



Tryckförändring i endotrakealtubens kuff under anestesi – en observationsstudie

Una Kalabic & Lana Jozic

Självständigt arbete i djuromvårdnad • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjurvetenskap
Djursjukskötarprogrammet
Uppsala 2026



Tryckförändring i endotrakealtubens kuff under anestesi – en observationsstudie

Changes in Endotracheal Tube Cuff Pressure during Anaesthesia – an Observational Study

Una Kalabic och Lana Jozic

Handledare: Hafiz Bakri, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Lena Olsén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete inom djuromvårdnad

Kurskod: EX0994

Program/utbildning: Djursjukskötprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2026

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: anestesi, djurhälsopersonal, endotrakealtub (ETT), förändringar, hund, intraoperativa komplikationer, katt, kufftryck, patientsäkerhet, operationsavdelning, övervakning.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

Djuromvårdnad

Sammanfattning

Kufftrycket i endotrakealtuben (ETT) är en viktig del för att säkerställa adekvat ventilation och patientsäkerhet under anestesi hos smådjur. Ett optimalt kufftryck minskar risken för läckage av anestesigaser och aspiration av sekret samtidigt som det förhindrar tryckrelaterade skador på trakealslemhinnan. Trots detta saknas inom djursjukvården tillräcklig kunskap om hur kufftrycket förändras intraoperativt över tid samt vilka komplikationer som kan uppstå i samband med dessa tryckförändringar. Syftet med detta examensarbete var att undersöka hur kufftrycket förändras efter initial inställning med manometer samt identifiera intraoperativa komplikationer relaterade till dessa.

Denna studie bestod av två delar: en *ex-vivo* studie på kadaver av hund och katt samt en prospektiv observationsstudie på djur som genomgick ett operativt ingrepp under generell anestesi. I *ex-vivo* studien mättes kufftrycket under kontrollerade förhållanden i 60 minuter. I observationsstudien mättes kufftrycket hos åtta patienter under anestesi, där trycket registrerades vid bestämda tidsintervall samt vid spontana förändringar och justeringar som bestämdes av den kliniska personalen.

Resultaten visade att kufftrycket minskade gradvis över tid i både *ex-vivo* studien och den kliniska observationsstudien, där förändringen var statistiskt signifikant. I *ex-vivo* studien sågs en gradvis minskning av kufftrycket över tid. I den kliniska miljön observerades större variationer mellan patienter. Under anestesi förekom både ökning och minskning i kufftrycket, särskilt under den initiala fasen följt av en tendens till stabilisering över tid. Trots den statistiskt signifikanta tryckförändringen på gruppnivå noterades en stor interindividuell variation. Intraoperativa komplikationer bestod främst av respiratoriska avvikelser utan förekomst av allvarliga komplikationer.

Sammanfattningsvis visar studien att kufftrycket är en dynamisk parameter som förändras över tid och påverkas av flera faktorer. Regelbunden kontroll av kufftrycket under anestesi är därför viktigt för att minska risken för komplikationer och förbättra patientsäkerhet samt personalsäkerhet.

Nyckelord: anestesi, djurhälsopersonal, endotrakealtub (ETT), förändringar, hund, intraoperativa komplikationer, katt, kufftryck, patientsäkerhet, operationsavdelning, övervakning.

Abstract

Cuff pressure in endotracheal tube (ETT) is an important part for ensuring adequate ventilation and patient safety during anaesthesia in small animals. Maintaining an appropriate cuff pressure is essential to prevent leakage of anaesthetic gases and aspiration of secretion, while also avoiding pressure related injury to the tracheal mucosa. Despite its importance, there is a limited knowledge within veterinary medicine regarding cuff pressure changes intraoperatively over time and which complications may occur in relation to pressure changes. The aim of this study was to investigate how cuff pressure changes after initial adjustment using a manometer as well as to identify intraoperative complications associated with those changes.

The study consisted of two parts: an *ex-vivo* study performed on canine and feline cadavers and a prospective observational study conducted on animals who underwent a surgical procedure and were kept under general anaesthesia. In the *ex-vivo* study cuff pressure was measured under controlled conditions over a period of 60 minutes. In the observational study cuff pressure was monitored in eight patients during anaesthesia with measurements recorded at predefined time intervals as well as during spontaneous changes and adjustments.

The results showed a gradual decrease in cuff pressure over time in both the *ex-vivo* study and the clinical observational study, with the changes being statistically significant. In the *ex-vivo* study a gradual decrease in cuff pressure was observed over time. In contrast, greater variability was observed in the clinical setting. During anaesthesia both increases and decreases in the cuff pressure occurred particularly during the initial phase followed by a tendency toward stabilization. Despite the statistically significant pressure change at a group level considerable inter-individual variation was observed. Intraoperative complications mainly consisted of respiratory deviations with no severe complications recorded.

In conclusion, cuff pressure is a dynamic parameter that changes over time and is influenced by multiple factors. Regular monitoring of cuff pressure during anaesthesia is therefore essential to reduce the risk of complications and to improve patient safety.

Keywords: anaesthesia, animal health staff, cat, changes, cuff pressure, endotracheal tube (ETT), dog, intraoperative complications, monitoring, patient safety, surgical theatre.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	8
Figurförteckning	9
Förkortningar	10
1. Inledning	11
1.1 Syfte	12
1.2 Frågeställningar	12
2. Bakgrund	13
2.1 Endotrakeal intubering och anestesi	13
2.2 Rekommenderat kufftryck.....	13
2.3 Förändringar i kufftryck	14
2.4 Kliniska konsekvenser av tryckförändringar	14
2.5 Brister i nuvarande övervakning	15
3. Material och metod	17
3.1 Litteratursökning	17
3.2 <i>Ex-vivo</i> studie.....	17
3.2.1 Material	17
3.2.2 Studiedesign	17
3.2.3 Databearbetning och analys.....	18
3.3 Observationsstudie	20
3.3.1 Material	20
3.3.2 Studiedesign	20
3.3.3 Databearbetning och analys.....	21
4. Resultat	23
4.1 <i>Ex-vivo</i> studie.....	23
4.1.1 Kufftryck förändring över tid	23
4.1.2 Absolut tryckfall över tid	23
4.1.3 Genomsnittligt procentuell tryckförändring	24
4.1.4 Statistisk analys.....	25
4.2 Observationsstudie	26
4.2.1 Kufftryck över tid.....	26
4.2.2 Förändring i kufftryck (Δ cmH ₂ O)	27
4.2.3 Genomsnittlig förändring över tid	28
4.2.4 Justeringar och spontana förändringar	29
4.2.5 Statistisk och sammanfattande analys.....	30
4.2.6 Intraoperativa komplikationer	30
5. Diskussion	31
5.1 Resultatdiskussion	32
5.2 Metoddiskussion	34
5.3 Klinisk betydelse	37
6. Konklusion	39
7. Referenslista	40
8. Tack	43
Bilaga 1	44
Bilaga 2	46
Bilaga 3	47

Bilaga 4	48
Bilaga 5	50
Publicering och arkivering	52

Tabellförteckning

- Tabell 1. Absolut tryckfall av kufftryck (ΔP , cmH₂O) över tid under den 60 minuter långa ex-vivo studien för respektive kadaver. Värdena representerar skillnaden mellan initialt kufftryck ($P_0 = 30$ cmH₂O) och uppmätt kufftryck vid respektive tidpunkt. Tabellen baseras på medelvärden från två upprepade mätserier per kadaver.24
- Tabell 2. Uppmätt kufftryck (cmH₂O) över tid vid förbestämda tidsintervall för samtliga patienter under anestesi. Tabellen inkluderar endast planerade mättillfällen och visar förändringar i kufftryck över tid under anestesiförloppet.26
- Tabell 3. Förändring i kufftryck (Δ cmH₂O) över tid under anestesi baserat på planerade tryckmätningar, tryckjusteringar och spontana förändringar. Δ beräknades som skillnaden mellan uppmätt kufftryck (P) och initialt kufftryck (P_0).28
- Tabell 4. Registrerade tryckjusteringar och spontana förändringar i kufftryck under anestesi. Tabellen visar tidpunkter där kliniskt motiverade tryckjusteringar utfördes av ansvarig djurhälsopersonal samt spontana förändringar i kufftryck som observerades under anestesiförloppet.30

Figurförteckning

- Figur 1. Förändringar i kufftryck (cmH₂O) över tid under den 60 minuter långa ex-vivo studien för respektive kadaver. Figuren visar medelvärden baserade på två upprepade mätserier per kadaver. Samtliga mätserier startade med ett initialt kufftryck på 30 cmH₂O.....23
- Figur 2. Genomsnittlig procentuell förändring i kufftryck (%) över tid under den 60 minuter långa ex-vivo studien. Figuren visar medelvärden baserade på samtliga kadaver. Felstaplarna visar SD mellan kadavrens medelvärden vid respektive mättidpunkt.24
- Figur 3. Kufftryck (cmH₂O) över tid under anestesi baserat på individuella registrerade mätpunkter. Varje registrerat kufftryck inkluderades som en separat över tid under anestesi baserat mätning. Vid tryckjusteringar registrerades det nya kufftrycket som en ny mätpunkt. Grönt färg representerar tryck inom det rekommenderade intervallet (20-30 cmH₂O), medan rödare nyanser representerar ökande avvikelse från intervallet.27
- Figur 4. Genomsnittlig förändring i kufftryck (Δ cmH₂O) över tid under anestesi baserat på planerade tryckmätningar. ΔP beräknades som skillnaden mellan uppmätt kufftryck vid respektive tidpunkt och initialt kufftryck (P_0). Tiden på x-axeln redovisas som löpande tid med delskalstreck motsvarande 5 minuter. Felstaplar representerar SD.29

Förkortningar

ASA	American Society of Anesthesiologists Physical Status
cmH ₂ O	Centimeter vattenpelare, tryckenhet för kufftryck (1 cmH ₂ O ≈ 98 Pa ≈ 0,74 mmHg)
Δ cmH ₂ O	Förändring i kufftryck
ETT	Endotrakealtub
I.D.	Internal diameter
MOV	Minimal occlusive volume
P ₀	Baslinjevärde
ΔP	Absolut tryckfall
SD	Standardavvikelse
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet

1. Inledning

Endotrakeal intubering är en central del av anesthesiologisk vård och används för att säkerställa fria luftvägar samt möjliggör kontrollerad ventilation. Enligt en studie utförd inom humanvård av Nasrolahzadeh et al. (2023) bör kufftrycket hållas inom ett definierat intervall, vanligen 20–30 cmH₂O (\approx 2,0-2,9 kPa eller 15-22 mmHg). Detta för att säkerställa adekvat tätning mellan endotrakealtuben (ETT) och den trakeala väggen.

Trots att kufftrycket initialt ställs in inom ett intervall med manometer visar tidigare studier att kufftrycket inte är statiskt (Kako et al. 2015; Shin et al. 2018; Nasrolahzadeh et al. 2023). Det förändras över tid under pågående anestesi och av mekanisk ventilation. Nasrolahzadeh et al. (2023) indikerar att kufftrycket minskar signifikant redan inom de första 30 minuterna efter inställning, oberoende av ventilationsläge. I sin tur indikerar detta på att tidsfaktorn i sig påverkar tryckförändringen under pågående anestesi. Dessutom noterar Kako et al. (2015) återkommande perioder av under- och övertryck trots rekommenderad initial inställning. Därför påpekar Shin et al. (2018) och Kako et al. (2015) vikten av upprepade kontroller av kufftrycket efter 15 och 30 minuters anestesi.

Förändringar i kufftrycket kan få kliniska konsekvenser. Shin et al. (2018) beskriver att ett kufftryck under 18 mmHg (24,47 cmH₂O) kan öka risken för aspiration och ett kufftryck över 35 mmHg (47,58 cmH₂O) kan orsaka inflammation i trakealväggen och ischemi. Samtidigt förklarar Kako et al. (2015) att lågt kufftryck ökar risken för luftläckage, medan för högt tryck kan leda till ischemi i den trakeala slemhinnan och i förlängningen till trakeala skador. Detta gör övervakning av kufftrycket till en viktig patientsäkerhetsaspekt under anestesi. Aeppli et al. (2019) visar att till- och fränkoppling av manometer till pilotballongen kan orsaka tryckförändringar. Till följd av sådana förändringar betonar Hung et al. (2020) behovet av kontinuerlig övervakning av kufftrycket under anestesi.

Trots befintlig forskning saknas det kunskap inom djursjukvården om hur kufftrycket förändras intraoperativt över tid inom anestesi. I sin tur skapas kunskapsluckor inom områdena anestesiövervakning, patientsäkerhet och perioperativa komplikationer. Således skapas även intresse för personal inom djurens hälso- och sjukvård inom anestesi, kring huruvida säkrare anestesi, reducering av risker för komplikationer och adekvat omvårdnad kan åstadkommas. Därför kommer detta kandidatarbete för djursjukskötprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) observera tryckförändringar i ETT kuffen och dokumentera intraoperativa komplikationer.

1.1 Syfte

Syftet med studien är att undersöka hur ETT kufftryck förändras intraoperativt efter initial inställning med manometer, samt undersöka vilka intraoperativa komplikationer som förekommer i samband med detta.

1.2 Frågeställningar

Utifrån arbetets syfte formulerades följande frågeställningar:

- Hur förändras endotrakealtubens kufftryck intraoperativt hos smådjur?
- Vilka intraoperativa komplikationer förekommer i samband med förändringar av kufftrycket?

2. Bakgrund

2.1 Endotrakeal intubering och anestesi

Enligt Veen och de Grauw (2022) är endotrakeal intubering en central del och standardmetod vid anesthesiologisk vård inom både human- och veterinärmedicin. Guan et al. (2025) skriver också att metoden används rutinmässigt vid generell anestesi för att säkerställa fria luftvägar och möjliggöra kontrollerad ventilation under kirurgiska ingrepp. Genom att placera en ETT i trakean kan anestesipersonal upprätthålla adekvat syresättning, anestesisgas och ventilation samt skydda luftvägarna från aspiration under anestesi (Sengupta et al. 2004).

En ETT är utrustad med en uppblåsbar kuff som är i den proximala delen av tuben och fylls med luft efter att tuben placerats i trakea (Briganti et al. 2012). Kuffens primära funktion är att skapa tätning mellan tuben och trakealväggen, vilket möjliggör en effektiv och positiv tryckventilation, minskar risken för luftläckage runt tuben och reducerar risken för aspiration av sekret och magsäcksinnehåll till de nedre luftvägarna under anestesi (Nseir et al. 2009; Briganti et al. 2012). Trots dessa viktiga funktioner kräver användningen av kuffade ETT noggrann övervakning, eftersom både för lågt och för högt kufftryck kan leda till komplikationer, såsom ökad risk för aspiration respektive skador på den trakeala vävnaden (Jaillette et al. 2014; Guan et al. 2025). Därför är korrekt hantering och övervakning av kufftrycket en viktig del av anesthesiologisk patientsäkerhet.

2.2 Rekommenderat kufftryck

För att säkerställa både effektiv ventilation och skydd av den trakeala vävnaden rekommenderas vanligtvis att kufftrycket hålls inom intervallet 20-30 cmH₂O (Aeppli et al. 2019; Hung et al. 2020; Nasrolahzadeh et al. 2023; Guan et al. 2025). Detta intervall anses representera balans mellan att skapa en tillräcklig tätning i luftvägarna och att undvika tryckrelaterade skador på trakealväggen (Sengupta et al. 2004; Kako et al. 2015; Shin et al. 2018).

Guan et al. (2025) och Nasrolahzadeh et al. (2023) förklarar att ett undertryck i kuffen kan orsaka en otillräcklig tätning mellan tub och trakea, vilket kan medföra luftläckage runt tuben. Vidare påstår Guan et al. (2025) och Jaillette et al. (2014) att ett för lågt tryck även kan öka risken för mikroaspiration. Om trycket däremot överstiger 30 cmH₂O kan blodflödet i den trakeala slemhinnan påverkas negativt genom att orsaka ischemi i vävnaden (Guan et al. 2025). Mu et al. (2024) menar att höga kufftryck hos människor har också kopplats till postoperativa luftvägskomplikationer, såsom halsont och trakeal slemhinneskada.

Trots det skriver Veen och de Grauw (2022) att kufftrycksintervallet saknar tydliga evidensbaserade riktlinjer för optimalt kufftryck hos olika djurarter inom veterinärmedicin. Eftersom det saknas tydliga riktlinjer rekommenderar Sengupta et al. (2004) regelbunden kontroll av kufftrycket för att säkerställa att det hålls inom det rekommenderade intervallet.

2.3 Förändringar i kufftryck

Kufftrycket är inte statiskt utan kan förändras under anestesi till följd av flera faktorer (Nasrolahzadeh et al. 2023). Kufftrycket kan förändras över tid efter initial inställning, vilket kan leda till kufftryck utanför det rekommenderade intervallet (Hung et al. 2020). Luftläckage runt ETT kunde uppstå trots att kuffen initialt fyllts enligt rekommenderade metoder (Hung et al. 2020).

Briganti et al. (2012) påpekar att faktorer som förändringar i ventilationstryck, patientposition och manipulation av luftvägarna kan bidra till variationer i kufftrycket under anestesi. Dessa variationer indikerar på att kufftrycket är en dynamisk parameter som kan förändras kontinuerligt under anestesi (Hung et al. 2020).

2.4 Kliniska konsekvenser av tryckförändringar

Avvikelse från rekommenderat kufftryck kan ligga till grund för flera intraoperativa och postoperativa komplikationer. Ett för lågt kufftryck kan skapa luftläckage runt tuben och därmed försämra effektiviteten av mekanisk ventilation. Det kan även öka risken för aspiration av sekret och läckage av anestesigaser till operationsmiljön (Briganti et al. 2012).

Sengupta et al. (2004) skriver att ett för högt kufftryck däremot kan orsaka kompression av kapillärer i trakealslemhinnan och därmed leda till reducerat blodflöde och ischemi till området. Dessutom noterar studien att långvarigt övertryck i allvarliga fall kan leda till inflammation, nekros eller permanenta skador i trakean.

Under anestesi kan intraoperativa komplikationer hos både människor och smådjur uppstå på grund av förändringar i ETT kufftryck. Ett för lågt kufftryck kan orsaka luftläckage runt tuben som i sin tur kan bidra till läckage av anestesigas och otillräcklig ventilation (Sengupta et al. 2004; Hung et al. 2020). Luftläckage kan i ytterligare led ge avvikelser i andningsmönster, såsom oregelbunden eller ytlig andning, vilket är särskilt viktigt att övervaka under anestesi (Read et al. 2013).

Otillräckligt kufftryck kan även bidra till förändringar i patientens koldioxidnivåer och kan resultera i hyperkapni eller hypokapni, detta kan identifieras genom avvikelser i kapnogrammet (Read et al. 2013; Nseir et al. 2009). Vid allvarigare luftvägskomplikationer eller ventilationsproblem kan syremättnaden minska vilket kan leda till hypoxi och i extrema fall kan patienten utveckla apné om ventilationen blir kraftigt försämrade (Read et al. 2013).

En ytterligare komplikation som nämns av Read et al. (2013) är laryngeal spasm, vilket innebär en ofrivillig kontraktion av larynxmuskulaturen som kan blockera luftvägarna och göra ventilationen svår. Författarna förklarar att spasmen kan utlösas av irritation från ETT, överfyllnad av kuffen eller manipulation av luftvägarna under intubering. Vidare nämns att hos smådjur, särskilt katter, är laryngeal spasm en vanlig komplikation vid intubering och kan leda till kraftig hosta, hypoxi eller apné om den inte hanteras omgående. Detta kan förklaras av att katter har en mer uttalad laryngeal reflex och en ökad känslighet i luftvägarna, vilket gör katter mer benägna att reagera med spasm vid mekanisk irritation av larynx (Veen & de Grauw 2022).

Övertryck i kuffen kan framkalla irritation av trakealslemhinnan, vilket hos smådjur ökar risken för hosta och laryngeal spasm och som i sin tur påverkar hur stabilt tuben sitter och därmed ventilationen (Hung et al. 2020; Briganti et al. 2012). Dessa komplikationer visar att kontinuerlig eller upprepade övervakning av kufftrycket är avgörande för att upprätthålla adekvat ventilation och säker anestesi, vilket är viktigt för att förebygga luftvägskomplikationer (Nseir et al. 2009; Hung et al. 2020).

Sammanfattningsvis kan både under- och övertryck i ETT kuff resultera i kliniskt relevanta komplikationer vilket understryker behovet av regelbunden övervakning under anestesi.

2.5 Brister i nuvarande övervakning

Trots att korrekt kufftryck är viktigt för patientsäkerheten noterar Veen och de Grauw (2022) att det mäts relativt sällan inom veterinäranestesi. Studien visade att endast 30 % av djurhjälsopersonalen mätte kufftrycket hos katter och 32 % hos hundar under anestesi. Istället nämner studien att subjektiva metoder såsom minimal occlusive volume (MOV) eller palpation av pilotballongen används ofta för att uppskatta kufftrycket.

MOV innebär att kuffen fylls med luft tills inget hörbart luftläckage uppstår vid ventilation (Rose & Redl 2008). Palpation av pilotballongen innebär att kufftrycket uppskattas manuellt genom att känna på pilotballongen. Dessa subjektiva metoder är mindre tillförlitliga än objektiv mätning med manometer. Studien på människor av Bulamba et al. (2017) visade att kliniska uppskattningsmetoder, såsom palpation av pilotballongen ofta resulterade i kufftryck utanför det rekommenderade intervallet. Detta kan även ses i en studie inom humanvård där manuell palpation hade låg noggrannhet och gav högre kufftryck än MOV (Laksono et al. 2021). Sengupta et al. (2004) visade att endast 27 % av kufftrycken låg inom det rekommenderade intervallet 20-30 cmH₂O när manometer inte användes, och rekommenderade därför mätning med manometer. Felaktigt kufftryck kan innebära risk för läckage, aspiration vid för lågt tryck och tryckrelaterade skador vid för högt tryck (Sengupta et al. 2004; Nseir et al. 2009)

Studien av Hung et al. (2020) på hundar visade dock att sådana metoder ofta ledde till felaktigt kufftryck och att majoriteten av kuffar blir överinflaterade. Briganti et al. (2012) skriver att dessa resultat tyder på att direkt mätning med manometer samt regelbunden övervakning av kufftrycket kan vara nödvändigt för att säkerställa säkra kufftryck under anestesi.

3. Material och metod

3.1 Litteratursökning

En litteratursökning utfördes för att samla relevant information till arbetets inledning samt bakgrund. Databaser som användes för att hitta litteratur var PubMed och Google Scholar. Ytterligare litteratur inhämtades med hjälp av hänvisad litteratur från källmaterial som redan erhållits.

Sökord som användes i olika kombinationer var: *endotracheal tube, ETT, tracheal tube, cuff pressure, intacuff pressure, manometer, manometry, anesthesia, anesthesia time, duration, change, variation, pressure change, manual cuff pressure, volume, dogs, in vitro, intraoperative, complication, complications, pilot balloon palpation, minimal occlusive volume, palpation method.*

3.2 Ex-vivo studie

3.2.1 Material

I studien hanterades fyra kadaver, två hundar och två katter och totalt användes fyra ETT. I studien användes ETT som var desamma som normalt används på Universitetsdjursjukhuset (UDS) och var av varumärket Eickemeyer. Katterna intuberades med ETT i internal diameter (I.D.) storlekarna mellan 3.0 och 4.0 mm och hundarna intuberades med ETT i I.D. storlekarna mellan 6.0 och 8.0 mm.

Till *ex-vivo* studien användes följande material: trevägsventil, manometer (med slang) av varumärket VBM Medizintechnik GmbH, 10 ml spruta, tidtagarur, gasbinda, laryngoskop, mätprotokoll för tryckförändringar (Bilaga 1).

I mätprotokollet för *ex-vivo* studien inräknades följande: kadavrets identifieringssiffra, tubstorlek, tid för uppnått rekommenderat kufftryck, tid för tömning av kuff. I protokollet fanns en tabell för noteringar av tryckförändringar i cmH₂O och bestämda tidsintervall. Tre rader lades till för övriga kommentarer.

3.2.2 Studiedesign

Ex-vivo studien genomfördes på kadaver av djurslagen hund och katt som avlivats vars avlivningsorsak inte var relaterad till studien. Kadavren hade donerats till SLU för undervisning och forskning enligt verksamhetens riktlinjer. Kadavren förvarades i rumstemperatur under varje mättillfälle för att minimera temperaturrelaterade variationer i kufftrycket. För att lättare identifiera kadavren registrerades de i mätprotokollet med en egen identifieringssiffra och djurslag enligt följande: *Hund 1, Hund 2, Katt 1 och Katt 2.*

Beräkning av ett tillförlitligt medelvärde för tryckfall möjliggjordes genom att studien krävde upprepade mätningar. Därför mättes två upprepade mätserier per ETT, vilket resulterade i åtta mätserier totalt. För varje mätning placerades kadavret i sidoläge och intuberades enligt rutiner på UDS. Lämplig ETT valdes inom storlekarna 3.0–4.0 mm för båda katterna och inom storlekarna 6.0–8.0 mm för båda hundarna. Varje tub som användes i studien läckagetestades innan intubering. Efter genomfört läckagetest fördes tuben in i trakea med hjälp av laryngoskop. Sedan kontrollerades tubens position också med laryngoskop. Därefter fästes tuben genom att den knöts fast med gasbinda.

Efter intubering kopplades ett slutet system till kuffen. Detta system bestod av en trevägsventil där en manometer med slang kopplades på (Bilaga 2). Systemet var anslutet till kuffen under hela mätperioden utan att kopplas loss. På så sätt kunde kuffen fyllas direkt med manometern. Kuffen fylldes på via manometern till 30 cmH₂O. Manometern lämnades inkopplad under hela mätperioden utan ytterligare manipulation.

Det initiala kufftrycket registrerades som baslinjevärde (P_0). Kufftrycket registrerades först efter de fem minuterna och sedan var 15:e minut. Den totala mätperioden för varje observationsperiod var 60 minuter lång. Vid varje mättillfälle avlästes manometern utan att systemet manipulerades.

Efter avslutad mätserie kopplades systemet bort från kuffen. Därefter tömdes kuffen helt med hjälp av en spruta. Innan nästa mätning påbörjades nollställdes manometern. Samma procedur upprepades för varje använd tubstorlek för att möjliggöra beräkning av medelvärde för tryckförändring över tid. För varje mätserie dokumenteras följande: tubstorlek, initialt kufftryck, uppmätta tryckvärden och eventuell avvikelse eller tekniskt problem.

3.2.3 Databearbetning och analys

Data sammanställdes och bearbetades i Microsoft Excel. Rådata från åtta mätningar, där varje kadaver hade två upprepade mätningar sammanställdes i en tabell. Medelvärdet av de upprepade mätningarna för respektive kadaver användes som grund för vidare analys för att minska slumpmässiga variationer. Baserat på dess medelvärden konstruerades ett linjediagram som visar tryckförändring (cmH₂O) över tid.

Vidare beräknades absolut tryckfall (ΔP , cmH₂O) enligt formeln $\Delta P = P_0 - P_t$, där P_0 motsvarade initialt tryck (30 cmH₂O), P det aktuella trycket vid respektive mättpunkt och t tiden vid respektive mättillfällen. Data sammanställdes i tabell.

För att ytterligare beskriva tryckförändringen beräknades den procentuella förändringen från initialt tryck enligt formeln $(\Delta P / P_0) \times 100$, vilket möjliggjorde jämförelse mellan olika kadaver. Baserat på detta beräknades även ett sammanfattande medelvärde för varje tidpunkt av den procentuella förändringen för samtliga kadaver, tillsammans med SD, för att beskriva den övergripande trenden och variationen i datasetet. Felstaplar (error bars) användes i linjediagrammet som visade medelvärden och representerade SD.

Statistisk analys utfördes med ensidiga Student's parat t-test för att undersöka om förändringar i kufftryck över tid var statistiskt signifikanta, med en signifikantnivå satt till $p < 0,05$. Alla mätningar utfördes med samma manometer och enligt standardiserad procedur för att minimera systematiska mätfel. Avläsningsfelet uppskattades till cirka ± 1 cmH₂O.

3.3 Observationsstudie

3.3.1 Material

Material som användes i studien var följande: manometer av varumärket VBM Medizintechnik GmbH, ETT, checklista för patientinformation, mätprotokoll för tryckförändringar och komplikationer, tidtagarur och samtyckesblankett för djurhälsopersonal.

Studiepopulationen bestod av fem hundar och tre katter som genomgick någon typ av operativt ingrepp under generell anestesi på smådjursavdelningen på UDS i Uppsala. Inför observationsstudien sammanställde observatörerna tre dokument för insamling av data. Det första dokumentet (Bilaga 3) var en checklista som sammanställdes med hjälp av webbsidan Canva av observatörerna för att användas vid registrering av patienter. Det andra dokumentet (Bilaga 4) var ett mätprotokoll för dokumentation av eventuella tryckförändringar och intraoperativa komplikationer. Det tredje dokumentet (Bilaga 5) var en samtyckesblankett för djurhälsopersonalen vars arbetssätt observerades.

Rutorna i checklistan (bilaga 3) inkluderade kriterier och frågor om exempelvis patientens American Society of Anesthesiologists Physical Status gradering (ASA-gradering), att patienten inte var diagnosticerad med några respiratoriska sjukdomar och att patienten ej var av brakycefal ras. I mätprotokollet (bilaga 4) dokumenterades bland annat tubstorlek, patientposition och förändringar i kufftryck över tid.

3.3.2 Studiedesign

Denna studie genomfördes som en prospektiv observationsstudie där kufftrycket i ETT observerades under pågående anestesi utan att kliniska rutiner förändrats.

Först undertecknades samtyckesblanketten av den inom djurhälsopersonalen som intuberat och hanterat anestesi för varje patient. Registreringen av patienter som deltog i studien genomfördes därefter på så sätt att observatörerna fyllde i de rutor i checklistan som stämde in på respektive patient. Under anestesi observerades intraoperativa komplikationer som sedan dokumenterades i mätprotokollet. I samma protokoll dokumenterades även spontana tryckförändringar som förekommit.

Patienter som genomgick generell anestesi och intuberades enligt klinikens ordinarie rutiner inkluderas under datainsamlingsperioden. Den totala studiepopulationen inkluderade åtta patienter; fyra hundar och tre katter. ETT storlek valdes av ansvarig anestesipersonal baserat på patientens storlek och luftvägsanatomy.

Patienten intuberades enligt klinikens rutiner och korrekt placering av ETT verifierades. Därpå kopplades ett slutet system bestående av en trevägsventil och en manometer (med slang). När önskat tryckintervall uppnåtts registrerades det och manometern lämnades inkopplad för kontinuerlig observation av kufftrycket under anestesin. Ingen ytterligare manipulation av systemet skedde annat än vid kliniskt motiverad justering av kufftrycket. Motivering till justeringen dokumenterades i sådant fall i mätprotokollet.

Kufftrycket registrerades sedan efter fem minuter för att möjliggöra stabilisering av trycket efter intubering. Därefter registrerades kufftrycket var 15:e minut under anestesins gång. Utöver dessa förbestämda mättillfällen noterades även eventuella spontana tryckförändringar som observerades på manometern. Om kufftrycket justerades av ansvarig personal dokumenteras följande faktorer: tidpunkt för justering, uppmätt kufftryck före justering, nytt kufftryck efter justering och motivering till justering.

3.3.3 Databearbetning och analys

Insamlade data sammanställdes i tabellform i Microsoft Excel, där varje mättillfälle registrerades som en datapunkt tillsammans med motsvarande tidpunkt (minuter från anestesistart) och patientens djurslag samt ett eget identifieringsnummer.

Rådata bestående av planerade tryckmätningar presenterades i tabellen som visar kufftryck (cmH₂O) över tid. Tryckförändringar (cmH₂O) under anestesi visualiserades som individuella mätpunkter i ett linjediagram. Varje registrerat kufftryck inkluderades som en separat datapunkt och nya mätningar efter kliniska tryckjusteringar registrerades också som separata punkter oberoende av patient. Färgkodningen användes för att visa tryck inom det rekommenderade intervallet 20-30 cmH₂O i grönt, samt rödare nyanser som visar ökande avvikelse från detta intervall.

Kufftrycket analyserades över tid för varje patient. Förändringen i kufftrycket (Δ cmH₂O) beräknades som skillnaden mellan aktuellt uppmätt tryck (P) och initialt tryck efter intubering (P₀) enligt formeln $\Delta P = P - P_0$. I denna analys inkluderades planerade mätningar, tryckjusteringar av djurhälsopersonal samt spontana förändringar.

För varje patient beräknades vid respektive tidpunkt den genomsnittliga förändringen i kufftryck samt SD. Endast planerade tryckmätningar användes vid denna beräkning. Resultaten visualiserades i linjediagram med felstaplar (error bars) som representerar SD. En tabell sammanställdes för registrerade tryckjusteringar och spontana förändringar med angivna tidpunkter för dessa observationer.

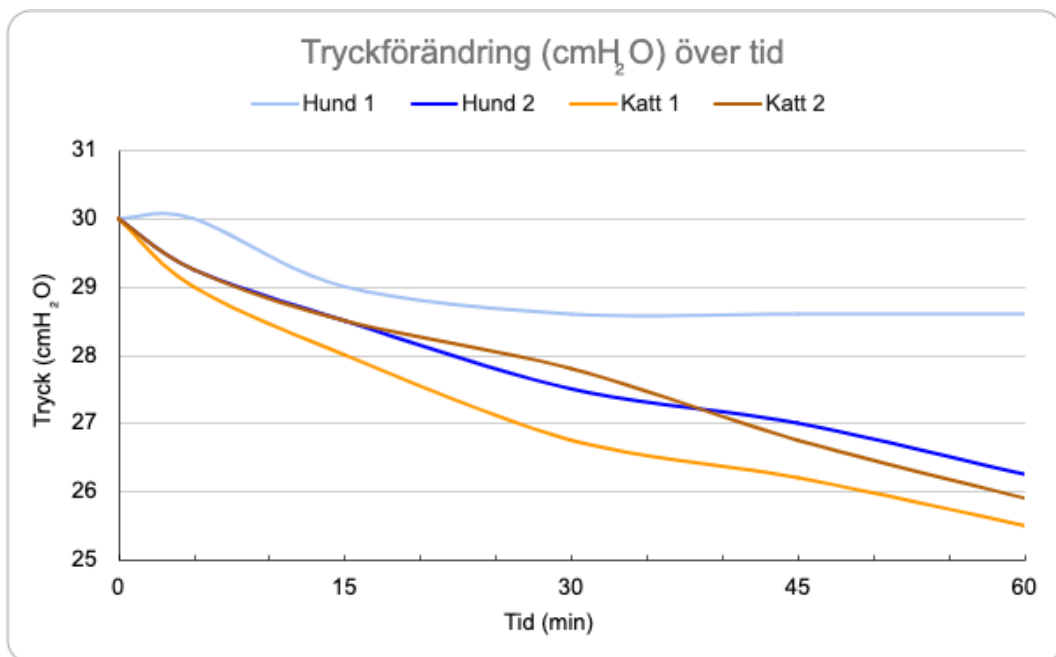
Statistisk analys utfördes med ensidiga Student's parat t-test för att undersöka om förändringar i kufftryck över tid var statistiskt signifikanta, med en signifikantnivå satt till $p < 0,05$. För hela studiepopulationen beräknades medelvärde, medianvärde och SD baserat på all rådata, inklusive samtliga mätningar. Liksom i *ex-vivo* studien uppskattades avläsningsfelet till cirka ± 1 cmH₂O, vilket kan ha påverkat precisionen i de registrerade värden. Slutligen sammanställdes och analyserades intraoperativa komplikationer för att identifiera vilka komplikationer som förekom mest frekvent.

4. Resultat

4.1 Ex-vivo studie

4.1.1 Kufftryck förändring över tid

Medelvärdena visade att kufftrycket minskade successivt över tid i samtliga kadaver (Figur 1). Varje mätning påbörjades med initial tryck 30 cmH₂O, där observerades en gradvis minskning redan efter 5 minuter (Figur 1). Efter 60 minuter varierade trycket mellan 25,5 och 28,6 cmH₂O (Figur 1). Den största minskningen sågs hos Katt 1, medan Hund 1 uppvisade minst förändring. Trots individuella skillnader var förloppet relativt jämnt mellan kadavren, med en liknande och kontinuerlig tryckminskning utan spontana variationer. Spontana variationer innebär variationer utanför dem bestämda tidsintervallen.



Figur 1. Förändringar i kufftryck (cmH₂O) över tid under den 60 minuter långa ex-vivo studien för respektive kadaver. Figuren visar medelvärden baserade på två upprepade mätserier per kadaver. Samtliga mätserier startade med ett initialt kufftryck på 30 cmH₂O.

4.1.2 Absolut tryckfall över tid

När resultaten uttrycktes som absolut tryckfall ($\Delta P = P_0 - P$) blev utvecklingen tydligare. Tryckfallet ökade kontinuerligt under hela mätperioden för samtliga kadaver (Tabell 1). Efter 60 minuter uppgick tryckfallet till cirka: 1,4 cmH₂O för Hund 1, 3, 8 cmH₂O för Hund 2, 4,5 cmH₂O för Katt 1 och 4,1 cmH₂O för Katt 2 (Tabell 1).

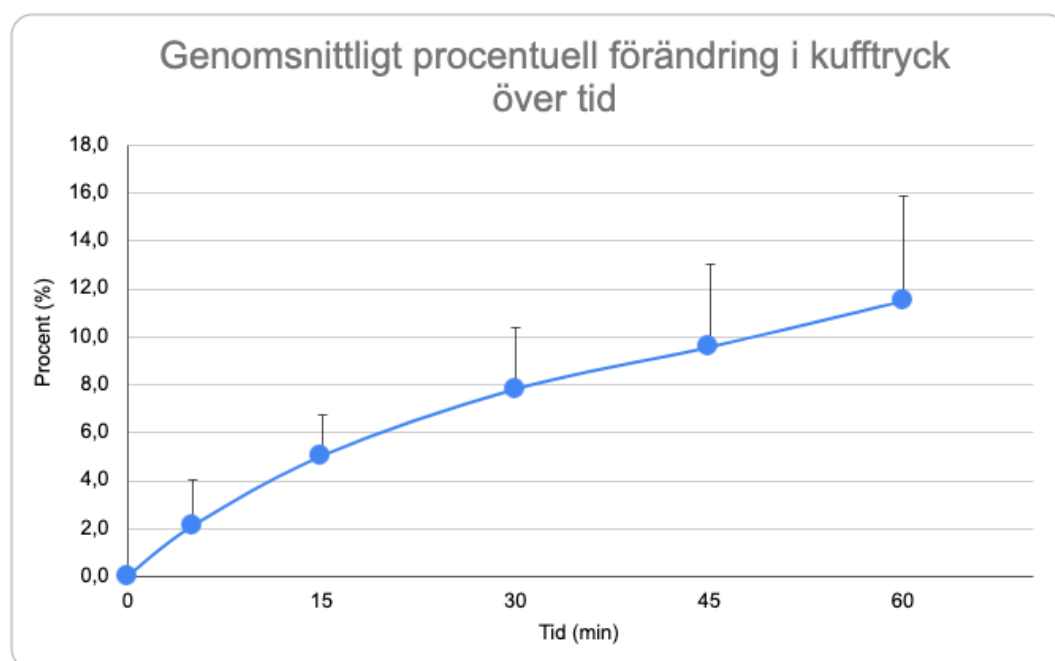
Tabell 1. Absolut tryckfall av kufftryck (ΔP , cmH₂O) över tid under den 60 minuter långa ex-vivo studien för respektive kadaver. Värdena representerar skillnaden mellan initialt kufftryck ($P_0 = 30$ cmH₂O) och uppmätt kufftryck vid respektive tidpunkt. Tabellen baseras på medelvärden från två upprepade mätserier per kadaver.

Tid (min)	Absolut tryckfall (ΔP , cmH ₂ O) över tid			
	Hund 1	Hund 2	Katt 1	Katt 2
0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,8	1,0	0,8
15	1,0	1,5	2,0	1,5
30	1,4	2,5	3,3	2,2
45	1,4	3,0	3,8	3,3
60	1,4	3,8	4,5	4,1

4.1.3 Genomsnittligt procentuell tryckförändring

Den genomsnittliga procentuella tryckförändringen ökade successivt från 2,1 % efter 5 minuter till 11,5 % efter 60 minuter (Figur 2). Över tid ökade SD från 1,4 till

4,6 % (Figur 2). Trots variation mellan kadavren observerades en likartad trend, med en långsam och jämn minskning av trycket.



Figur 2. Genomsnittlig procentuell förändring i kufftryck (%) över tid under den 60 minuter långa ex-vivo studien. Figuren visar medelvärden baserade på samtliga kadaver. Felstaplarna visar SD mellan kadavrens medelvärden vid respektive mättidpunkt.

4.1.4 Statistisk analys

För att undersöka om förändringen i kufftryck över tid var statistisk signifikant genomfördes Student's parade t-test mellan initial mätning och två efterföljande tidpunkter.

Den första analysen jämförde förändringen i kufftryck mellan initial mätning och mätning efter 15 minuter. Resultatet visade en statistiskt signifikant minskning av kufftrycket, $p = 0,0026$

Den andra analysen jämförde initial mätning med den sista mätningen (60 minuter). Även här observerades en statistiskt signifikant förändringen i kufftrycket, $p = 0,0079$.

4.2 Observationsstudie

4.2.1 Kufftryck över tid

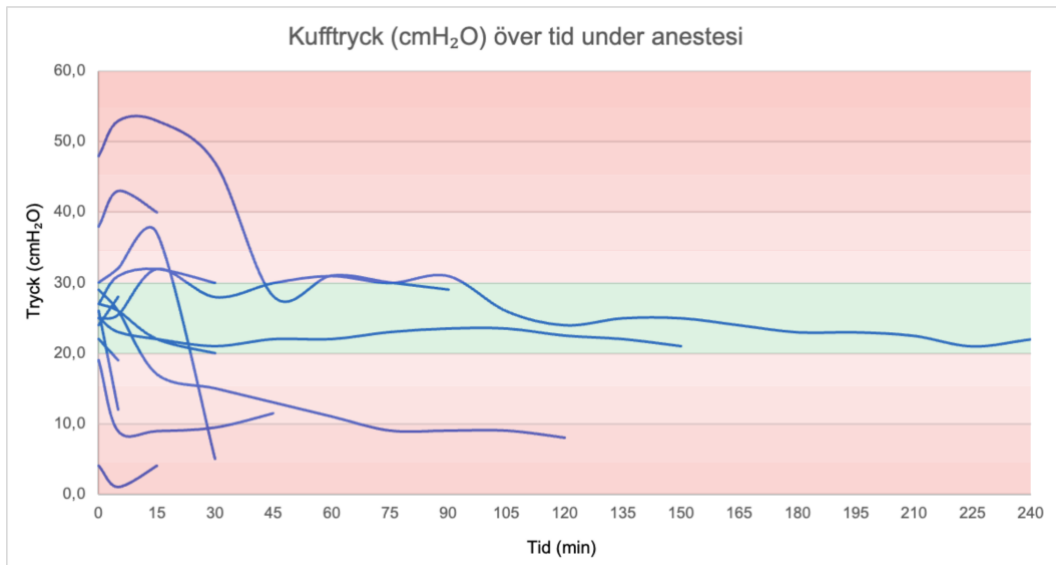
Kufftrycket varierade över tid hos samtliga patienter under anestesi. Vid initial mätning observerades en relativt stor variation mellan patienter, med trycknivåer mellan ungefär 4 och 53 cmH₂O (Tabell 2).

Under anestesi noterades en generell minskning i kufftrycket hos flera patienter, särskilt hos Hund 2 där trycket successivt sjönk från initialt värde 4 cmH₂O till lägre nivåer under mätperioden (Tabell 2). Hos övriga patienter, såsom Hund 4 och Katt 3, var trycket mer stabilt över tid och varierade inom ett intervall kring 20-30 cmH₂O (Tabell 2). Endast planerade mätningar inkluderades i denna analys (Tabell 2).

En stor andel av de registrerade mätningar observerades utanför det rekommenderade intervallet (20-30 cmH₂O) under anestesi. Både ökning och minskningar noterades (Figur 3).

Tabell 2. Uppmätt kufftryck (cmH₂O) över tid vid förbestämda tidsintervall för samtliga patienter under anestesi. Tabellen inkluderar endast planerade mättillfällen och visar förändringar i kufftryck över tid under anestesiförloppet.

Tid (min)	Kufftryck (cmH ₂ O) över tid under anestesi							
	Hund 1	Hund 2	Hund 3	Katt 1	Katt 2	Hund 4	Katt 3	Hund 5
0	38,0	4,0	48,0	26,0	19,0	25,0	22,0	30,0
5	43,0	1,0	53,0	12,0	9,0	25,5	19,0	32,0
15	40,0	4,0	53,0	27,0	9,0	32,0	25,0	37,0
30		29,0	47,0	31,0	9,5	28,0	23,0	5,0
45		26,0	28,0	32,0	11,5	30,0	22,0	24,0
60		17,0	31,0	30,0		31,0	21,0	28,0
75		15,0	30,0			30,0	22,0	
90		13,0	29,0			31,0	22,0	
105		11,0				26,0	23,0	
120		9,0				24,0	23,5	
135		9,0				25,0	23,5	
150		9,0				25,0	22,5	
165		8,0				24,0	22,0	
180						23,0	21,0	
195						23,0	27,0	
210						22,5	26,0	
225						21,0	22,0	
240						22,0	20,0	



Figur 3. Kufftryck (cmH₂O) över tid under anestesi baserat på individuella registrerade mätpunkter. Varje registrerat kufftryck inkluderades som en separat över tid under anestesi baserat mätning. Vid tryckjusteringar registrerades det nya kufftrycket som en ny mätpunkt. Grön färg representerar tryck inom det rekommenderade intervallet (20-30 cmH₂O), medan rödare nyanser representerar ökande avvikelse från intervallet.

4.2.2 Förändring i kufftryck (Δ cmH₂O)

Förändringen i kufftryck (Δ cmH₂O) som beräknades genom $\Delta P = P - P_0$, visade en tydlig och stor interindividuell variation. Under den initiala fasen (0-60 min) förekom både ökning och minskningar, med värden mellan cirka +25 och -25 cmH₂O (Tabell 3). Efter den initiala fasen tenderade förändringarna att stabiliseras närmare det initiala värdet, där majoriteten av mätningarna låg inom ± 10 cmH₂O.

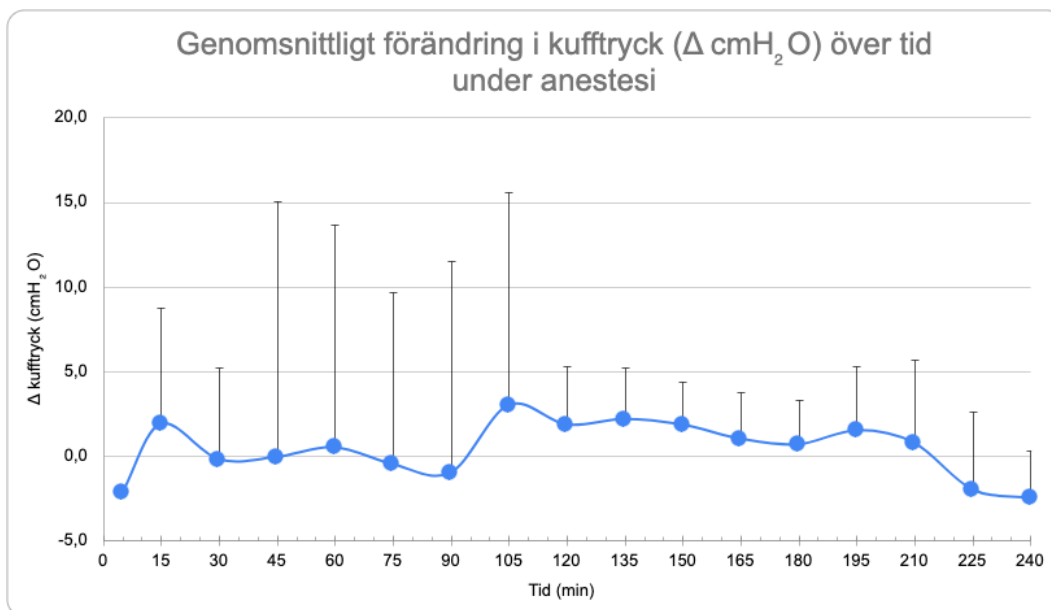
Planerade tryckmätningar, tryckjusteringar av personal och spontana förändringar inkluderades i denna analys.

Tabell 2. Förändring i kufftryck (Δ cmH₂O) över tid under anestesi baserat på planerade tryckmätningar, tryckjusteringar och spontana förändringar. Δ beräknades som skillnaden mellan uppmätt kufftryck (P) och initialt kufftryck (P₀).

Tid (min)	Förändringar i kufftrycket (Δ cmH ₂ O)							
	Hund 1	Hund 2	Hund 3	Katt 1	Katt 2	Hund 4	Katt 3	Hund 5
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1					-5,0			
5	5,0	-3,0	5,0	-14,0	-10,0	0,5	-3,0	2,0
6							5,0	
8				3,0				
15	2,0	0,0	5,0	1,0	-10,0	7,0	3,0	7,0
24		14,0						
29		25,0						
30		25,0	-1,0	5,0	-9,5	3,0	1,0	-25,0
45		22,0	-20,0	6,0	-7,5	5,0	0,0	-6,0
60		13,0	-17,0	4,0		6,0	-1,0	-2,0
75		11,0	-18,0			5,0	0,0	
90		9,0	-19,0			6,0	0,0	
105		7,0				1,0	1,0	
120		5,0				-1,0	1,5	
135		5,0				0,0	1,5	
150		5,0				0,0	0,5	
165		4,0				-1,0	0,0	
180						-2,0	-1,0	
192							5,0	
195						-2,0	5,0	
210						-2,5	4,0	
225						-4,0	0,0	
240						-3,0	-2,0	

4.2.3 Genomsnittlig förändring över tid

Den genomsnittliga förändringen i kufftryck varierade initialt mellan negativa och positiva värden (-2,5 till +3,0 cmH₂O) (Figur 4). Positiva värden innebar tryckhöjning från initialt tryck medan negativa värden tryckminskning från initial värde. I början var SD hög (upp till cirka 15,1 cmH₂O). Över tid minskade SD kring 0,7 – 4,9 cmH₂O.



Figur 4. Genomsnittlig förändring i kufftryck (Δ cmH₂O) över tid under anestesi baserat på planerade tryckmätningar. ΔP beräknades som skillnaden mellan uppmätt kufftryck vid respektive tidpunkt och initialt kufftryck (P_0). Tiden på x-axeln redovisas som löpande tid med delskalstreck motsvarande 5 minuter. Felstaplar representerar SD.

4.2.4 Justeringar och spontana förändringar

Under anestesi observerades även tryckjusteringar utförda av personal samt spontana förändringar i kufftryck. Justeringar inträffade vid varierande tidpunkter när personalen kände att pilotballongen var platt, märkte att det var läckage av anestesigasen eller vid avvikelser i andningsmönster.

En spontan förändring noterades hos Katt 2 där kufftrycket minskades från 19 cmH₂O till 14 cmH₂O direkt efter djurhälsopersonalen placerat ett svalgpäck i munnen på grund av rinoskopi (Tabell 4). Hos Hund 5 observerades en tryckjustering där ansvarig djurhälsopersonal upplevde att kuffen var otillräckligt uppblåst. Detta överstämde med den uppmätta trycknivå som var runt 5 cmH₂O. Kufftrycket justerades därefter till 24 cmH₂O (Tabell 4).

Justeringar och spontana förändringar inkluderades inte i de grafiska analyserna av planerade mätningar, men noterades som kliniskt relevanta observationer.

Tabell 3. Registrerade tryckjusteringar och spontana förändringar i kufftryck under anestesi. Tabellen visar tidpunkter där kliniskt motiverade tryckjusteringar utfördes av ansvarig djurhjälsopersonal samt spontana förändringar i kufftryck som observerades under anestesiförloppet.

Tid (min)	Förändringar i kufftrycket (Δ cmH ₂ O)				
	Hund 2 Justering	Katt 1 Justering	Katt 2 Spontan	Katt 3 Justering	Hund 5 Justering
1			14,0		
6				27,0	
8		29,0			
24	18,0				
29	29,0				
37					24,0
192				27,0	

4.2.5 Statistisk och sammanfattande analys

För att undersöka om förändringen i kufftryck över tid var statistisk signifikant genomfördes ett ensidigt Student's parat t-test mellan den initiala mätningen och mätningen efter 15 minuter. Två patienter (Katt 1 och Katt 2) exkluderades från analysen på grund av tryckjusteringar under de initiala 15 minuter.

Analysen visade en statistiskt signifikant förändring i kufftrycket efter 15 minuter, $p = 0,017$.

Den sammanfattande analysen av förändringen i kufftrycket visade att medelvärdet för hela studiepopulationen var 0,66 cmH₂O, medan medianen uppgick till 0 cmH₂O och SD var 8,23 cmH₂O.

4.2.6 Intraoperativa komplikationer

Intraoperativa komplikationer relaterade till kufftryck observerades i varierande omfattning mellan patienterna. De mest frekvent förekommande komplikationer var förändringar i andningsmönster, apné samt avvikelser i kapnogrammet. Även förekomst av hyperkapni och hypokapni noterades hos flera patienter.

Läckage av anestesisgas och hosta vid påfyllnad av ETT kuffen observerades i enstaka fall. Några allvarigare komplikationer såsom hypoxi registrerades inte under studien. För Hund 5 avbröts mätningen med hänsyn till patientsäkerheten och på grund av detta kunde inga komplikationer registreras.

5. Diskussion

Huvudfynd

Resultaten visade att kufftrycket förändrades över tid i både *ex-vivo* studien och i observationsstudien. I den kontrollerade *ex-vivo* studien sågs en jämn och gradvis tryckminskning medan förändringarna i observationsstudien var av varierande grad. Observationsstudien uppvisade en stor interindividuell variation i både trycknivåer och förändringsmönster vilket också återspeglades i den höga spridningen i resultaten. Trots dessa variationer kunde statistisk signifikanta förändring påvisas i observationsstudien på gruppnivå under den initiala fasen av anestesi. Dessutom visade *ex-vivo* studien också en statistiskt signifikant minskning av kufftrycket över tid. Under den tidiga fasen observerades större variationer i kufftrycket medan trycket senare tenderade att stabiliseras. De intraoperativa komplikationerna var begränsade och bestod främst av respiratoriska avvikelser utan förekomst av allvarliga komplikationer. Sammanfattningsvis indikerar resultaten att kufftrycket är en dynamisk parameter som påverkas av flera faktorer under anestesi och uppvisar betydande variation mellan patienter.

Jämförelse av ex-vivo och observationsstudien

Jämfört med observationsstudien framstod tryckförändringarna i *ex-vivo* studien som mindre och regelbundna. Det observerades en jämn och långsam minskning utan större fluktuationer. I observationsstudien sågs däremot en större variation mellan patienter med både ökning och minskningar i kufftrycket över tid. Den initiala fasen hade mer fluktuationer och senare tenderade trycket att stabilisera. Den genomsnittliga procentuella tryckförlusten i *ex-vivo* studien uppgick till cirka 11,5 % efter 60 minuter, vilket indikerar att en viss tryckminskning kan ske även i frånvaro av fysiologiska faktorer. I observationsstudien var förändringarna mer varierande och i flera fall större, vilket tyder på att ytterligare faktorer påverkar kufftrycket i den kliniska miljön (Nseir et al. 2009; Nasrolahzadeh et al. 2023; Shin et al. 2018)

Ex-vivo studien visade en statistiskt signifikant minskning av kufftrycket över tid, med en tydligt observerbar och relativt jämn tryckminskning genom hela mätperioden. Detta kan beskrivas som en konsekvent trend, där trycket successivt och stadigt sjönk under tiden. I observationsstudien kunde också en statistiskt signifikant förändring i kufftrycket påvisas under den initiala perioden. Jämfört med *ex-vivo* studie visade observationsstudien en betydligt större variation mellan patienter. Detta indikerar att den tryckminskning som observerades i observationsstudien inte enbart kan förklaras av luftläckage eller tekniska faktorer, utan sannolikt också påverkas av fysiologiska och kliniska faktorer under anestesi.

5.1 Resultatdiskussion

Syftet med studien var att undersöka hur ETT kufftryck förändras intraoperativt efter initial inställning med manometer samt att identifiera vilka intraoperativa komplikationer förekommer i samband med dessa förändringar. Resultaten visar att kufftrycket är en dynamisk parameter som påverkas av flera faktorer och att förändringar sker både under kontrollerade och kliniska miljöer.

Ex-vivo studien möjliggjorde observation av kufftryckets förändring under mer kontrollerade förhållanden där fysiologiska variationer eliminerades. Den successiva tryckminskningen som observerades i studien tyder därför på att själva slutna systemet och ETT egenskaper kan bidra till förändringar i kufftrycket över tid. Däremot framträdde observationsstudien ett mer varierande mönster med både ökning och minskning i kufftrycket mellan olika patienter och tidpunkter. Detta indikerar att flera samtidiga faktorer sannolikt påverkar kufftrycket under anestesi, där både patientrelaterade och anestesi-relaterade faktorer kan bidra till den observerade variationen.

Fysiologiska faktorer utgör en viktig del i tolkningen. Temperaturförändringar under anestesi kan påverka gasvolymen i kuffen vilket kan leda till förändringar i tryck, i enlighet med grundläggande gaslagar där tryck, volym och temperatur är sammankopplade (Chandan & Cascella 2023). Även variationer i luftvägstryck och vävnadens elasticitet kan ha påverkat hur kuffen ligger mot trakealväggen och på så sätt det uppmätta trycket. Vidare kan anestesi-effekter, såsom muskelrelaxation och förändrat luftvägsmotstånd, bidra till att förändra förhållandena i luftvägen och därför påverka kufftrycket (Sengupta et al. 2004; Nseir et al. 2009; Briganti et al. 2012).

En annan faktor är de tryckjusteringar som utfördes under anestesi. Dessa baserades på kliniska bedömningar, exempelvis vid misstanke om läckage av anestesi-gas eller förändringar i patientens andningsmönster. Läckage kan ha orsakats av ett för lågt kufftryck (Sengupta et al. 2004; Hung et al. 2020). Eftersom dessa beslut baserades på personalens erfarenhet, utbildning och kunskap varierade de mellan olika patienter och situationer och detta kan ha bidragit till den stora interindividuell variationen. Även spontana förändringar, såsom förändringar i patientens position eller kirurgiska ingrepp, kan ha påverkat kufftrycket och därmed också bidragit till variationen. Liknande påpekar även Briganti et al. (2012), att förändringar i kufftrycket under anestesi kan ha orsakats av faktorer som exempelvis förändringar i patientposition och manipulation av luftvägarna. Motsvarande observationer noterades även i denna studie. Hos Katt 2 observerades en spontan tryckförändring från 19 cmH₂O till 9 cmH₂O (Tabell 2) i samband med placering av svalgpack inför rinoskopi. Däremot noterades inga tydliga spontana tryckförändringar vid förflyttning av patienter från induktion till operationssal, vilket skiljde sig från de initiala förväntningarna.

Valet av initialt kufftryck utgjorde ytterligare en potentiell källa till variation. Trots användning av manometer baserades det slutliga initiala trycket på ansvarig personals kliniska bedömning. Detta betyder att utgångsläget inte var helt standardiserat även om flera studier (Aeppli et al. 2019; Hung et al. 2020; Nasrolahzadeh et al. 2023; Guan et al. 2025) menar att det finns ett rekommenderat tryckintervall (20-30 cmH₂O). Detta kan ha påverkat både den efterföljande tryckförändringen och behovet av justeringar under anestesi.

Den stora spridningen i resultaten, särskilt observationsstudien, återspeglas i den höga SD och indikerar att kufftrycket inte förändras på samma sätt mellan patienter (Figur 4). Detta kan bero på en kombination av fysiologiska skillnader, variationer i anestesisförloppet samt skillnader mellan personal. Samtidigt visar *ex-vivo* studien att tryckminskningen i sig är relativt litet vilket stärker tolkningen att de större variationerna beror på biologiska och kliniska faktorer snarare än tekniska.

Ex-vivo studien visade en statistiskt signifikant förändring i kufftrycket över tid, vilket tyder på att tryckförändringar kan uppstå även i frånvaro av fysiologiska faktorer. Detta stärker tolkningen att tekniska faktorer såsom mindre läckage eller materialegenskaper kan bidra till tryckförändringar i systemet (Aeppli et al. 2019). I observationsstudien sågs också statistiskt signifikanta förändringar i kufftrycket med betydligt större variation mellan patienter. Resultaten tyder därför på att fysiologiska och kliniska faktorer sannolikt påverkar kufftrycket under anestesi utöver de tekniska faktorer som observerades i *ex-vivo* studien. Tidigare studier har visat att faktorer såsom anestesigas, förändringar i luftvägstryck, vävnadens elasticitet och hur kuffen ligger mot trakealväggen kan påverka kufftrycket under anestesi (Briganti et al. 2012; Nasrolahzadeh et al. 2023). Även anestesis fysiologiska effekter, exempelvis förändrat luftvägsmotstånd och muskelrelaxation kan bidra till variationer i kufftrycket (Nseir et al. 2009; Nasrolahzadeh et al. 2023). Detta stärker hypotesen att tryckförändringar i kuffen delvis kan uppstå till följd av tekniska och systemrelaterade faktorer men att den större variationen i klinisk miljö sannolikt påverkas av fysiologiska och kliniska faktorer under anestesi.

Eftersom studiens hypotes var att kufftrycket skulle förändras över tid användes ett ensidigt Student's parat t-test. Nollhypotesen (H_0) formulerades som att ingen tryckförändring förelåg mellan mättillfällena. Valet av ensidigt test grundades på tidigare forskning som visade att kufftrycket i ETT tenderar att förändras över tid, ofta i form av en gradvis tryckminskning (Briganti et al. 2012; Kako et al. 2015; Shin et al. 2018; Aeppli et al. 2019). Detta låg till grund för en riktad hypotes om att kufftrycket skulle minska över tid. Det ensidiga testet möjliggjorde därmed en riktad statistisk analys av den förväntade tryckminskningen.

När det kom till studiens andra frågeställning kring intraoperativa komplikationer observerades främst respiratoriska avvikelser, såsom förändringar i andningsmönster, apné samt avvikelser i kapnogrammet. Förekomst av både hyperkapni och hypokapni tyder på variationer i ventilation och gasutbyte under anestesi. Förändringar i koldioxidnivåer som noteras genom avvikelser i kapnogrammet kan resultera i hyperkapni eller hypokapni kan samtidigt också vara orsakat av otillräckligt kufftryck (Read et al. 2013; Nseir et al. 2009). Att mer allvarliga komplikationer, såsom hypoxi, inte observerades intraoperativt kan tyda på att kufftrycket i de flesta fall låg inom ett kliniskt acceptabelt intervall. Det kan dock inte uteslutas att andra faktorer också bidrog till detta utfall. Dessutom kan förekomst av läckage av anestesigas, hosta vid kuffpåfyllnad och även mindre avvikelser i kufftrycket ha en klinisk betydelse (Sengupta et al. 2004; Nseir et al. 2009). Även om antalet inkluderade patienter var begränsat och de komplikationerna endast observerades hos ett fåtal patienter, motsvarar detta en relativt hög andel av studiepopulationen. Detta understryker vikten av noggrann övervakning av kufftrycket.

Till slut tyder resultaten på att kufftrycket påverkades av en komplex samverkan mellan tekniska, fysiologiska och kliniska faktorer. Detta innebär att kontinuerlig övervakning och individuell anpassning av kufftrycket är av betydelse för att minimera risken för intraoperativa komplikationer. För att upprätthålla adekvat ventilation och säker anestesi är kontinuerlig eller upprepad övervakning av kufftrycket avgörande för att förebygga luftvägskomplikationer och bibehålla säker anestesi (Nseir et al. 2009; Hung et al. 2020)

5.2 Metoddiskussion

Valet av studiedesign, där *ex-vivo* studien kombinerades med en klinisk observationsstudie, möjliggjorde en bred analys av kufftryckets förändring. Syftet med *ex-vivo* studien var att undersöka om kontinuerlig inkoppling av manometer på ETT kuff kunde orsaka ett mätbart tryckläckage. För att isolera tekniska komponenten i kufftrycksförändringen och i sig särskilja detta från fysiologiska faktorer som temperatur, anestesigas och trakeal compliance var studiedesignen standardiserad och reproducerbar. *Ex-vivo* studie gav möjlighet att isolera tekniska faktorer medan observationsstudien speglade den kliniska verkligheten. Samtidigt medför denna kombination metodologiska begränsningar som bör beaktas vid tolkning av resultaten.

En viktig aspekt i *ex-vivo* studien var temperaturförhållandena eftersom studien genomfördes på kadaver och därmed inte under fysiologiska förhållanden. Kadavren förvarades initialt i kylrum vilket innebär att temperaturen i trakea sannolikt var lägre än i omgivande miljö vid mätningstillfället. Eftersom gastryck påverkas av temperatur enligt gaslagarna kan detta ha påverkat de uppmätta kufftrycken (Chandan & Cascella 2023). När temperatur ökar tenderar gasvolym och tryck att öka, vilket innebär att uppvärmning av luft i kuffen från kylrumstemperatur till rumstemperatur teoretiskt skulle kunna ha bidragit till högre kufftryck under mätperioden. Eftersom temperaturen i kylrum, undersökningsrum och trakea inte mätts eller standardiserades samt att tiden mellan uttag från kylrum och mätstart inte dokumenterades utgör detta en potentiell felkälla. Samtidigt bedöms temperaturens påverkan på de uppmätta kufftrycken ha varit begränsad eftersom kuffen innehåller en liten gasvolym och någon temperaturrelaterad tryckökning inte observerades under mätperioden.

Vidare kan biologiska skillnader mellan kadaver ha påverkat resultaten. Variationer i vävnadsegenskaper, elasticitet och luftvägsstruktur samt kroppstemperatur kan ha bidragit till skillnader i hur trycket förändras över tid trots kontrollerade förhållanden. Dessa biologiska variationer innebär att fullständig standardisering av *ex-vivo* studien inte kunde uppnås.

Samtidigt kan det noteras att anestesigaser som tillförs till patienter under anestesi ofta är rumstemperatur, vilket i vis mån kan utgöra en likhet mellan *ex-vivo* studien och observationsstudien. Under anestesi sker dock ett värmeutbyte i luftvägarna, där de tillförda anestesigaserna successivt värms upp till kroppstemperatur genom kontakt med slemhinnan. Detta innebär att temperaturförhållandena i den kliniska situationen skiljer sig från *ex-vivo* studien vilket gör att denna endast delvis kan efterlikna den kliniska situationen.

Urvalet av studiepopulation i observationsstudien baserades på definierade kriterier med syfte att inkludera så friska djur som möjligt och därmed minska påverkan av underliggande sjukdomar, särskilt respiratoriska tillstånd. Detta stärker studiens interna validitet men begränsar samtidigt generaliserbarheten till en bredare patientpopulation. Antalet inkluderade patienter var relativt lågt, vilket berodde på en begränsad datainsamlingsperiod. Detta minskar studiens statistiska styrka och möjligheten att identifiera signifikanta samband.

I observationsstudien tillkommer flera kliniska och metodologiska felkällor. En viktig faktor var att kuffen fylldes med olika metoder av ansvarig personal. De tre identifierade metoderna innebär skillnader i hur luft fördelades i systemet, vilket kan ha påverkat både initialt tryck och efterföljande mätningar. I vissa fall kan luft ha fördelats i hela systemet snarare än enbart i kuffen, vilket kan ha lett till variation i uppmätta tryckvärden. Även beslut om när och varför tryckjusteringar utfördes varierade mellan patienter och baserades på subjektiv klinisk bedömning. Detta innebär att liknande situationer inte nödvändigtvis resulterade i samma åtgärd, vilket kan ha bidragit till den observerade variationen.

Variation i anestesi­längd betyder att vissa observationer pågick längre än andra. Detta medförde att vissa patienter hade fler mättillfällen, vilket potentiellt ökade sannolikheten att observera både tryckförändringar och komplikationer. Samtidigt kan det vid kortare observationer ha missats förändringar som uppstått senare under anestesi vilket påverkar jämförbarheten mellan fallen. En möjlig förbättring hade varit att inkludera endast patienter inom ett visst tidsintervall, exempelvis att bara inkludera patienter som var under anestesi mer än 15 minuter men mindre än 60 minuter, för att öka jämförbarheten. I denna studie valdes dock att inkludera samtliga patienter oavsett anestesis längd, då detta bättre speglar klinisk situation där ingrepp varierar i duration. Detta ansågs relevant för att undersöka hur kufftrycket förändras under olika realistiska förhållanden och därför exkluderades inga patienter baserat på anestesi­längd.

Observationssituationen i sig innebar ytterligare begränsningar. Datainsamlingen skedde i en klinisk miljö där patientsäkerhet prioriterades vilket kunde påverka möjligheten att genomföra kontinuerliga och exakt tidsatta mätningar. Ett exempel på detta observerades hos Hund 1 där ett högre kufftryck (38 cmH₂O) än det rekommenderade intervallet (20-30 cmH₂O) accepterades för att minska läckage av anestesisgas (Tabell 2). Detta bedöms nödvändigt då en mindre ETT storlek än optimalt användes för patienten. Liknande fynd har tidigare beskrivits av Tayari et al. (2025), där högre kufftryck (> 30 cmH₂O) behövdes vid ETT som var mindre än vad patientens trakeadiameter sannolikt krävde. Ytterligare ett exempel på detta är hund 5 där observationen avbröts på grund av patientsäkerheten. Ansvarig personal upplevde att manometern påverkade patientsäkerheten och valde att koppla ifrån manometern. Det förekom även en variation i när tidtagningen startades i förhållande till att ett stabilt initialt kufftryck uppnåddes, uppskattningsvis inom 1-3 minuter mellan olika observationer. Detta kan ha påverkat jämförbarheten mellan mätningar. En möjlig standardisering hade varit att starta tidtagningen först efter att ett stabil initial kufftryck verifierats med manometer hos samtliga patienter.

En ytterligare metodologisk utmaning var dokumentation av intraoperativa komplikationer delvis baserades på ansvarig personals bedömning. Eftersom personalen varierade mellan observationerna kan definitionen av vad som betraktades som en komplikation ha skiljt sig mellan fall. Detta innebär att vissa händelser kan ha underrapporterats eller tolkats olika vilket utgör en viss informationsbias. Dessutom kan närvaron av observatörer ha påverkat personalens beteende, exempelvis vid beslut om tryckjusteringar, vilket kan ha introducerat en viss grad av observationsbias.

Skillnader i hur kuffen fylldes utgjorde en annan viktig faktor. I *ex-vivo* studien användes en standardiserad metod medan det i observationsstudien förekom tre olika metoder. Dessa skillnader kan ha påverkat både initialt tryck och tryckförändringen över tid särskilt då luft i vissa fall kan ha distribuerats i hela systemet och inte enbart i kuffen. Variationer i metodval kan sannolikt förklaras av skillnader i personalens erfarenhet, kunskap och individuella preferenser. Eftersom studien var en observationsstudie valdes det att inte påverka det kliniska arbetssättet, vilket innebar att personalen använde sina vanliga metoder. Detta minskar jämförbarheten mellan studiens två delar men ökar samtidigt studiens kliniska relevans.

Det fanns även variation i det initiala kufftrycket i observationsstudien där trycket inte alltid justerades till det rekommenderade intervallet 20-30 cmH₂O. I *ex-vivo* studien standardiserades däremot initialtryck till 30 cmH₂O. Denna skillnad innebär att utgångsläget inte var jämförbart mellan studierna, vilket kan ha påverkat resultaten. En generell begränsning var mätosäkerhet då avläsningen av kufftrycket baserades på manometer med en uppskattad osäkerhet på ± 1 cmH₂O. Detta kan ha påverkat precisionen i de registrerade värdena och bör beaktas vid tolkning av resultaten. Samtidigt bedöms denna osäkerhet ha haft begränsad påverkan på studiens övergripande resultat eftersom de observerade tryckförändringarna i flera fall var större än den uppskattade osäkerheten.

Trots dessa skillnader fanns även flera likheter mellan studierna. Båda inkluderade djurslagen hund och katt med varierande storlek, samma typ av utrustning användes och mätningarna utfördes med liknande tidsintervall. Dessa likheter stärker möjligheten att jämföra övergripande trender mellan studierna, även om exakta värden inte är direkt jämförbara.

Sammanfattningsvis innebär de metodologiska begränsningarna att resultaten bör tolkas med viss försiktighet. Samtidigt ger kombinationen av en kontrollerad *ex-vivo* studie och en observationsstudie en bredare förståelse för hur kufftrycket påverkas både av tekniska och kliniska faktorer vilket är i linje med studiens syfte.

5.3 Klinisk betydelse

Resultaten från denna studie har flera kliniska implikationer för hantering av ETT kufftryck under anestesi hos smådjur.

Trots tidigare forskning inom området har kunskapen om hur kufftrycket förändras intraoperativt över tid inom djursjukvården varit begränsad. Detta har bidragit till kunskapsluckor inom anestesiövervakning, patientsäkerhet och hantering av perioperativa komplikationer. Resultaten från denna studie bidrar till att belysa denna problematik genom att visa att kufftrycket är en dynamisk parameter som förändras under anestesi även efter initial inställning med manometer.

En central klinisk implikation är att kufftrycket bör kontrolleras regelbundet under hela anestesiförloppet. Studien visar att förändringar sker över tid, både under kontrollerade och klinisk miljö vilket innebär att en enstaka kontroll vid intubering inte är tillräcklig för att säkerställa ett stabilt tryck.

Vidare visar *ex-vivo* studien att tryckminskning kan uppstå även utan påverkan av fysiologiska faktorer vilket tyder på att tekniska aspekter såsom mindre läckage eller systemegenskaper kan bidra till förändringar. I den kliniska situationen förstärks detta av ytterligare faktorer vilket understryker komplexiteten i kufftryckets reglering.

Förändringar i kufftrycket innebär en risk för både under- och övertryck. Lågt kufftryck kan leda till läckage av anestesigaser, otillräcklig ventilation och ökad risk för aspiration medan högt tryck kan orsaka tryckrelaterade skador på trakealslemhinnan (Shin et al. 2018). Att sådana variationer observerades i studien, tillsammans med förekomst av respiratoriska avvikelser indikerar att kufftrycket har direkt klinisk relevans.

Till slut bidrar denna studie till ökad förståelse för kufftryckets variation under anestesi och belyser behovet av strukturerad monitorering. Genom att uppmärksamma dess förändringar kan anestesipersonal arbeta mer proaktivt för att optimera patientsäkerheten, minska risken för komplikationer och förbättra den perioperativa omvårdnaden inom djursjukvården.

6. Konklusion

Denna studie visar att ETT kufftryck hos smådjur är en dynamisk parameter som förändras intraoperativt över tid även efter initial inställning med manometer. Resultaten från *ex-vivo* studien indikerar att en viss tryckminskning kan uppstå även utan fysiologisk påverkan, vilket tyder på att tekniska och materialrelaterade faktorer kan bidra till förändringar i kufftrycket. Observationsstudie visar samtidigt en betydligt större variation i klinisk miljö, vilket indikerar att fysiologiska och kliniska faktorer sannolikt påverkar kufftrycket under anestesi.

Studien visar även att variationer i kufftrycket förekommer tillsammans med intraoperativa respiratoriska avvikelser såsom förändringar i andningsmönster, avvikelser i kapnogrammet samt hyperkapni och hypokapni. *Ex-vivo* studien och observationsstudien visade båda statistiskt signifikanta förändringar i kufftrycket över tid. Observationsstudien uppvisade dessutom stor interindividuell variation, där flera patienter hade kliniskt relevanta förändringar i kufftrycket under anestesi.

Sammantaget indikerar resultaten att upprepad eller kontinuerlig övervakning av kufftryck kan vara av betydelse för att identifiera tryckförändringar och minska risken för komplikationer under anestesi hos smådjur.

För framtida studier rekommenderas större studiepopulation för både *ex-vivo* studie och observationsstudie, gärna med separat analys för hund och katt för att möjliggöra jämförelser mellan djurslag samt öka den statistiska styrkan. Vidare skulle framtida studier kunna undersöka användning av kontinuerlig digital övervakning av kufftryck med elektronisk kufftrycksmätare kopplad till pilotballongen och jämföra detta med intermittent manuell kontroll med manometer. Även standardiserade protokoll för tidpunkt för mätstart, initialt kufftryck och metod för kuffuppblåsning skulle kunna minska variationen mellan observationer, förbättra jämförbarheten mellan mätningarna och ge en mer detaljerad bild av tryckförändringarnas förlopp.

7. Referenslista

- Aeppli, N., Lindauer, B., Steurer, M.P., Weiss, M. & Dullenkopf, A. (2019). Endotracheal tube cuff pressure changes during manual cuff pressure control manoeuvres: An in-vitro assessment. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 65(1), 55-60. <https://doi.org/10.1111/aas.13249>
- Briganti, A., Portela, D.A., Barsotti, G., Romano, M. & Breggi, G. (2012). Evaluation of the endotracheal tube cuff pressure resulting from four different methods of inflation in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 39(5), 488-494. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2012.00719.x>
- Bulamba, F., Kintu, A., Ayupo, N., Kojjo, C., Ssemogerere, L., Wabule, A. & Kwizera, A. (2017). Achieving the Recommended Endotracheal Tube Cuff Pressure: A Randomized Control Study Comparing Loss of Resistance Syringe to Pilot Balloon Palpation. *Anesthesiology Research and Practice*. 2017 (1), 2032748. <https://doi.org/10.1155/2017/2032748>
- Chandan, G. & Cascella, M. (2023). Gas Laws and Clinical Application. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546592/>
- Guan, X., Tian, Y., Yang, J., Jiang, Y., Luo, X., Li, Yu. & Chen, C. (2025). The application of reinforced endotracheal tubes with pressure indicators in preventing postoperative airway-related complications in neurosurgical patients: a randomized controlled study. *BMC Anesthesiology*. 25, 90. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-02967-6>
- Hung, W.C., Ko, J.C., Weil, A.B. & Weng, H.Y. (2020). Evaluation of Endotracheal Tube Cuff Pressure and the Use of Three Cuff Inflation Syringe Devices in Dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 7, 39. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00039>
- Jaillette, E., Martin-Loeches, I., Artigas, A. & Nseir, S. (2014). Optimal care and design of the tracheal cuff in the critically ill patient. *Annals of Intensive Care*. 4, 7. <https://doi.org/10.1186/2110-5820-4-7>
- Kako, H., Goykhman, A., Ramesh, A.S., Krishna, S. & Tobias, J.D. (2015). Changes in intracuff pressure of a cuffed endotracheal tube during prolonged surgical procedures. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 79(1), 76–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.11.017>

- Laksono, B.H., Isngadi, I., Wicaksono, S.J. (2020). Passive Release Technique Produces the Most Accurate Endotracheal Tube Cuff Pressure Than Manual Palpation and Minimum Occlusive Volume Technique in the Absence of Manometer. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 49(2), 114-117. <https://doi.org/10.5152/TJAR.2020.80>.
- Mu, G., Wang, F., Li, Q., Yu, X. & Lu, B. (2024). Reevaluating 30 cmH₂O endotracheal tube cuff pressure: risks of airway mucosal damage during prolonged mechanical ventilation. *Frontiers in Veterinary Science.* 11, 1468310. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1468310>
- Nasrolahzadeh, S., Nourian, J., Khosravi, A., Ghasempour, S., Abbasi, A. & Ebrahimi, H. (2023). Comparison of the effect of pressure control and volume control ventilation on endotracheal tube cuff pressure in patients undergoing general anesthesia and mechanical ventilation: a parallel randomized clinical trial. *BMC Anesthesiology.* 23, 300. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02263-1>
- Nseir, S., Brisson, H., Marquette, C.H., Chaud, P., Di Pompeo, C., Diarra, M. & Durocher, A. (2009). Variations in endotracheal cuff pressure in intubated critically ill patients: prevalence and risk factors. *European Journal of Anaesthesiology.* 26(3), 229-234. <https://doi.org/10.1097/eja.0b013e3283222b6e>
- Read, M., Campoy, L. & Fischer, B. (red.) (2024). *Small Animal Regional Anesthesia and Analgesia.* 2. uppl. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119514183>
- Rose, L & Redl, L. (2008). Minimal occlusive volume cuff inflation: A survey of current practice. *Intensive and Critical Care Nursing.* 24(6), 359-365. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2008.05.002>
- Sengupta, P., Sessler, D.I., Maglinger, P., Wells, S., Vogt, A., Durrani, J. & Wadhwal, A. (2004). Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals, and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiology.* 4, 8. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-4-8>
- Shin, C.W., Son, W-G., Jang, M., Kim, H., Han, H., Cha, J. & Lee, I. (2018). Changes in endotracheal tube intracuff pressure and air leak pressure over time in anesthetized Beagle dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia.* 45(6), 737-744. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2018.06.005>

Tayari, H., Felisberto, R., Shortland, J., Briganti, A. & Dugdale, A. (2025). Gas leakage around cuffed endotracheal tubes and the effect of gel lubrication: *in vitro* and *ex vivo* models. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 53(1), 101164.

<https://doi.org/10.1016/j.vaa.2025.11.008>

Veen, I. & de Grauw, J. C. (2022). Methods Used for Endotracheal Tube Cuff Inflation and Pressure Verification in Veterinary Medicine: A Questionnaire on Current Practice. *Animals*. 12 (22), 3076. <https://doi.org/10.3390/ani12223076>

8. Tack

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Hafiz Bakri för det kontinuerliga stödet och engagemanget genom hela arbetets gång. Tack för att du alltid funnits tillgänglig oavsett tid på dygnet och för att du har väglett oss på ett sätt som gjort det möjligt att genomföra och färdigställa detta examensarbete med både trygghet och glädje.

Ett särskilt tack riktas även till vår ämnesexaminator Lena Olsén. Genom din värdefulla feedback och ditt engagemang har du gett oss möjlighet att utveckla och förbättra arbetet till vad det är idag. Dina kunskaper och insikter, särskilt inom statistik, har hjälpt oss att se nya perspektiv och utveckla vårt vetenskapliga tänkande.

Vi vill även tacka våra medstudenter och deras handledare som genom värdefulla kommentarer och sitt engagemang har bidragit till att utveckla vårt arbete.

Ännu ett tack riktas till personalen på operationsavdelningen vid Universitetsdjursjukhuset (UDS), som generöst lät oss följa deras arbete och som med vänlighet och entusiasm stöttade oss under datainsamlingen.

Vidare vill vi tacka våra vänner som vi har lärt känna under dessa tre år. Tillsammans har vi delat både glädje, utmaningar och hårt arbete genom utbildningen.

Vi som författare till detta arbete vill också rikta ett varmt tack till varandra för stöd, samarbete och uthållighet under hela processen genom dagar och nätter av skrivande, stress och skratt.

Slutligen vill vi tacka våra familjer för deras stöd, uppmuntran och tålamod. Erat stöd har varit avgörande för att klara utbildningen samt genomföra detta arbete.

Bilaga 1

Mätprotokoll för ex-vivo undersökningen till observationsstudien *Tryckförändring i endotrakealtubens kuff under anestesi – en observationsstudie*

Kadavrets identifieringssiffra: _____

Substorlek: _____ Tid för uppnått rek. kufftryck: _____ Tid för tömning av kuff: _____

Mättingsförsök 1:

Tidsintervall	Efter initial inställning	5 minuter	15 minuter	30 minuter	45 minuter	60 minuter
Tryckförändring i cmH ₂ O						

Tid och tryck för eventuella spontana tryckförändringar:

Tid						
Tryckförändring i cmH ₂ O						

Övrigt: _____

Mätningförsök 2:

Tidsintervall	Efter initial inställning	5 minuter	15 minuter	30 minuter	45 minuter	60 minuter
Tryckförändring i cmH ₂ O						

Tid och tryck för eventuella spontana tryckförändringar:

Tid									
Tryckförändring i cmH ₂ O									

Övrigt: _____

Bilaga 2



Bilaga 3

CHECKLISTA FÖR REGISTRERING AV PATIENTER TILL OBSERVATIONSSTUDIEN:

Tryckförändring i endotrakealtubens kuff under anestesi – en observationsstudie

Patientens journalnummer: _____

- Patienten är ej diagnosticerad sedan tidigare med några respiratoriska sjukdomar
- Patienter är ej av brakycefal ras
- Patienten bedöms vara frisk
- Det operativa ingreppet patienten genomgår innefattar ej ögonkirurgi

Patienten bedöms ha ASA-graderingen: _____

(ASA = American Society of Anesthesiologists Physical Status)

Annan viktig information om patienten:

Bilaga 4

Mätprotokoll för observationsstudien *Tryckförändring i endotrakealtubens kuff under anestesi – en observationsstudie*

Patientens journalnummer: _____

Tubstorlek: _____ Anestesi påbörjad: _____ Anestesi avslutad: _____ Patientposition: _____ () Ventilator: () Spontanandning

Tidsintervall	Efter initial inställning	5 minuter	15 minuter	30 minuter	45 minuter	60 minuter	75 minuter	90 minuter	105 minuter	120 minuter
Tryckförändring i cmH ₂ O										

Tid och tryck för eventuella spontana tryckförändringar:

Tid									
Tryckförändring i cmH ₂ O									

Eventuell tryckjustering av personal:

Tid:									
Motivering:									
Tryck i cmH ₂ O vid justering									
Tryck i cmH ₂ O efter justering									

Komplikationer:

Tid									
Komplikation									

Övrigt:

Bilaga 5



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

KV, Djurslagsövergripande Kliniska Ämnen
[Ev. kompletterande text,
t.ex. befattningshavare]

SAMTYCKE OCH INFORMATION

2026-02-11

Samtycke och information för deltagande och personuppgiftsbehandling i studentarbete vid SLU

När du samtycker till att delta i studentarbete ”*Tryckförändring i endotrakealtubens kuff under anestesi – en observationsstudie*” innebär det att Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) behandlar dina personuppgifter. Att ge SLU ditt samtycke är helt frivilligt, men om du inte samtycker till att dina personuppgifter behandlas kan du inte delta i studentarbetet. Denna blankett syftar till att ge dig all information som behövs för att du ska kunna ta ställning till om du vill ge ditt samtycke till att delta i studentarbetet och till att SLU hanterar dina personuppgifter.

Behandlingen av dina personuppgifter sker med stöd av den rättsliga grunden samtycke. Du kan när som helst återkalla ditt samtycke utan att ange orsak, vilket dock inte påverkar den behandling som skett innan återkallandet. SLU är ansvarigt för behandlingen av dina personuppgifter, och du når SLU:s dataskyddsombud på dataskydd@slu.se. Dina kontaktpersoner för detta arbete är student Lana Jozic lajc0001@stud.slu.se och student Una Kalabic unka0001@stud.slu.se. Du kan också kontakta handledaren Hafiz Bakri hafiz.bakri@slu.se.

Vi samlar in följande uppgifter om dig: observation av ditt arbetssätt vid intubering och anestesiövervakning. Detta för att kunna beskriva hur intuberingen skedde och hur det peri-operativa flödet hanterades. Journalnummer på djuret som sövs kommer också att samlas in. Ändamålet med behandlingen av djurets journalnummer är att SLU:s student ska kunna genomföra sitt studentarbete ”*Tryckförändring i endotrakealtubens kuff under anestesi – en observationsstudie*” med god vetenskaplig kvalitet. Djurets journalnummer kommer inte att överföras till andra organisationer eller företag utanför SLU.

Dina personuppgifter kommer att lagras till dess studentarbetet godkänts och betyget har registrerats i SLU:s studieregister. Uppgifterna kommer därefter att gallras. Uppgifter du lämnar kan komma att användas i vidare forskningssyfte och lagras i så fall av SLU enligt gängse forskningsmetod. Uppgifterna kommer att hanteras så att inga obehöriga kan ta del av dem.

Postadress: SLU Servicecenter Ultuna, Box 7020, 750 07
Uppsala
Besöksadress: Almas allé 8, 756 51 Uppsala
Org nr: 202100-2817
www.slu.se

Tel: 018-67 12 53
Mobilnr: 073 8429 165
Hafiz.bakri@slu.se

Om du vill läsa mer om hur SLU behandlar personuppgifter och om dina rättigheter kan du hitta den informationen på www.slu.se/personuppgifter. Du har enligt lag rätt att under vissa omständigheter få dina uppgifter raderade, rättade, begränsade och att få tillgång till de personuppgifter som behandlas, samt rätt att invända mot behandlingen.

Om du har synpunkter kan du kontakta dataskyddsombudet på dataskydd@slu.se. Du kan vända dig med klagomål till Integritetsskyddsmyndigheten, imy@imy.se. Du kan läsa mer om Integritetsskyddsmyndighetens tillsyn på <http://www.imy.se/>.

Jag samtycker till att delta i detta studentarbete och till att SLU behandlar personuppgifter om mig och/ eller mitt djur på det sätt som förklaras i denna text, inklusive känsliga uppgifter om jag lämnar sådana.

Underskrift

Datum

Namnförtydligande

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

JA, jag, Una Kalabic har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

JA, jag, Lana Jozic har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.