högre i resistans än de friska är det också möjligt att signifikant skillnad skulle kunna ses i en studie med ett större antal hästar vilket dock inte påverkar metodens användbarhet vid kliniskt arbete.

Reaktansen låg lägre hos hästarna med kollaps jämfört med den friska kontrollgruppen på frekvensen 10 Hz. Det är möjligt att denna skillnad trots att den var signifikant endast var en tillfällighet då resultatet baserats på ett litet antal hästar. I vissa studier där FOT utförts på människor med trakealstenos har man dock sett att reaktansen legat lägre än hos friska. Detta har berott på en sänkning av elastans som speglar eftergivlighet i respirationssystemet och sannolikt orsakats av att luftströmmen pga. stenosen inte kommit ner i lungorna och värdet på elastans i stället för eftergivlighet i lungorna speglat broskringarnas låga grad av eftergivlighet (Horan et al, 2001). Det är möjligt att det var denna mekanism som orsakade de låga värdena för reaktans även i den här studien. Det som talar emot detta är att det inte var någon skillnad i resistans och luftströmmen då borde komma ner i lungorna på ett normalt sätt samt att det framförallt är vid låga frekvenser som elastans påverkar reaktansens värde. Hos människor med trakealstenos har skillnaderna i reaktans varit tydligast vid låga frekvenser (Horan et al, 2001), medan det i denna studie var skillnad mellan de friska hästarna och de med kollaps vid 10 Hz men inte vid någon annan frekvens. För att säkerställa om det sker en verklig minskning i reaktans hos hästar med trakealkollaps krävs ytterligare studier med ett större antal deltagande hästar. Slutsatsen från denna studie blir dock att FOT är en för okänslig metod för att användas kliniskt vid diagnos och uppföljning av trakealkollaps hos hästar.

Den här studien var en pilotstudie med ett högst begränsat antal deltagande hästar särskilt i gruppen med trakealkollaps. Studien visar på att det finns mycket kvar att göra inom forskningen på området. Ytterligare studier som skulle vara intressant att genomföra är att som tidigare nämnts följa upp ponnyer med något oval form av trakea för att undersöka om dessa utvecklar mer höggradig trakealkollaps senare i livet. En annan möjlig studie skulle vara att utöka antalet deltagande hästar för att kunna använda underlaget till en prevalensstudie. Det skulle också vara intressant att undersöka ponnyerna och göra om arbetsprovet under sommaren för att se om några skillnader föreligger dels mellan sjuka och friska vid arbete på sommaren dels mellan individerna i de båda grupperna vid utfört prov på hösten respektive på sommaren.

## **TACK TILL**

Alla djurägare som så entusiastiskt deltagit i studien och till deras trevliga ponnyer.

Miia Riihimäki för god handledning.

Eva Andersson för hjälp med endoskopiundersökningar i fält.

Henry Stämpfli för goda råd vid utformning av arbetsprov och hjälp vid provinsamling.

Jari Kuusela för introduktion till lungfunktionsmaskinen och teknisk support.

## REFERENSLISTA

- Aleman, M., Nieto, J.E., Benak, J., Johnson, L.R. (2008) Tracheal collapse in american miniature horses: 13 cases (1985-2007), *J Am Vet Med Assoc* 8:1302-1306.
- Beraldo, PSS., Mateus, SRM., Araujo, LM., Horan, TA. (2000) Forced oscillation technique to detect and monitor tracheal stenosis in an tetraplegic patient, *Spinal Cord* 38:445-447.
- Buback, J.L., Boothe, H.W., Hobson, H.P. (1996) Surgical treatment of tracheal collapse in dogs: 90 cases (1983-1993), *J Am Vet Med Assoc* 208:380-384.
- Carrig, C.B., Groenendyk, S., Seawright, AA. (1973) Dorsoventral flattening of the trachea in a horse and its attempted surgical correction: A case report, *J Am Vet Radiol Soc* 14: 32-36.
- Carter, R.A., Geor, R.J., Staniar, W.B, Cubitt, T.A., Harris, P.A. (2009) Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies, *The Veterinary Journal* 179:204-210.
- Casiano, R.R., Numa, W.A., Nurko, Y.J. (2000) Efficacy of transoral intraluminal wallstents for tracheal stenosis or tracheomalacia, *Laryngoscope* 110:1607-1612.
- Couëttil, L.L., Gallatin, L.L., Belvins, W., Khandra, I. (2004) Treatment of tracheal collapse with an intraluminal stent in a miniature horse, *J Am Vet Med Assoc* 225:1727-1732.
- Culp, W.T.N., Weisse, C., Cole, S.G., Solomon, J.A. (2007) Intraluminal tracheal stenting for treatment of tracheal narrowing in three cats, *Veterinary Surgery* 36:107-113.
- Dallman, M.J., McClure, R.C., Brown, E.M. (1988) Histochemical study of normal and collapsed tracheas in dogs, *Am J Vet Res* 12:2117-2124.
- Dixon, P.M., Schumacher, J., Collins, N. (2007) Tracheal disorders. In: McGorunn, B.C., Dixon, P.M., Robinson, N.E., Schumacher, J. (2007) *Equine respiratory medicine and surgery*, 543-562, Philadelphia: Elsevier.
- Donaldson, M.T., McFarlane, D., Jorgensen, A.J.R., Beech, J. (2004) Correlation between plasma  $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone concentration and body mass index in healthy horses, *Am J Vet Res* 65:1469-1473.
- Eom, K., Moon, K., Seong, Y., Oh, T., Yi, S., Lee, K., Jang, K. (2008) Ultrasonographic evaluation of tracheal collapse in dogs, *J Vet Sci* 9:401-405.
- Fenger, C.K., Kohn, C.W. (1992) Tracheal obstruction from tracheal collapse associated with pneumonia in a horse, *JAVMA* 11:1698-1700.
- Franken, H., Clement, J., Cauberghs, M., Van de Woestijne, KP. (1981) Oscillation flow of a viscous compressible fluid through a rigid tube: A theoretical model, *IEEE. Transactions on biomedical engineering* 28:416-420.
- Graham, S.B., Schilpp, D., Bradley, W.M., Cook, G., Gayle, J. (2010) Treatment of traumatic tracheal collapse with extraluminal titanium mesh screens, *Equine vet. Educ.* 22:557-563.
- Heyer, C.M., Nuesslein, T.G., Jung, D., et al... (2007) Tracheobronchial anomalies and stenoses: Detection with low-dose multidetector CT with virtual tracheobronchoscopy- comparison with flexible tracheobronchoscopy, *Radiology* 242:542-549.
- Hoffman, A.M., Mazan, M.R. (1999) Programme of lung function testing horses suspected with small airway diseases, *Equine vet. Educ.* 11:322-328.
- Horan, T., Mateus, S., Beraldo, P., Araujo, L., Urschel, J., Urmenyi, E., Santiago, F. (2001) Forced oscillation techniques to evaluate tracheostenosis in patients with neurologic injury, *Chest* 120:69-73.
- Hramiec, J.E., Haasler, G.B. (1997) Tracheal Wire Stent Complications in Malacia: Implications of Position and Design, *Ann Thorac Surg* 63:209-213

- Johnson, L. (2000) Tracheal collapse. Diagnosis and medical and surgical treatment, *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 30:1253-1266.
- Johnson, L.R., Fales, W.H. (2001) Clinical and microbiologic findings in dogs with bronchoscopically diagnosed tracheal collapse: 37 cases (1990-1995), *JAVMA* 9:1247-1250.
- Johnson, L.R., Pollard, R.E. (2010) Tracheal collapse and Bronkomalacia in Dogs: 58 cases (7/2001-1/2008), *J Vet Intern Med* 24:298-305.
- Macready, D.M., Johnson, L.R., Pollard, R.E. (2007) Fluoroscopic and radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs: 62 cases (2001-2006), *JAVMA* 12:1870-1876.
- Martin, J. (1981) Dorsoventral flattening of the equine trachea in a pony, *Equine Pract* . 3:17-22.
- Marolf, A., Blaik, M., Specht, A. (2007) A retrospective study of the relationship between tracheal collapse and bronchiectasis in dogs, *Vet radiology & Ultrasound* 3:199-203.
- Pardali, D., Adamama-Moraitou, K.K., Rallis, T.S., Raptopoulos, D., Gioulekas, D. (2010) Tidal breathing flow-volume loop analysis for the diagnosis and staging of tracheal collapse in dogs, *J Vet Intern Med* 24:832-842.
- Powell, R.J., Du Toit, N., Burden, F.A., Dixon, P.M. (2010) Morphological study of tracheal shape in donkeys with and without tracheal obstruction, *Equine vet J.* 42:136-141.
- Simmons, T. R., Petersen, M., Parker, J., Dietze, A., Rebhun, W. C. (1988) Tracheal Collapse Due to Chondrodysplasia in a Miniature Horse Foal, *Equine Pract.* 10:39-41.
- Sura, P.A., Krawinkel, D.J. (2008) Self-expanding nitinol stents for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001-2004), *J Am Vet Med Assoc* 232:228-236.
- Tangner, C.H., Hobson, H.P. (1982) A retrospective study of 20 Surgically Managed Cases of Collapsed Trachea, *Veterinary Surgery* 11:146-149.
- Van Erck, E., Votion, D., Art, T., Lekeux, P. (2004) Measurement of respiratory function by impulse oscillometry in horses, *Equine vet J.* 36:21-28.
- Verbanck, Sylvia., de Keukeleire, T., Schuermans, D., Meysman, M., Vincken, W., Thompson, B. (2010) Detecting upper airway obstruction in patients with tracheal stenosis, *J Appl Physiol* 109:47-52.
- White, R.A.S., Williams, J.M. (1994) Tracheal collapse in the dog- is there really a role for surgery? A survey of 100 cases, *J Small Anim Pract* 35:191-196.
- Widdicombe, J.H., Pecson, I.S. (2002) Distribution and numbers of mucous glands in the horse trachea, *Equine vet J.* 34:630-633.
- Wong, D.M., Sponseller, B.A., Riedsel, E.A., Couëtil, L.L., Kersh, K. (2008) The use of intraluminal stents for tracheal collapse in two horses: Case management and long-term treatment, *Equine vet. Educ.* 20:80-90.
- Young, S.S., Tesarowski, D., Viel, L. (1997) Frequency dependence of forced oscillatory respiratory mechanics in horses with heaves, *J Appl Physiol* 82:983-987
- Yovich, J., Stashak, T. (1984) Surgical repair of a collapsed trachea caused by a lipoma in a horse. *Vet. Surg.* 13:217-221.