



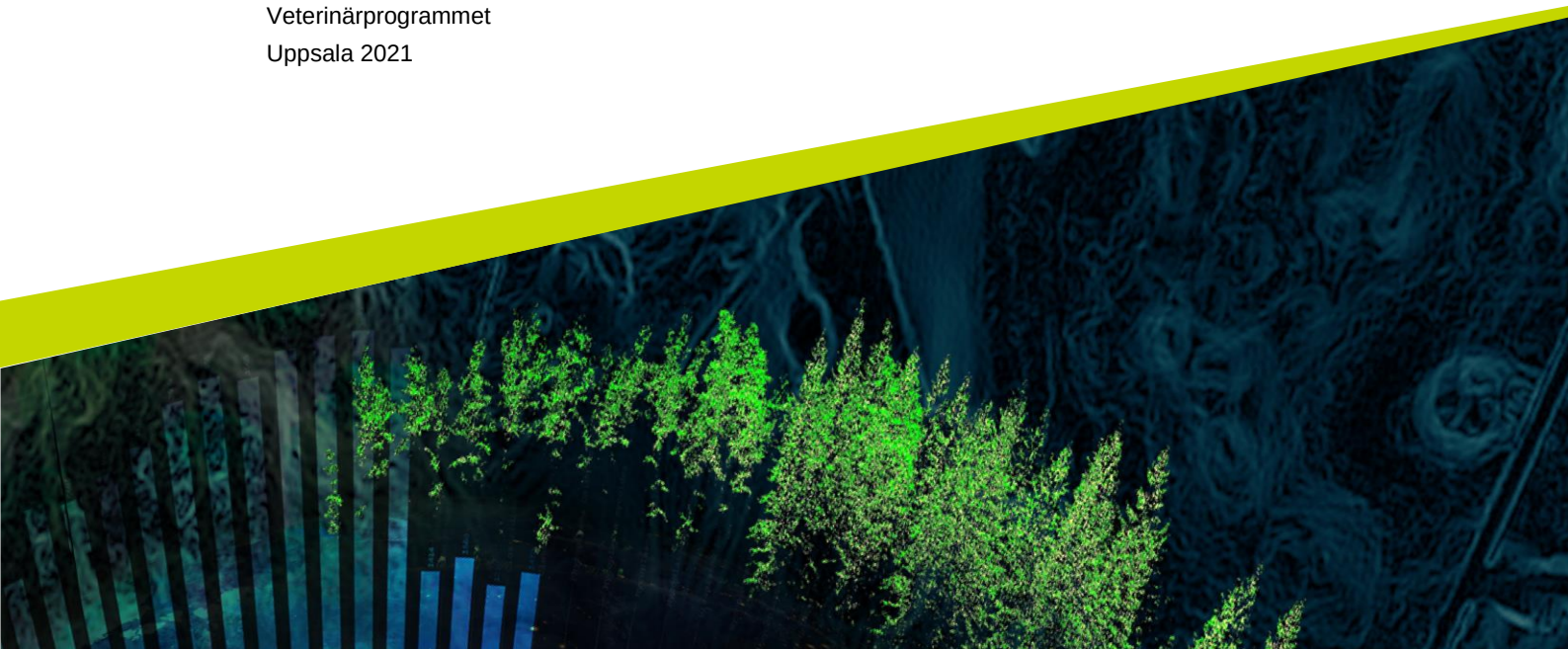
Andningsfrekvens vid vila och sömn hos unga friska hundar i hemmiljö

– en prospektiv enkätstudie

Sleeping and resting respiratory rates in young healthy dogs in their home environment – a prospective survey

Joachim Erics

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2021



Andningsfrekvens vid vila och sömn hos unga friska hundar i hemmiljö – en prospektiv enkätstudie

Sleeping and resting respiratory rates in young healthy dogs in their home environment – a prospective survey

Joachim Erics

Handledare: Jens Häggström, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

Bitr. handledare: Ingrid Ljungvall, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

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

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0869

Program/utbildning: Veterinärprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2021

Nyckelord: normal andningsfrekvens, hemmiljö, valpar, unghundar, AFS, AFV

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

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

Sammanfattning

Andningsfrekvens är en viktig vitalvariabel som rutinmässigt används i det veterinära arbetet. För att undvika påverkan på andningsfrekvensen från omgivningsfaktorer och för att potentiellt, tidigare upptäcka samt bättre monitorera sjukdom över tid, har ett flertal studier på senare tid utförts på hund rörande andningsfrekvens vid sömn (AFS) och vid vila (AFV) i hemmiljö. Tidigare utförda studier hos friska vuxna hundar, hundar med subklinisk hjärtsjukdom och hundar med kompensatorisk kongestiv hjärtsvikt har visat att andningsfrekvensen i hemmiljö sällan överstiger 30 andetag/min vid sömn och vila.

Syftet med denna studie var att undersöka AFS och AFV i hemmiljö hos friska hundar under ett års ålder samt att se huruvida resultaten överensstämmer med tidigare publicerade referensvärden hos vuxna hundar.

Djurägare rekryterades via delning av information om studien på olika kliniker i Sverige och i sociala media, mailutskick till studerande vid SLU, till av Svenska Kennelklubbens (SKK) slumpmässigt utvalda mailadresser till ägare av unga hundar och samtliga hänvisades för ytterligare information om studien till en hemsida vid SLU. Inklusionskriterierna för studien var att hundarna skulle vara mellan 7 veckor och 1 års gamla och vara kliniskt friska. Djuren behövde vara ID-märkta och enligt djurägarna vara kliniskt friska under tiden då andningsfrekvenserna noterades. Djurägare ombads att fylla i en blankett med information om hunden och räkna andningsfrekvens hos sina hundar vid 10 tillfällen under vila respektive sömn i hundens hemmiljö, för att sedan mejla in resultaten.

Totalt inkluderades 29 hundar i studien. I enlighet med tidigare studier var AFS lägre än AFV ($p < 0,001$). Hos hundar < 4 månader var andningsfrekvensen vid vila och sömn samt dess spridning högre än hos hundar ≥ 4 månader (båda $p < 0,001$). Hundarna < 4 månader hade 39 % och 46 % av mätningarna över 30 andetag/min för AFS respektive AFV. Hundar ≥ 4 månader hade 5 % och 7 % av mätningarna över 30 andetag/min för AFS respektive AFV.

Sammanfattningsvis var AFV och AFS högre och hade en större spridning hos hundar yngre än 4 månader än hos hundar äldre än 4 månader. Ett stort antal av mätningarna hos hundar < 4 månader översteg 30 andetag/min för AFS och AFV (39%, 46%). Studiens resultat indikerar att tidigare etablerade referensintervall för andningsfrekvens i hemmiljö hos friska vuxna hundar inte är helt applicerbara för unga hundar generellt. Fyndet bör dock undersökas vidare i en större population hundar.

Nyckelord: normal andningsfrekvens, hemmiljö, valpar, unghundar, AFS, AFV

Abstract

Respiratory rate is a vital variable that is commonly used by veterinarians for assessing health status in animals. Recent studies have measured respiratory rate during sleep (SRR) and at rest (RRR) in the pets' home environment in order to avoid influence on respiratory rate from environmental factors and for enabling early detection of disease and improved monitoring of disease progression. Studies including apparently healthy dogs, dogs with subclinical heart disease and dogs with compensated (by medical treatment) congestive heart failure have shown that SRR and RRR in the animals' home environment seldom exceeds 30 breaths/minute.

The aim of this study was to examine SRR and RRR for healthy dogs younger than one year old in their home environment and to investigate if the results correspond with earlier reference ranges for adult dogs.

Owners were recruited through sharing information about the study at various clinics in Sweden, social media and randomly selected e-mail addresses to dog owners obtained from The Swedish Kennelclub (SKK). Potential participants were directed to a SLU webpage for further information about the study. Included dogs had to be healthy and have an age between 7 weeks and 1 year. Furthermore, the recruited dogs had to have an identification number and have been healthy according to their owners during the measurement period. Owners were instructed to complete a form including information about their dog and to count the SRR and RRR in their home environment 10 times at rest and 10 times during sleep and then email the results.

A total of 29 dogs were included in the study. In agreement with earlier studies, dogs had a higher RRR compared to SRR ($p < 0,001$). Dogs younger than 4 months had a higher and more variable SRR and RRR compared to dogs ≥ 4 months (both $p < 0,001$). In the group of dogs < 4 months, 39% and 46% of the measurements were higher than 30 breaths/min for SRR and RRR, respectively. In the group of dogs ≥ 4 months, 5% and 7% of the measurements were higher than 30 breaths/min for SRR and RRR, respectively.

In conclusion, dogs < 4 months had higher and more variable SRR and RRR than dogs ≥ 4 months. A large number of measurements in dogs < 4 months exceeded 30 breaths/min for SRR and RRR (39%, 46%). The results from the study indicate that earlier established normal reference ranges for RRR and SRR for adult dogs in their home environment in general are not completely applicable for use in young dogs. However, this finding should be further investigated in a larger population of dogs.

Keywords: Normal respiratory rate, home environment, puppies, young dogs, SRR, RRR

Innehållsförteckning

Figurförteckning	9
Förkortningar	10
1. Inledning	11
2. Litteraturoversikt	12
2.1. Andningens fysiologi.....	12
2.2. Faktorer som påverkar andningsfrekvensen	14
2.3. Dygnsrytmens påverkan på olika kliniska variabler	14
2.4. Valpars fysiologi	15
2.5. Studier rörande andningsfrekvens hos yngre hundar (<1år)	16
2.6. Andningsfrekvens som markör för hälsa	17
2.7. Studier hos vuxna hundar.....	18
2.8. Studier hos andra djurslag.....	20
2.9. Studier hos människa	20
3. Material och metoder	22
3.1. Prov- och datainsamling	22
3.2. Provhantering och förvaring	23
3.3. Statistisk analys	23
4. Resultat.....	24
5. Diskussion.....	29
5.1. Konklusion	31
Referenser.....	32
Populärvetenskaplig sammanfattning	35
Bilaga 1.....	37

Figurförteckning

Figur 1. Förhållande mellan andningsfrekvens och ålder hos hundar vid sömn	25
Figur 2. Förhållande mellan andningsfrekvens och ålder hos hundar vid vila	26
Figur 3. Förhållande mellan ålder och medelvärde av andningsfrekvens hos hundar vid sömn	27
Figur 4. Förhållande mellan ålder och medelvärde av andningsfrekvens hos hundar vid vila	28

Förkortningar

DCM	Dilaterad kardiomyopati
MMVD	Myxomatös hjärklaffsjukdom
AFV	Andningsfrekvens vid vila

1. Inledning

Andningsfrekvens är en vitalvariabel som rutinmässigt utvärderas vid en klinisk undersökning av djur. Det finns flera olika faktorer som påverkar andningsfrekvensen, såsom värme, stress, syra/bas-balans och smärta. Det kan därför tidvis vara svårt att bedöma andningsfrekvensen hos ett djur i en stressig miljö som vid en klinik.

På senare tid har studier använt sig utav andningsfrekvens i hemmiljö för att minska risken för att omgivningsfaktorer påverkar frekvensen och för att ge djurägare ett verktyg som de kan använda sig av i hemmiljö för att monitorera det egna djuret. Djurägare har själva mätt andningsfrekvensen hos sina djur vid vila och sömn, för att sedan skicka in resultaten till sin veterinär. Andningsfrekvensen i hemmiljö har visat sig vara en viktig hälsomarkör och flera studier har visat att andningsfrekvenser uppmätta i hemmiljö hos friska hundar och katter sällan överstiger 30 andetag/min vid vila och vid sömn i hemmiljö.

Hos vuxna hundar har andningsfrekvens vid vila och vid sömn studerats både hos friska hundar, hundar med subklinisk hjärtsjukdom och hundar under behandling för kongestiv hjärtsvikt (kompenserad hjärtsvikt). Samtliga studier har visat att andningsfrekvensen sällan överstiger 30 andetag/min. I studierna har unga hundar under 6 månader exkluderats och det finns väldigt få studier där andningsfrekvens har studerats på unga hundar.

Syftet med denna studie var att undersöka AFS och AFV i hemmiljö hos friska hundar under ett års ålder samt att se huruvida resultaten överensstämmer med tidigare publicerade referensvärden hos vuxna hundar.

2. Litteraturöversikt

2.1. Andningens fysiologi

Den primära funktionen av andningsorganen är att förse djuret med syre och att eliminera koldioxid. Flera olika mekanismer och vävnader deltar vid transport och regleringen av koncentrationerna av blodgaserna. Utöver detta så deltar även andningsorganen vid metabolisering av ämnen, filtrering av oönskat material från cirkulationen och lungorna fyller även en viktig funktion som en blodreservoar (West 2012; Reece *et al.* 2015).

Andning sker oftast automatiskt och ofrivilligt även fast muskulaturen som medverkar vid andningen är viljestyrd. Genom att muskulaturen ökar volymen i thorax, leder expansionen till ett minskat tryck i alveolerna som medför att luft transporteras från omgivningen ned till alveolerna. Vid inspiration skickas aktionspotentialer från andningscentra i hjärnstammen till diafragma och, vid forcerad andning, även till interkostalmuskulaturen, vilka kontraherar och volymen i thorax expanderar. Vid expiration så relaxerar musklerna istället vilket gör att trycket i alveolerna överstiger det i omgivningen och därmed sker utandning (Sjaastad *et al.* 2010).

Reglering av andningen sker för att bibehålla en jämn koncentration av vätejoner, koldioxid och syre i blodet, även vid förändringar i omgivningen och i andra delar av kroppen. Detta sker genom justeringar av tidalvolym, andningsfrekvens eller båda två (Cunningham & Klein 2002; Reece *et al.* 2015). Tidalvolymen är den volym av luft som flödar genom luftvägarna under varje inandning eller utandning (Sjaastad *et al.* 2010).

Reglering av andning och justeringar av andningsfrekvens samt tidalvolym sker främst i andningscentra. Andningscentra är uppdelat i olika områden lokaliserat bilateralt i medulla oblongata och pons i hjärnstammen. Områdena benämns dorsala respirationsgruppen (DRG), ventrala respirationsgruppen (VRG), pneumotaktiska (PC) och apneustiska centra.

Dorsala respirationsgruppen är beroende av vagusnerven och förknippas främst med inspiration genom att generera den basala rytmen vid andning. Ventrala respirationsgruppen medverkar vid både inspiration och expiration men förknippas främst med expiration. Vid passiv expiration är inte neuronerna aktiva men vid till exempel fysisk ansträngning så blir andningen en aktiv process genom aktivering av neuronerna.

Pneumotaktiska centrumet ansvarar främst för frekvens och djup av andningen. Funktionen hos det pneumotaktiska centrumet är primärt att begränsa inspirationsfasen vilket sekundärt leder till en ökad andningsfrekvens. En stark signal i det pneumotaktiska centrumet leder till ökad andningsfrekvens medan en svag signal leder till minskad frekvens. Apneustiska centrumet är det område som är minst studerat och det råder oklarhet om dess funktion. Det har föreslagits att apneustiska centrumet medverkar vid djup inspiration (Reece *et al.* 2015; Guyton & Hall 2016).

För att kontrollera nivåerna av syre, koldioxid och vätejoner i kroppen finns kemoreceptorer både centralt i medulla oblongata och perifert i aortabågen samt karotissinus. Kemoreceptorerna i medulla oblongata är känsliga för förändringar i vätejonskoncentrationen. Vätejoner diffunderar dåligt genom blod-hjärnbarriären men koldioxid diffunderar fritt och vid reaktion med vatten bildas vätejoner som påverkar kemoreceptorerna. Effekten blir ökad tidalvolym och andningsfrekvens. Denna mekanism gör även att andningscentra svarar bättre vid respiratorisk acidosis än vid metabolisk acidosis. Kemoreceptorerna i aortabågen och karotissinus reagerar i stället på förändringar av koncentration av syre och koldioxid, därefter går signaler till andningscentra via vagusnerv och glossopharyngealnerv (Cunningham & Klein 2002; Reece *et al.* 2015). Det finns även baroreceptorer i karotissinus och aortabågen som även de reglerar blodtrycket och påverkar även andningscentra, vilket medför att när blodtrycket ökar minskar andningsfrekvensen och när blodtrycket minskar ökar andningsfrekvensen (Sjaastad *et al.* 2010; Reece *et al.* 2015)

Utöver att upprätthålla balansen av gaser och joner i kroppen så medverkar andningscentra hos hund även vid reglering av kroppstemperatur. Detta kan ske genom reglering av alveolär ventilation och reglering av så kallad dead-space ventilation. Genom hässjande ökar dead-space ventileringen vilket kyler kroppen genom avdunstning av vatten från slemhinnan (Reece *et al.* 2015). När torr luft andas in och fuktas mot nässlemhinnan, avsöndras värme genom avdunstning. Hundar kan effektivare reglera värmeöverskott genom uppvärmning av nässlemhinnan (vasodilatation) samt genom utandning med munnen (redan uppvärmd luft).

Vid ökad omgivningstemperatur och/eller fysisk aktivitet kan hundar alternera andningen mellan nos och mun. Framförallt tre olika mönster av hässjning har påvisats:

- 1) In- och utandning genom nosen
- 2) Inandning genom nos och utandning genom mun och nos
- 3) In- och utandning genom nos och mun

Ofta sker en kombination av mönster 2 och 3 vid ökad omgivningstemperatur och/eller ökad fysisk aktivitet (Goldberg *et al.* 1981). Genom denna förändring av andning genom nos och mun kan hundar modulera mängden värmeförlust utan att förändra andningsfrekvens och tidalvolym. Hade tidalvolymen förändrats vid hässjning, hade det resulterat i en respiratorisk alkalos (Reece *et al.* 2015).

2.2. Faktorer som påverkar andningsfrekvensen

Andningsfrekvens är en viktig indikator på ett djurs hälsostatus men det är viktigt att tolka resultatet rätt, eftersom många olika faktorer påverkar andningsfrekvensen. Förutom primära lungsjukdomar och andra sjukdomar som sekundärt påverkar lungorna, omfattar faktorer som påverkar andningsfrekvensen hos djur kroppsstorlek, ålder, träningsstatus, upphetsning, omgivningstemperatur, dräktighet, fyllnad i mag-tarmkanalen, syra-bas rubbningar, smärta med mera (Lesley 2004; Sigrist *et al.* 2004; Reece *et al.* 2015). Framförallt smärta har visat sig påverka andningsfrekvensen: I en studie med 63 hundar och 96 katter som uppvisade respiratoriska sjukdomstecken (förändringar i andningsfrekvens och lungauskultation) uppvisade 49 % en normal andningsfrekvens efter smärtlindring (Sigrist *et al.* 2004). Dräktighet och fyllnad i mag-tarmkanalen påverkar andningsfrekvensen genom att minimera diafragmans möjlighet till utvidgning in i abdomen vid inspiration. När lungorna inte kan expandera fullständigt kompenseras det med ökad andningsfrekvens. Eftersom andningsfrekvensen påverkas av många faktorer är det gynnsamt att försöka mäta andningsfrekvensen i vila och utan påverkan av omgivningsfaktorer (Reece *et al.* 2015).

2.3. Dygnsrytmens påverkan på olika kliniska variabler

Fysiologisk dygnsrytm är något som påverkar oss dagligen. Hos däggdjur styrs dygnsrytmen av ett område i främre hypotalamus som kallas nucleus suprachiasma-

ticus (Piccione *et al.* 2010). Faktorer som visats påverka dygnsrytmen är till exempel tillgång till föda och mängd ljus (Helfrich-Förster 2004).

Studier har visat på fysiologisk dygnsrytm hos flertalet fåglar och däggdjur. I en studie av Piccione *et al.* (2005) studerades 10 stycken 1-åriga beaglehannar med avseende på dygnsvariationer i blodtryck, hjärtfrekvens och kroppstemperatur. Hundarna delades in i två grupper där hälften var fastande och andra hälften fick foder. Mätningar skedde var tredje timme under 48 h. Resultatet blev att samtliga tre variabler förändrades över dygnet. Den enda variabeln som påverkades av föda var kroppstemperaturen, men ingen signifikant skillnad förelåg för hjärtfrekvens och blodtryck. Författarna kom till slutsatsen att det går att se en fysiologisk dygnsrytm hos hund och att förklaringen till att äldre studier har misslyckats med att visa detta är troligtvis en följd av bristande studiedesign där omgivningsfaktorer påverkade resultatet (Piccione *et al.* 2005).

Samma författare har även utfört en studie där valpar undersöktes från födseln till två månaders ålder med frågeställningen vid vilken ålder den fysiologiska dygnsrytmen startar och huruvida olika variabler startar samtidigt och synkront med varandra. I studien ingick 3 kullar av olika raser. Kroppstemperatur, hjärtfrekvens och andningsfrekvens mättes var tredje timme. Resultatet av studien blev att endast fysiologisk dygnsrytm av kroppstemperatur kunde påvisas. Författarna diskuterade att anledningen att dygnsrytm av hjärtfrekvens och andningsfrekvens inte sågs hos valpar kunde bero på att amplituden av förändringarna över dygnet var så små att de inte kunde uppmätas (Piccione *et al.* 2010).

2.4. Valpars fysiologi

Det finns många skillnader i fysiologi mellan vuxna hundar och valpar. Den största skillnaden föreligger från födseln och under de första fyra veckorna (Grundy 2006). Det finns flera publicerade studier som avhandlar fysiologiska skillnader mellan vuxna hundar och hundar under dom första veckorna efter födseln, men däremot saknas studier om förändringarna som sker efter de första veckorna och fram tills att hunden är 1 år.

Det kardiovaskulära systemet genomgår stora förändringar under de första veckorna hos valpen. I en studie där hjärtfrekvens och systoliskt blodtryck uppmättes hos 7 beagle valpar från 1 veckas ålder till 6 månaders ålder, fanns att hjärtfrekvensen minskade och blodtrycket ökade med stigande ålder. Den största förändringen skedde mellan 1 vecka och 8 veckor. Efter 8 veckor skedde endast små förändringar i blodtrycket. Det fanns även korrelation mellan kroppsstorlek

och förändringar i blodtryck och hjärtfrekvens (Adelman & Wright 1985). För att kompensera detta måste valpen bibehålla en högre cardiac output, plasmavolym och venöst tryck (Grundy 2006).

Även andningssystemet genomgår förändringar under de första levnadsveckorna. En del av mekanismerna som kontrollerar respirationen utvecklas innan födsel, men vissa delar fortsätter att utvecklas under de första veckorna. Att mekanismerna som kontrollerar respirationen inte är färdigutvecklade hos valpen medför en sämre förmåga att hantera hypoxi jämfört med vuxna hundar. Framförallt om det samtidigt föreligger något hos valpen som påverkar metabolismen, vilket gör att valpen inte kan kompensera hypoxin genom att sänka metabolismen (Haddad *et al.* 1982; Haddad & Mellins 1984). Enligt Moon *et al.* (2001) är andningsfrekvensen högre hos valpar medan tidalvolymen är lägre. Andningsfrekvensen är hos valpar från 4 veckor på 20–36 andetag/min för att sedan förändras till 20–24 andetag/min hos den vuxna hunden. Dock framgår det ej i artikeln vilken ålder författarna anser att en hund är vuxen eller hur intervallet har beräknats mer än att det är ett medelvärde av andningsfrekvensen (Moon *et al.* 2001). I studier där tillväxten har studerats hos raser av olika storlekar, fanns att små raser klassificerades som vuxna vid cirka 9 månaders ålder medan de största raserna var färdigvuxna runt 15 månaders ålder (Hawthorne *et al.* 2004).

2.5. Studier rörande andningsfrekvens hos yngre hundar (<1år)

Flertalet studier har gjorts om andningsfrekvens hos vuxna hundar, både i klinisk miljö men på senare år även i hemmiljö. I senare studier gjorda i hemmiljö har hundar under 6 månader exkluderats. Detta medför att väldigt få studier finns att tillgå om andningsfrekvens hos yngre hundar, och inga alls om andningsfrekvens vid sömn (AFS) eller vid vila (AFV).

I en studie av Piccione *et al.* (2010) har andningsfrekvens studerats på valpar. I studien ingick tre kullar (rottweiler, cocker spaniel och mops). Andningsfrekvens, kroppstemperatur och hjärtfrekvens mättes hos valparna under två månader från födsel. Andningsfrekvensen och hjärtfrekvensen mättes med elektroder var tredje timme i 48 timmar med 7 dagars intervall. Resultaten blev att hjärtfrekvensen sjönk från cirka 200 slag/minut till cirka 110 slag/min från vecka 1 till vecka 9. Andningsfrekvensen sjönk från cirka 33-35 andetag/min till cirka 18 andetag/min från vecka 1 till 9 (Piccione *et al.* 2010). Detta resultat skulle innebära att andningsfrekvensen vid vecka 9 ungefär är densamma som hos den vuxna hunden.

2.6. Andningsfrekvens som markör för hälsa

Utöver att andningsfrekvensen kan öka vid primära respiratoriska sjukdomar, smärta, feber och rubbningar i syra-bas balansen har andningsfrekvens undersökts som diagnostiskt verktyg vid kongestiv hjärtsvikt. En studie har genomförts där 63 hundar med dilaterad kardiomyopati (DCM) och myxomatös hjärtklaffssjukdom (MMVD) genomgick klinisk undersökning, icke-invasivt systolisk blodtrycksmätning, thoraxröntgen, blodprover och ekokardiografi (Schober *et al.* 2010). Det viktigaste resultatet i denna studie var att andningsfrekvensen identifierades som det enstaka test som hade högst sensitivitet och specificitet för att detektera kongestiv hjärtsvikt. Andningsfrekvensen mättes i klinikmiljö. Med ett diagnostiskt cut-off värde på 41 och 34 andetag/min för hundar med MMVD respektive DCM, erhöles sensitivitet och specificitet mellan 92 och 100 % för att påvisa hjärtsvikt. Studien begränsas dock i att ett av kriterierna för kongestiv hjärtsvikt var tecken på ökad andningsfrekvens, det vill säga att andningsfrekvens tillsammans med dyspné och thoraxröntgen användes för att påvisa hjärtsvikt. Författarna menar ändå att andningsfrekvensen visats vara ett så pass känsligt mått för hjärtsvikt, att djurägarna i framtiden själva skulle kunna mäta andningsfrekvens som ett redskap för att upptäcka hjärtsjukdom eller justera behandlingar vid tidigare hjärtsvikt (Schober *et al.* 2010).

I en studie av Boswood *et al.* (2020) har olika vitalvariabler studerats över tid tills kongestiv hjärtsvikt inträtt hos hundar med hjärtförstoring orsakat av MMVD och fynden hos dessa hundar jämfördes med de MMVD hundar som inte utvecklade kongestiv hjärtsvikt. Förändringar i vikt, rektaltemperatur, hjärtfrekvens, andningsfrekvens på klinik, AFV i hemmiljö och hjärtstorlek på röntgen studerades innan kongestiv hjärtsvikt inträdde. För inkludering i studien skulle hundarna vara 6 år eller äldre och genomgått ekokardiografi som visat förändringar tydande på MMVD och på vänstersidig hjärtförstoring. Totalt 135 hundar utvecklade kongestiv hjärtsvikt under studieperioden och 73 hundar uppvisade inga tecken på hjärtsvikt under studien. Hundarna undersöktes var 4:e månad och djurägarna beräknade AFV inom en vecka innan undersökningarna. Medianstudietiden för hundarna som utvecklade kongestiv hjärtsvikt var 414 dagar och för de som inte utvecklade hjärtsvikt var medianstudietiden 1055 dagar. Andningsfrekvensen på klinik ökade i genomsnitt från 31 andetag per minut till i genomsnitt 43 andetag per minut för gruppen av hundar som utvecklade kongestiv hjärtsvikt. AFV ökade från cirka 20 andetag/min till cirka 40 andetag/min under de 4 sista månaderna innan kongestiv hjärtsvikt utvecklades. Motsvarande förändringar kunde i ses hos de hundar som

inte utvecklade kongestiv hjärtsvikt. Författarna menar att det mest slående resultatet av studien var just att andningsfrekvensen både på klinik och vid vila i hemmiljö förändrades så pass mycket och att förändringarna inträffade inom 4 månader innan kongestiv hjärtsvikt (Boswood *et al.* 2020).

2.7. Studier hos vuxna hundar

Flertalet studier om andningsfrekvens har utförts på vuxna hundar. I en studie av Rishniw *et al.* (2012) räknade djurägare andningsfrekvensen hos 114 hundar vid vila (AFV) och sömn (AFS) i hemmiljö. Inkluderade hundar var friska och hade inte någon historia av hjärtsjukdom eller annan allvarlig systemisk sjukdom. Medverkande hundar fick inte heller vara under 6 månaders ålder. Djurägarna räknade andningsfrekvensen och skickade in resultat med hjälp av ett formulär. Djurägarna fick inte mäta andningsfrekvens mer än två gånger per dag. Hundarna hade AFS medelvärde 14 andetag/min med standardavvikelse 3 andetag/min och ingen hund hade ett medelvärde över 23 andetag/min. Resultat för både AFS och AFV fanns hos 14 hundar, hundarna hade lägre AFS än AFV och endast 1 av 14 hundar hade ett AFV medelvärde över 30 andetag/min. Studien konkluderade att vuxna friska hundar har ett AFS medelvärde som inte överstiger 25 andetag/min och i de flesta fall en betydligt lägre andningsfrekvens. (Rishniw *et al.* 2012).

I en annan studie av Ohad *et al.* (2013) räknades andningsfrekvensen vid vila och sömn i hemmiljö hos 190 vuxna hundar med subklinisk vänstersidig hjärtsjukdom. Djurägarna rekryterades vid centra i Nordamerika, Europa och Asien. Även i denna studie fick inte hundarna vara yngre än 6 månader och djurägarna fick mäta andningsfrekvensen vid maximalt två tillfällen per dag. Hundar som hade historia av vänstersidig hjärtsvikt, allvarlig systemisk sjukdom eller som behandlades med diuretika exkluderades från studien. Resultatet var att för gruppen hundar med subklinisk hjärtsjukdom var AFS medianen på 16 andetag/min, sju hundar hade AFS medelvärde på över 25 andetag/min och en av dessa hundar hade ett medelvärde över 30 andetag/min. Resultat rörande AFV hos 174 hundar visade på en median av 21 andetag/min, 33 hundar hade medelvärde på AFV över 25 andetag/min och 12 av dessa hundar hade ett medelvärde över 30 andetag/min. Även i denna studie var AFV högre än AFS. Slutsatsen av studien blev att AFS hos hundar med subklinisk hjärtsjukdom sällan överstiger 30 andetag/min i hemmamiljö (Ohad *et al.* 2013).

I en studie av Porciello *et al.* (2016) användes en liknande metod som ovanstående studier för mätning av andningsfrekvens i hemmamiljö hos hundar med tidigare diagnosticerad kongestiv hjärtsvikt som behandlades för detta medicinskt. Inklusionskriterier för studien var att diagnosen av hjärtsvikt hade fastställts minst sex

veckor tidigare, ingen ökning av medicineringen hade skett inom de senaste 4 veckorna, och att djurägaren och behandlande veterinär ansåg att djurets status inte föranledde en förändring av medicineringen. Hundarna fick minst en behandling med 3 mg/kg/dag furosemid för att kompensera hjärtsvikten. Alla hundar som inkluderades i studien hade uppvisat ett lungmönster vid röntgenundersökning som samstämde med kongestiv hjärtsvikt och/eller hade svarat positivt på diuretika-behandling (återfick normal andningsfrekvens). 51 hundar rekryterades till studien. Resultatet rörande AFS från 50 hundar blev ett medianvärde på mindre än 20 andetag/min. Det var 8 hundar som hade AFS på i genomsnitt över 25 andetag/min och en av dessa hundar hade ett genomsnitt på över 30 andetag/min. Resultat rörande AFV från 45 hundar visade ett medianvärde på 24 andetag/min, 17 hundar hade medelvärde på över 25 andetag/min, 7 av dessa hundar med medelvärde på över 30 andetag/min och två av dessa hade medelvärde över 40 andetag/min. Även i denna studie var AFV högre än AFS. Författarna konkluderade att SRR hos hundar med tidigare kongestiv hjärtsvikt som behandlades med diuretika hade liknande AFS värden som friska och subkliniskt sjuka hundar. Likt ovanstående studier så översteg sällan AFS 30 andetag/min (Porciello *et al.* 2016).

Andningsfrekvens vid sömn har även analyserats i en studie som har försökt finna prognostiska riskfaktorer hos hundar med MMVD. I studien ingick 893 hundar med sannolik MMVD. Det fanns inget krav på att hundarna skulle ha genomgått hjärtultraljundsundersökning för att en diagnos av MMVD skulle ha fastställts, utan endast misstanke om MMVD krävdes för att en hund kunde rekryteras till studien. AFS mättes i hemmiljö för 100 hundar och andningsfrekvens mättes på klinik 226 gånger. Resultatet blev att för varje ökat andetag per minut i AFS så ökade risken för död/avlivning med 1,06 gånger. Författarna kom till slutsatsen att andningsfrekvens är en lovande prognostisk markör och att SRR i hemmiljö var en känsligare markör än andningsfrekvens som uppmättes på klinik (Mattin *et al.* 2019).

I en studie av Chenuel *et al.* (2006) studerades hur ökat blodtryck i lungorna påverkade andningen hos hundar i sömn. Fem hundar studerades varav en av hundarna användes som kontroll. Ökat blodtryck i lungorna erhöles genom att införa en ballongkateter i vänster förmak och därmed blockera en del av blodflödet. Sömnstadie bestämdes med hjälp av elektroencefalografi (EEG). Resultatet blev att andningsfrekvensen ökade både i vaket tillstånd, under REM- (rapid eye movement) och icke REM-sömn. Författarna framförde att denna laboratoriska situation kan efterlikna vad som händer vid kongestiv hjärtsvikt då blodtrycket stiger i lungorna men att metoden i studien inducerar en akut förändring och resultaten kan skilja när det istället förekommer en långsam förändring av blodtrycket. Detta då det finns flera mekanismer som reglerar andningen och anpassning kan ske vid förändringar över lång tid (Chenuel *et al.* 2006).

2.8. Studier hos andra djurslag

Liknande studier på andningsfrekvens har även gjorts på andra djurslag än hund. I en studie av Ljungvall *et al.* (2014) mättes AFS och AFV hos katter i hemmiljö uppdelade i tre grupper. Grupperna var friska katter, katter utan anmärkning på hjärtultraljud och katter med subklinisk hjärtsjukdom. Studiens upplägg var liknande tidigare nämnda studier utförda på hund med 10–12 mätningar vid vila och sömn i hemmiljö. Katter med systemiska sjukdomar, yngre än 6 månader eller som behandlades med diuretika exkluderades från studien. Huvudresultatet var att katter i alla tre grupper hade en AFS i hemmiljö under 30 andetag/min och att AFV var något högre än AFS i hemmiljö (Ljungvall *et al.* 2014).

En annan studie av Dijkstra *et al.* (2018) har jämfört andningsfrekvens hos friska katter i hemmiljö och i en klinisk miljö. Studien omfattade 131 katter, varav 106 var över ett år och 25 var yngre än ett år. Katterna bedömdes friska baserat på fynd vid en klinisk undersökning samt tidigare sjukdomshistorik. Dessvärre inkluderades endast vuxna katter över 1 år vid mätningarna i hemmiljö. En anledning till detta kan vara att studien fokuserade på att jämföra andningsfrekvensen hos friska katter i klinikmiljö och hemmiljö. Medianvärdena för AFV var 27 andetag/min och för AFS 20 andetag/min. Andningsfrekvensen i en klinisk miljö blev medianvärde av 64 andetag/min med en spridning mellan 32–176 andetag/min. Författarna konkluderade att referensvärden rörande andningsfrekvens i textböcker inte går att applicera i en klinikmiljö och att det skulle underlätta bedömningen av patienter om veterinärer fick tillgång till andningsfrekvensen i hemmiljön (Dijkstra *et al.* 2018).

2.9. Studier hos människa

Flera studier på andningsfrekvens har genomförts hos människor. Tidiga studier har undersökt hur andningsfrekvensen påverkas under sömn. I en studie från 1982 studerades 19 friska vuxna människor under sömn. Huvudresultatet var att under samtliga stadier under sömn blev tidalvolymen lägre och andningsfrekvensen ökade (Douglas *et al.* 1982). I en betydligt nyare studie av Gutierrez *et al.* från 2016 analyserades journaler från patienter med avseende på förändringar i andningsfrekvensen under olika sömnstadier. Andningsfrekvensen uppmättes genom att analysera luftflödet hos patienterna under sömn. I studien ingick 42 patienter och huvudresultatet var att, tillskillnad från tidigare studie gjord av Douglas *et al.* (1982), minskade andningsfrekvensen under alla stadier av sömn jämfört med vaket tillstånd. Det förekom ingen skillnad av andningsfrekvens mellan de olika stadierna av sömn. Författarna diskuterar att skillnaden i resultat från Douglas *et al.* (1982) var att mätningarna utförts vid en höjdskillnad på 1600 meter, vilket kan ha påverkat testresultaten (Gutierrez *et al.* 2016).

I en reviewartikel baserad på 69 observationsstudier har förändringar i hjärtfrekvens och andningsfrekvens studerats hos friska barn från födsel upp till 18 år. Artikeln visade en minskning av andningsfrekvensen från födsel upp till 18 år, med den största minskningen under de första 2 åren. Från födseln till 2 år minskade medianvärdet av andningsfrekvensen med 40 %, (från 44 andetag per minut till 26 andetag per minut). Författarna konkluderade att befintliga internationella riktlinjer rörande andningsfrekvens och hjärtfrekvens hos barn i olika åldrar bör uppdateras eftersom det förelåg stora skillnader jämfört mot studiernas resultat (Fleming *et al.* 2011). Denna slutsats stöds även av Wallis *et al.* (2005), som med liknande metod kommit fram till att internationella riktlinjer bör ta hänsyn till den minskning som sker av andningsfrekvens och hjärtfrekvens under första åren i livet (Wallis *et al.* 2005).

Flera studier har även studerat andningsfrekvens hos barn som diagnostiskt och prognostiskt redskap. I en studie av Morley *et al.* (1990) studerades 1007 barn under ett år. Barnen var under 6 månader och 709 av barnen studerades vid sjukhus medan 298 studerades i hemmet. Hur allvarligt sjuka barnen var graderades genom sammanställning av undersökarens intryck, vilken diagnos som ställdes, resultat från kliniska undersökningar och analys av journaler. Andningsfrekvensen uppmättes med stetoskop eller manuellt med hand på bröstet. Mätningar skedde hos barnen vid sömn, gråtandes och när de var vakna. Resultaten var att variationen hos normala barn var så omfattande att andningsfrekvens inte var associerad med hur allvarlig sjukdom barnen hade eller om de hade respiratoriska infektioner. Dock hade barn med respiratoriska infektioner ett högre medelvärde av andningsfrekvensen än barn med andra sjukdomar men som fortfarande överlappade med den normala variationen. Författarna menar att resultaten tyder på att andningsfrekvens inte som ensamt redskap kan användas för att identifiera respiratoriska infektioner (Morley *et al.* 1990).

I en annan studie jämfördes hjärtfrekvens, andningsfrekvens och blodtryck som prognostiskt verktyg hos barn innan klinisk försämring. Inklusionskriterierna var att barnen skulle vara mellan 0–16 år och varit inlagda på sjukhus under minst 48 timmar, oavsett bakomliggande orsak. Variablerna erhöles från patienternas journaler innan en klinisk försämring skedde. I studien ingick 40 patienter och huvudresultatet var att andningsfrekvensen var den variabel som bäst förutsåg huruvida en patient skulle bli klinisk sämre eller inte. Andningsfrekvensen hade både högre specificitet och sensitivitet som prognos för klinisk försämring. Andningsfrekvensen ökade innan en klinisk försämring inträdde, oavsett vilken bakomliggande klinisk diagnos som förelåg (inte bara vid respiratoriska sjukdomar). Ökningen skedde mer än 24 timmar innan barnen flyttades till en intensivvårdsavdelning och författarna konkluderade att andningsfrekvensen är ett viktigt kliniskt verktyg för att kunna påbörja adekvat behandling i tid (Daw *et al.* 2020).

3. Material och metoder

3.1. Prov- och datainsamling

Insamling av data skedde genom rekrytering av djurägare som själva mätte andningsfrekvensen hos sina hundar i hemmiljö mellan juli 2020 och december 2020. Rekryteringen skedde genom mailkontakt till kliniker, delning i sociala media, mailutskick till årskullar av studerande vid SLU, till av Svenska Kennelklubben (SKK) slumpmässigt utvalda mailadresser till ägare av unga hundar och samtliga hänvisades till en hemsida för studien vid SLU. Inget etiskt tillstånd krävdes, eftersom studien var en observationsstudie, deltagande skedde frivilligt och den var icke-invasiv för medverkande hundar.

Studien var en prospektiv enkätstudie där djurägarna i Sverige själva uppmätte andningsfrekvensen på den egna hunden i djurets hemmiljö vid ett antal tillfällen och sedan mejlade resultaten till författaren.

Inklusionskriterierna omfattade att hundarna behövde vara mellan 7 veckor till 1 års ålder och vara kliniskt friska. En veterinär skulle någon gång ha lyssnat på hundarnas hjärta och hundarna skulle inte haft några anmärkningar på avvikelser på hjärta och luftvägar från veterinär. Djuren behövde vara ID-märkt och enligt djurägarna varit kliniskt friska under studiens gång. Resultaten insamlades med hjälp av ett formulär (bilaga 1), vilket distribuerades ut till djurägare via en hemsida, e-post och via kliniker. I formuläret fick djurägarna ange information om hundras, ålder, vikt, hullstatus (tunn, normal eller överviktig), ID-nummer och hur lätt de tyckte det var att genomföra mätningarna (lätt, medelsvårt, svårt eller nästan omöjligt). För att inkluderas i studien skulle minst 5 mätvärden vara utförda för AFV eller AFS. Ingen klinisk veterinärundersökning utfördes för att säkerställa att hundarna var friska. Hälsostatus fastställdes istället genom att djurägaren intygade i skrift att djuret var kliniskt frisk under studiens gång samt att djuret hade genomgått hjärtauskultation av veterinär någon gång innan inklusion. Inga begränsningar förelåg rörande ras eller kön av hundarna.

Med hjälp av formulär uppmätte djurägarna andningsfrekvens på sina hundar 10 gånger under vila och 10 gånger under sömn. Maximalt fick andningsfrekvensen mätas två gånger per dag. Djurägarna fick instruktioner att undvika att mäta andningsfrekvens när djuret verkade drömma, de närmaste dagarna efter att hundvalpen hade blivit levererad, under de närmaste dagarna efter vaccinering eller efter att djuret nyligen varit aktivt. Djuret skulle helst vara i neutral omgivningstemperatur vid mätning.

Formulären var utformade i syfte att jämföra resultaten med tidigare gjorda studier hos friska vuxna hundar och katter. Därför hade denna studie liknande studiedesign (med undantag för ålder): 10 mätningar i hemmiljö och liknande information till medverkande djurägare.

Tydliga djurägarinstruktioner fanns med på formuläret och vid eventuella frågor fanns möjlighet till kontakt via e-post. Efter genomförande av mätningarna skickades resultaten in till en av två möjliga e-poster. Anledningen till att två e-poster används, är att samarbete skett med en annan examenarbetsstudent som under samma tidsperiod studerat andningsfrekvens i hemmiljö hos unga katter. Övrig information som ägaren delgav omfattade ålder, kön, vikt och ras på hunden.

3.2. Provhantering och förvaring

Samtliga resultat som infördes behandlades anonymt i ett Exceldokument där endast djurets ålder, kön, vikt, ras och andningsfrekvens var noterat. Originaldokumenten sparades för eventuell möjlighet till återkoppling eller ytterligare frågor.

3.3. Statistisk analys

Resultat sammanställdes i Excel Microsoft 365 och för statistiska analyser och grafer har JMP®Pro 14.0.0 (SAS Inc. Cary, NC) använts. Statistisk signifikans sattes vid $p < 0,05$. För varje individ beräknades ett medelvärde för andningsfrekvensen i vila (AFV) respektive sömn (AFS) med tillhörande standardavvikelse. Dessa medelvärden användes för vidare beräkningar. Gruppvisa värden rapporteras som medianer, interkvartiler och max/min värden. Jämförelsen mellan hundar ≥ 4 månader samt de < 4 månaders ålder genomfördes genom att använda varje hunds medelvärde för AFS respektive AFV i en Wilcoxon rank-sum test. Vidare jämfördes varje hunds medianvärde avseende AFS och AFV med en Wilcoxon sign-rank test.

4. Resultat

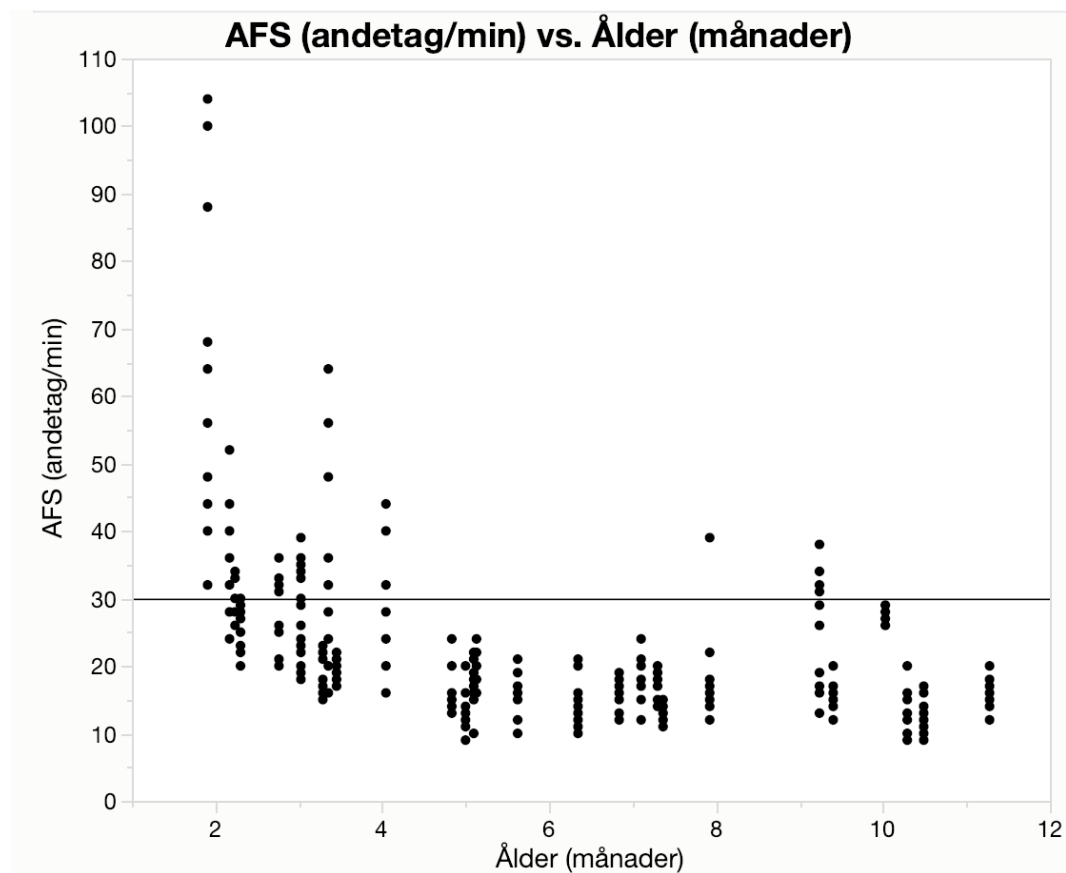
Under insamlingsperioden mottogs resultat från 29 hundar i en ålder mellan 2 månader och 11 månader. Av dessa 29 hundar var 13 tikar och 16 hanhundar, och kroppsvikten varierade mellan 2,3 kg och 40 kg. Inkluderade raser var 9 labrador retrievers, 2 borderterriers, 2 golden retrievers, 2 rhodesian ridgebacks, 2 engelska cocker spaniels, 2 blandrashundar samt 1 av följande raser: berner sennen, finsk lapphund, miniature american shepard, mellanpudel, irländsk röd setter, schapendoes, nova scotia duck tolling retriever, norsk lundehund, bedlingtonterrier och engelsk springerspaniel.

Av totalt 29 inkluderade hundar, uppgav 27 djurägare (93 %) att de ansåg att deras djur var i normalt hull, medan 2 djurägare (7 %) ansåg att djuret var av underhull. Ingen av djurägarna ansåg att deras djur var överviktigt. Vidare uppgav 17/29 djurägare (59 %) att mätning av andningsfrekvensen var ”lätt” att utföra, 6/29 (21 %) ansåg att det var ”mellansvårt”, och 4/29 (14 %) ansåg det var ”svårt”. Ingen av djurägarna hade fyllt i ”nästan omöjligt”. En av djurägarna hade svarat att det var både ”lätt” och ”medelsvårt”. En av djurägarna hade svarat att det var både ”medelsvårt” och ”svårt”.

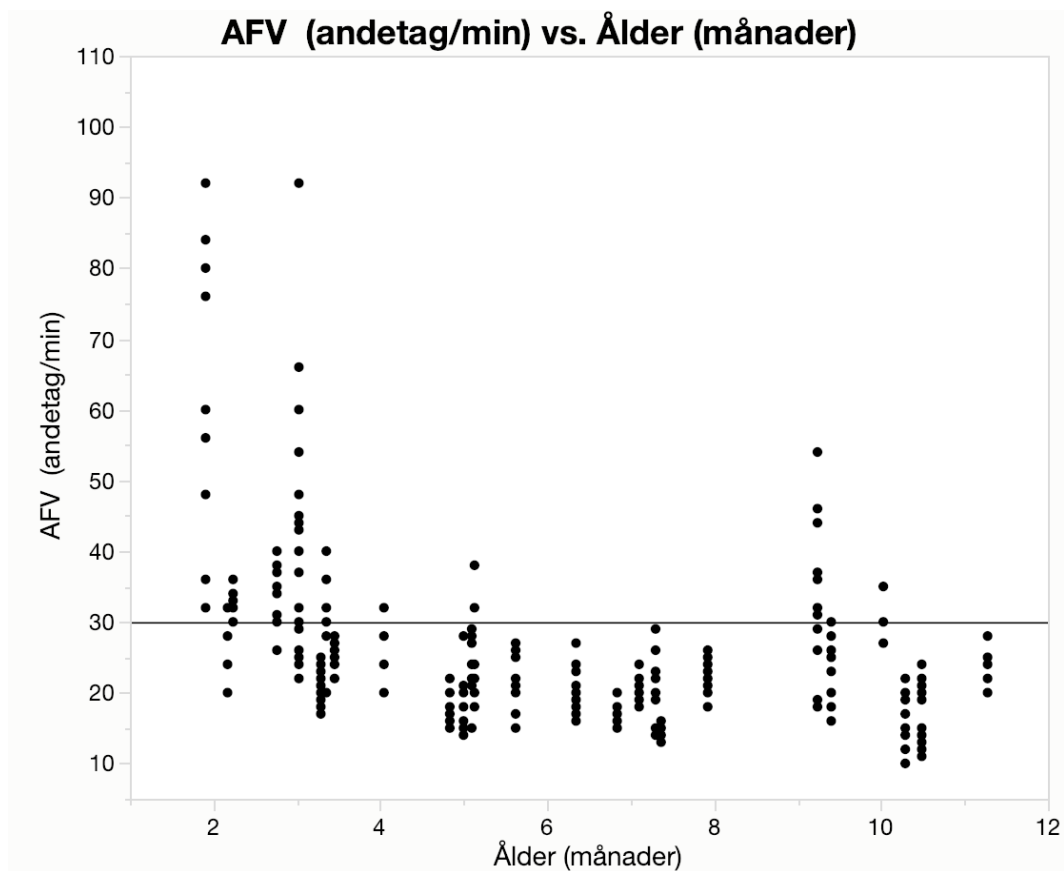
Av deltagarna hade 25 djurägare minst 10 mätvärden på AFS respektive AFV. En av djurägarna hade endast fyllt i 3 AFS mätningar, en djurägare hade endast fyllt i 4 AFS mätningar, en djurägare hade endast värden på AFS och en djurägare hade 9 resultat på AFS och AFV. I fallet med endast resultat rörande AFS hade djurägaren kommenterat att det var svårt att få en andningsfrekvens vid vila då hunden alltid sov när den inte var aktiv. Samtliga deltagare hade minst 5 värden på antingen AFS eller AFV, och inkluderades därför. Mediantiden för insamlingsperioden var 16 dagar (kvartilavstånd (IQR) 9–29 dagar).

Medianen av medelvärde av AFV för samtliga hundar var 23 andetag/min (IQR 20–29) och medianen för medelvärde av AFS var 18 andetag/min (IQR 15–27). Medianen av hundarnas högsta uppmätta AFS (AFS_{max}) var 24 andetag/min (IQR 20–37) och medianen för det lägsta värdet (AFS_{min}) var 13 andetag/min (IQR 11–19). Medianen för hundarnas högsta uppmätta AFV (AFV_{max}) var 29 andetag/min (IQR 24–36) och medianen för det lägsta värdet (AFV_{min}) var 18 andetag/min (IQR 15–22). Det största individuella spannet rörande AFS var 72 andetag/min (Δ AFS) och för AFV 63 andetag/min (Δ AFV). Medianvärdet för AFV var 9 andetag/min (IQR 6–13) högre än medianvärdet för AFS med en statistisk signifikant skillnad mellan grupperna ($p < 0,0001$).

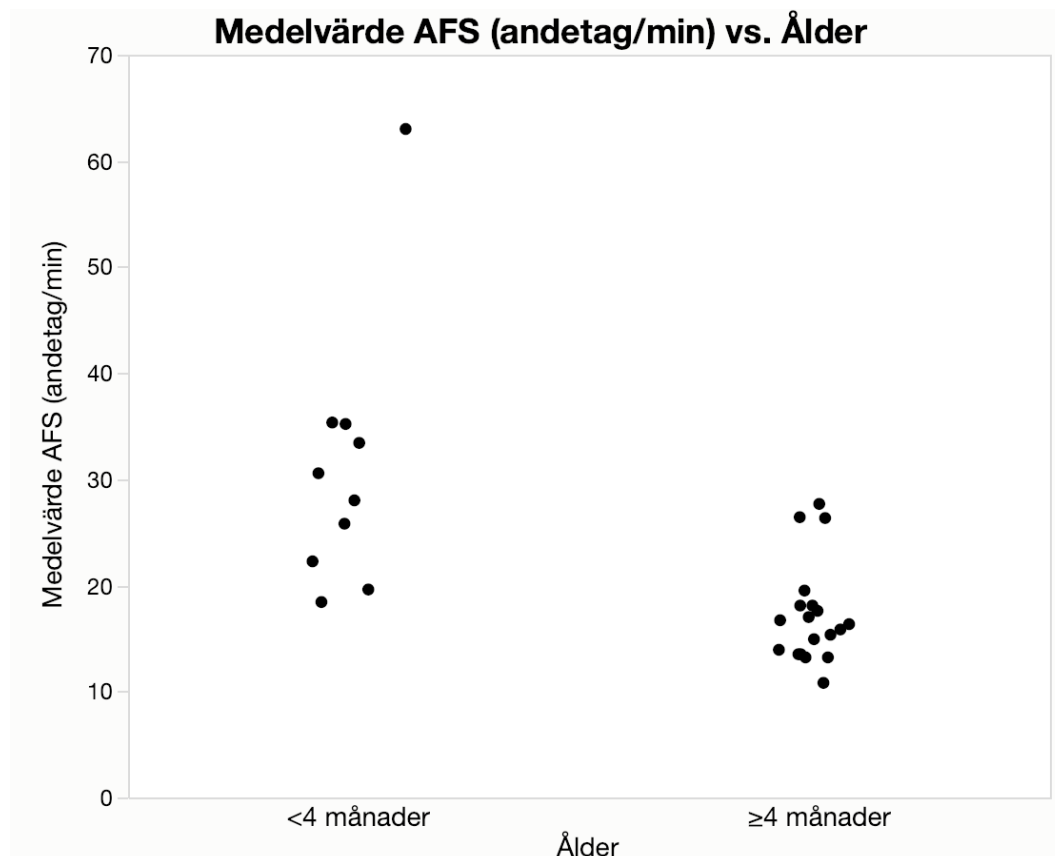
Hos hundar yngre än 4 månader var medianen av medelvärdena 29 andetag/min (IQR 22–35) för AFS och 30 andetag/min (IQR 24–42) för AFV. Hos hundar vid 4 månaders ålder eller äldre var medianen av medelvärdena 16 andetag/min (IQR 14–18) för AFS och 21 andetag/min (IQR 18–24) för AFV. Signifikant skillnad mellan hundar <4 månader och hundar $\geq$ 4 månader förelåg för både AFS och AFV ($p=0,0002$; $p=0,002$). Figur 1 och figur 2 nedan visar hundarnas mätvärden för AFS (figur 1) och AFV (figur 2) med stigande ålder. Figur 3 och figur 4 nedan visar skillnaden i medelvärde mellan hundar <4 månader och hundar $\geq$ 4 månader för AFS (figur 3) och AFV (figur 4),



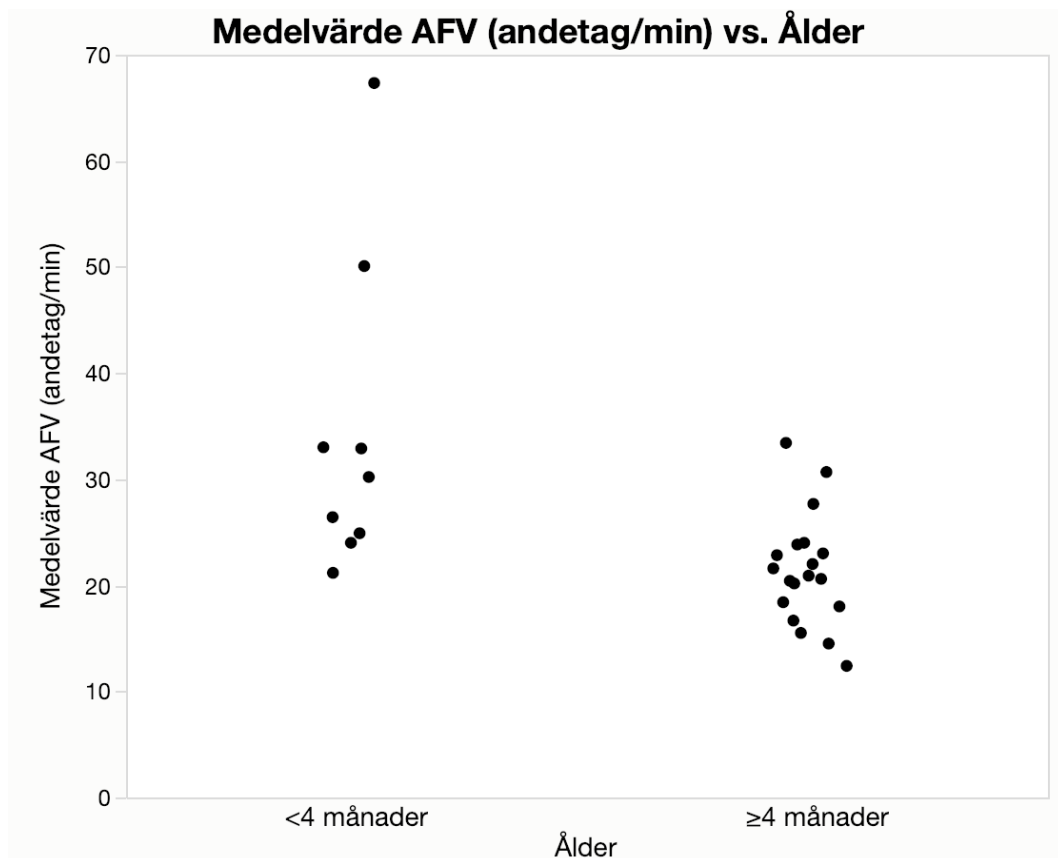
Figur 1. Förhållandet mellan ålder och andningsfrekvens under sömn (AFS) hos 29 hundar. Punkterna visar enskilda mätningar. Det horisontella strecket visar 30 andetag/min, vilket tidigare visat sig vara gränsvärdet för friska vuxna hundar. Hos hundar <4 mån var 39 % av mätningarna över 30 andetag/min medan hos hundar $\geq$ 4 mån var endast 5 % av mätningarna över 30 andetag/min.



Figur 2. Förhållandet mellan ålder och andningsfrekvens under vila (AFV) hos 29 hundar. Punkterna visar enskilda mätningar. Det horisontella strecket visar 30 andetag/min, vilket tidigare visat sig vara gränsvärdet för friska vuxna hundar. Hos hundar <4 mån var 46 % av mätningarna över 30 andetag/min medan hos hundar ≥ 4 mån var endast 7 % av mätningarna över 30 andetag/min.



Figur 3. Förhållandet mellan ålder och medelvärdet av andningsfrekvens vid sömn (AFS) hos 29 hundar. Hundarna är indelade i två grupper beroende på ålder: <4 månader och ≥4 månader.



Figur 4. Förhållandet mellan ålder och medelvärdet av andningsfrekvens vid vila (AFV) hos 29 hundar. Hundarna är indelade i två grupper beroende på ålder: <4 månader och ≥4 månader.

5. Diskussion

Denna studie omfattade data som samlats in från 29 hundar under 1 års ålder där djurägarna själva uppmätte AFS och AFV i hundens egen hemmiljö. Huvudfyndet i studien var att andningsfrekvensen och dess variation var högre hos hundar <4 månader jämfört med hundar ≥ 4 månader, samt att en stor del av mätningarna hos hundar <4 månader var högre än tidigare rapporterade andningsfrekvenser hos vuxna hundar i hemmiljö.

Medianen av medelvärdena för andningsfrekvens vid vila hos hundar <4 månader blev i denna studie 30 andetag/min (IQR 24–42). I studien av Piccione *et al.* (2010) sjönk andningsfrekvensens medelvärde från cirka 33–35 andetag/min från vecka 1 till likt den vuxna hunden vid 9 veckors ålder (18 andetag/min). Andningsfrekvens vid vecka 1 efterliknar AFV som erhållits i denna studie för hundar <4 månader, dock överensstämmer inte den tydliga minskningen av andningsfrekvens som sågs i Piccione *et al.* (2010) med resultaten i aktuell studie. En anledning till att resultaten skiljer sig kan vara att i Piccione *et al.*:s (2010) studie användes sensorer för att mäta andningsfrekvensen till skillnad från att manuellt räkna andningsfrekvensen. Dessutom undersöktes inte lika unga hundar i aktuell studie och det deltog få riktigt unga hundar. Syftet med studierna skiljde sig även genom att fokus var att undersöka dygnsvariationer av andningsfrekvensen och inte hur normal andningsfrekvens hos valpar föreligger.

Andningsfrekvensen varierade mer både inom individer och mellan individer hos hundar <4 månader än hos hundar ≥ 4 månader (figur 1, figur 2). Hos valpar <4 månader var AFV IQR 24–42 andetag/min medan det hos hundar ≥ 4 månader var 18–24 andetag/min. Detta kan vara orsakat av att det hos valpar skulle kunna ske en stabilisering av andningsfrekvensen omkring 4 månaders ålder, likt hos människor där andningsfrekvensen hos barn <6 månader varierar väldigt mycket och det sker en drastisk sänkning av andningsfrekvens under första 2 levnadsåren (Morley *et al.* 1990; Fleming *et al.* 2011). En större studiepopulation behöver dock undersökas systematiskt för att kunna verifiera detta fynd. Till författarens kännedom finns det inga tidigare publicerade studier som undersökt sambandet mellan hur andningsfrekvensen varierar hos unga hundar. Enligt Fleming *et al.* (2011) och Wallis *et al.* (2005) bör riktlinjer gällande andningsfrekvens hos barn uppdateras, eftersom stora skillnader föreligger mellan faktiska fynd i studier och etablerade riktlinjer. Detsamma skulle kunna gälla för unga hundar, att tidigare referenser bör omprövas med hänsyn till hur andningsfrekvensen verkar kunna variera hos hundar <4 månader.

En stor andel av hundarna <4 månader ligger över 30 andetag/min i både AFS och AFV (39 % respektive 46 %). Tidigare studier rörande AFV och AFS hos vuxna hundar i hemmiljö har visat att andningsfrekvensen sällan överstiger 30 andetag/min, även hos hundar med medicinsk kompenserad hjärtsvikt (Rishniw *et al.* 2012; Ohad *et al.* 2013; Porciello *et al.* 2016). Det förefaller att tidigare referensvärden hos vuxna hundar inte går att applicera hos hundar yngre än 4 månader. För hundar ≥ 4 månader är inte lika stor andel över 30 andetag/min i ASF och AFV (5 % respektive 7 %), även här skulle en större studiepopulation behövas för att avgöra från vilken ålder det är lämpligt att använda tidigare publicerade referensvärden hos vuxna hundar. Att det inte går att applicera tidigare referensvärden för vuxna hundar hos hundar <4 månader kan jämföras med studier gjorda på barn. Hos människor har studier gjorts hos barn under 6 månader där resultaten visade att det förekommer så pass stor variation av andningsfrekvensen hos friska barn att det överlappar de som uppmäts hos sjuka barn (Morley *et al.* 1990). Det vore intressant att utföra en liknande studie på valpar <4 månader för att se om ett liknande samband förekommer.

På grund av den förhållandevis lilla studiepopulationen och få hundar från varje hundras, fanns det inte underlag att undersöka om det förelåg rasskillnader i andningsfrekvensen. Det skulle vara intressant att se om det föreligger skillnader mellan små hundraser och stora hundraser, med avseende på när andningsfrekvensen och hur den varierar inom individer sjunker efter 4 månaders ålder. Då små hundraser blir färdigvuxna tidigare än stora hundraser (Hawthorne *et al.* 2004), skulle detta kunna leda till skillnader i andningsfrekvensen.

En möjlig felkälla i denna studie var att mätningarna utförts av djurägare själva och därmed kontrolleras inte att mätningarna har skett på ett korrekt sätt. För att minimera denna felkälla gjordes en instruktionsfilm om hur andningsfrekvens uppmäts, som fanns tillgänglig på SLU:s hemsida samt noggranna instruktioner för hur mätningarna skulle utföras beskrevs i djurägarblanketterna (bilaga 1). Av deltagarna upplevde 59 % att det var lätt att mäta andningsfrekvensen och inga hade upplevt det nästan omöjligt att mäta. Ett sätt att verifiera att mätningarna utförts på ett korrekt sätt hade varit att låta djurägarna filma sina djur vid vila och sömn och sedan skicka in filmerna, likt i kattstudien av Dijkstra *et al.* (2018). På detta vis kunde mätningar kontrolleras förutsatt att djurägare filmat på ett vis så att andningsfrekvensen kunde beräknas. Det hade dock varit svårt att genomföra i denna studie då insamlingstiden för detta examensarbete var begränsat och det redan utan krav på film av djur vid vila och sömn tog lång tid att rekrytera tillräckligt med hundar till studien. Vid framtida studier i hemmiljö skulle detta dock kunna vara en metod för att få fram säkrare resultat.

En annan möjlig felkälla är att en veterinär inte kliniskt undersökt hundarna i samband med insamling av data. Djurägarna intygade istället att valparna var kliniskt friska och att en veterinär någon gång hade auskulterat hjärta och lungor utan anmärkning på något avvikande. Även i detta fall så hade det inte gått att kliniskt undersöka alla valparna innan inklusion i studien eftersom en tidsbegrän-
ning för insamlingen förelåg samt att resultat insamlades över hela landet. Det fanns inte heller någon möjlighet att kontrollera hull och vikt på hundarna, utan även här fick djurägarna intyga informationen. Om det funnits tid för uppföljning av hundarna före och efter studien hade det minskat risken för att hundarna haft någon sjukdom som kunde ha påverkat resultatet av studien.

5.1. Konklusion

Resultaten i denna studie tyder på en högre andningsfrekvens och en större spridning av uppmätta värden både under sömn och under vila i hemmiljö hos hundar <4 månader jämfört med hundar ≥ 4 månader. Ett stort antal av mätningarna hos hundar <4 månader översteg 30 andetag/min för AFS och AFV (39 %, 46 %). Enligt resultaten av denna studie är tidigare etablerade referensvärden för andningsfrekvens hos vuxna hundar i hemmiljö inte helt applicerbara för hundar <4 månader. En större studiepopulation av unga hundar behövs emellertid för att undersöka detta fynd vidare.

Referenser

- Adelman, R.D. & Wright, J. (1985). Systolic blood pressure and heart rate in the growing beagle puppy. *Developmental Pharmacology and Therapeutics*, vol. 8 (6), ss. 396–401
- Boswood, A., Gordon, S.G., Häggström, J., Vanselow, M., Wess, G., Stepien, R.L., Oyama, M.A., Keene, B.W., Bonagura, J., MacDonald, K.A., Patteson, M., Smith, S., Fox, P.R., Sanderson, K., Woolley, R., Szatmári, V., Menaut, P., Church, W.M., O’Sullivan, M.L., Jaudon, J., Kresken, J., Rush, J., Barrett, K.A., Rosenthal, S.L., Saunders, A.B., Ljungvall, I., Deinert, M., Bomassi, E., Estrada, A.H., Fernandez Del Palacio, M.J., Moise, N.S., Abbott, J.A., Fujii, Y., Spier, A., Luethy, M.W., Santilli, R.A., Uechi, M., Tidholm, A., Schummer, C. & Watson, P. (2020). Temporal changes in clinical and radiographic variables in dogs with preclinical myxomatous mitral valve disease: The EPIC study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 34 (3), ss. 1108–1118
- Chenuel, B.J., Smith, C.A., Skatrud, J.B., Henderson, K.S. & Dempsey, J.A. (2006). Increased propensity for apnea in response to acute elevations in left atrial pressure during sleep in the dog. *Journal of Applied Physiology*, vol. 101 (1), ss. 76–83
American Physiological Society.
- Cunningham, J.G. & Klein, B.G. (2002). *Textbook of Veterinary Physiology*. Tredje Upplagan. Philadelphia: W.B. Saunders Co.
- Daw, W., Kaur, R., Delaney, M. & Elphick, H. (2020). Respiratory rate is an early predictor of clinical deterioration in children. *Pediatric Pulmonology*, vol. 55 (8), ss. 2041–2049
- Dijkstra, E., Teske, E. & Szatmári, V. (2018). Respiratory rate of clinically healthy cats measured in veterinary consultation rooms. *The Veterinary Journal*, vol. 234, ss. 96–101
- Douglas, N.J., White, D.P., Pickett, C.K., Weil, J.V. & Zwillich, C.W. (1982). Respiration during sleep in normal man. *Thorax*, vol. 37 (11), ss. 840–844
- Fleming, S., Thompson, M., Stevens, R., Heneghan, C., Plüddemann, A., Maconochie, I., Tarassenko, L. & Mant, D. (2011). Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years: a systematic review of observational studies. *Lancet*, vol. 377 (9770), ss. 1011–1018

- Goldberg, M.B., Langman, V.A. & Taylor, C.R. (1981). Panting in dogs: paths of air flow in response to heat and exercise. *Respiration Physiology*, vol. 43 (3), ss. 327–338
- Grundy, S.A. (2006). Clinically relevant physiology of the neonate. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, vol. 36 (3), ss. 443–459 (Pediatrics)
- Gutierrez, G., Williams, J., Alrehaili, G.A., McLean, A., Pirouz, R., Amdur, R., Jain, V., Ahari, J., Bawa, A. & Kimbro, S. (2016). Respiratory rate variability in sleeping adults without obstructive sleep apnea. *Physiological Reports*, vol. 4 (17) Wiley-Blackwell. DOI: <https://doi.org/10.14814/phy2.12949>
- Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2016). *Textbook of Medical Physiology*. 11. uppl. Philadelphia: W.B. Saunders Co.
- Haddad, G.G., Gandhi, M.R. & Mellins, R.B. (1982). Maturation of ventilatory response to hypoxia in puppies during sleep. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, vol. 52 (2), ss. 309–314
- Haddad, G.G. & Mellins, R.B. (1984). Hypoxia and respiratory control in early life. *Annual Review of Physiology*, vol. 46 (1), ss. 629–643
- Hawthorne, A.J., Booles, D., Nugent, P.A., Gettinby, G. & Wilkinson, J. (2004). Body-weight changes during growth in puppies of different breeds. *The Journal of Nutrition*, vol. 134 (8), ss. 2027S-2030S Oxford Academic.
- Helfrich-Förster, C. (2004). The circadian clock in the brain: a structural and functional comparison between mammals and insects. *Journal of Comparative Physiology A*, vol. 190 (8), ss. 601–613
- Lesley, G.K. (2004). *Textbook of Respiratory Disease in Dogs and Cats*. 1. uppl. St. Louis: Saunders.
- Ljungvall, I., Rishniw, M., Porciello, F., Häggström, J. & Ohad, D. (2014). Sleeping and resting respiratory rates in healthy adult cats and cats with subclinical heart disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, vol. 16 (4), ss. 281–290
- Mattin, M.J., Boswood, A., Church, D.B. & Brodbelt, D.C. (2019). Prognostic factors in dogs with presumed degenerative mitral valve disease attending primary-care veterinary practices in the United Kingdom. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 33 (2), ss. 432–444
- Moon, P.F., Massat, B.J. & Pascoe, P.J. (2001). Neonatal critical care. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, vol. 31 (2), ss. 343–367
- Morley, C.J., Thornton, A.J., Fowler, M.A., Cole, T.J. & Hewson, P.H. (1990). Respiratory rate and severity of illness in babies under 6 months old. *Archives of Disease in Childhood*, vol. 65 (8), ss. 834–837
- Ohad, D.G., Rishniw, M., Ljungvall, I., Porciello, F. & Häggström, J. (2013). Sleeping and resting respiratory rates in dogs with subclinical heart disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 243 (6), ss. 839–843

- Piccione, G., Caola, G. & Refinetti, R. (2005). Daily rhythms of blood pressure, heart rate, and body temperature in fed and fasted male dogs. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, vol. 52 (8), ss. 377–381
- Piccione, G., Giudice, E., Fazio, F. & Mortola, J.P. (2010). The daily rhythm of body temperature, heart and respiratory rate in newborn dogs. *Journal of Comparative Physiology B*, vol. 180 (6), ss. 895–904
- Porciello, F., Rishniw, M., Ljungvall, I., Ferasin, L., Haggstrom, J. & Ohad, D.G. (2016). Sleeping and resting respiratory rates in dogs and cats with medically-controlled left-sided congestive heart failure. *Veterinary Journal (London, England: 1997)*, vol. 207, ss. 164–168
- Reece, W.O., Erickson, H.H., Goff, J.P. & Uemura, E.E. (2015). *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 13. uppl. New Jersey: John Wiley Sons Inc.
- Rishniw, M., Ljungvall, I., Porciello, F., Häggström, J. & Ohad, D.G. (2012). Sleeping respiratory rates in apparently healthy adult dogs. *Research in Veterinary Science*, vol. 93 (2), ss. 965–969
- Schober, K.E., Hart, T.M., Stern, J.A., Li, X., Samii, V.F., Zekas, L.J., Scansen, B.A. & Bonagura, J.D. (2010). Detection of congestive heart failure in dogs by Doppler echocardiography. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 24 (6), ss. 1358–1368
- Sigrist, N.E., Doherr, M.G. & Spreng, D.E. (2004). Clinical findings and diagnostic value of post-traumatic thoracic radiographs in dogs and cats with blunt trauma. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, vol. 14 (4), ss. 259–268
- Sjaastad, O.V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals*. Andra upplagan. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Wallis, L., Healy, M., Undy, M. & Maconochie, I. (2005). Age related reference ranges for respiration rate and heart rate from 4 to 16 years. *Archives of Disease in Childhood*, vol. 90 (11), s. 1117 BMJ Publishing Group.
- West, J.B. (2012). *Respiratory Physiology: The Essentials*. 9. uppl. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer buisness.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Undersökning av andningsfrekvens hos både människor och djur har på senare tid börjat användas mer och mer för att undersöka samt övervaka hälsa. Det finns många olika faktorer i en klinisk miljö som kan påverka andningsfrekvensen, därför kan det vara värdefullt att djurägare mäter andningsfrekvensen i hemmiljö på det egna djuret. Att låta djurägare beräkna andningsfrekvensen i hemmiljö kan även möjliggöra att sjukdomar upptäcks tidigare och att sjukdomsprocesser bättre kan övervakas över tid.

I ett flertal studier har andningsfrekvens vid vila och sömn undersökts hos vuxna hundar i hemmiljö och resultaten har visat att andningsfrekvensen hos vuxna hundar sällan överstiger 30 andetag/min. I dessa studier har hundar <6 månader exkluderats, och därav finns ett intresse av att se om referenserna från tidigare studier går att använda även för yngre hundar.

Unga hundars andningsfrekvens har endast undersökts i begränsad omfattning och i de flesta studier som nämner andningsfrekvensen har studiens huvudfokus varit annat än just andningsfrekvens. Hos människor har det visats att andningsfrekvensen hos unga friska barn varierar väldigt mycket och att det därför inte enbart går att använda andningsfrekvensen för att avgöra om någon sjukdom förekommer, eftersom både sjuka och friska barn kan ha en hög andningsfrekvens.

I denna studie har hundar äldre än 7 veckor och yngre än 1 år studerats. Djurägarna har själva fått mäta andningsfrekvensen i hemmiljö vid vila och vid sömn vid ett flertal tillfällen för att sedan skicka in resultaten till en av två möjliga mailadresser. Blanketten (Bilaga 1) har utformats för att kunna jämföra resultaten från aktuell studie med tidigare studier utförda på vuxna hundar. Blanketterna har delats ut på kliniker, via mail, SLU:s hemsida och på olika sociala medier.

I studien ingick 29 hundar i åldern 2 – 11 månader. Huvudresultatet från studien var att hundar <4 månader hade en högre andningsfrekvens och en större spridning av andningsfrekvensen än äldre hundar både vid vila och vid sömn. En stor del av andningsfrekvensmätningarna hos hundarna <4 månader var högre än 30 andetag/min, vilket indikerar att det inte är lämpligt att använda tidigare referenser för vuxna

hundar på så unga individer. Fler unga hundar skulle dock behöva undersökas för att bekräfta detta samband.

Bilaga 1



Andningsfrekvens vid vila och sömn hos friska unga hundar och katter

Hej! Vi är två veterinärstudenter (årskurs 5 – 6, Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Uppsala) som i våra masterarbeten undersöker **normala andningsfrekvenser vid vila respektive sömn hos friska unga (mellan 7 veckor och 1 år) hundar och katter i hemmiljö**. Vi hoppas att du, som ägare till en ung hund/katt, vill bidra till studien genom att räkna andningsfrekvensen på ditt djur i hemmet och sedan returnera bifogad blankett till oss med efterfrågad information. All data som samlas in kommer behandlas anonymt vid framtida publikationer.

Anledningen till att vi gör dessa studier är att det i dagsläget finns begränsad information om unga hundars och katters normala andningsfrekvens. Detta trots att andningsfrekvens vid vila/sömn på senare tid har visat sig vara en värdefull variabel för utvärdering av djurs hälsostatus. Vid mätning av unga hundars och katters andningsfrekvens används idag etablerade referensvärden för vuxna djur, men det är oklart om de aktuella referensvärdena även är representativa för unga djur.

Instruktion för mätning av andningsfrekvens

- Hundar/katter som inkluderas i studien ska vara fullt friska och mellan 7 veckor och 1 år gamla under den period som mätningarna görs. Djuret ska inte stå på några mediciner.
- Räkna andningsfrekvensen på ditt djur vid 10 tillfällen vid sömn + 10 tillfällen vid vila, och fyll i värdena i tabellen nedan (det finns två extra rutor för sömn respektive vila ifall du vill göra om någon mätning).
- Vid vila ska djuret vara vaket, men ligga ner och vara avslappnat.
- Vid varje mätning räknar du antalet andetag djuret tar under 1 minut.
- Gör max två mätningar vid sömn och två mätningar vid vila under en dag (fördela alltså mätningarna på minst fem dagar), och låt det gå minst 30 minuter mellan två olika mätningar.
- Instruktionsvideor som visar hur mätning av andningsfrekvensen kan utföras finns på hemsida: www.slu.se/fakulteter/vh/forskning/forskningsprojekt/hund/kv-andningsfrekvens-vid-vila-och-somn-hos-friska-unga-hundar-och-katter-i-hemmiljo/

När du ska undvika att räkna andningsfrekvensen på ditt djur:

- När djuret drömmar (ex. ligger och rycker med benen eller låter i sömnen).
- När djuret ligger i solen (djuret ska helst befinna sig i en "neutral" omgivningstemperatur).
- Närmaste dagarna efter att hundvalpen/kattungen hämtats hem från uppfödaren (uppfödare kan dock räkna andningsfrekvensen innan djuret har levererats till den nya ägaren).
- Närmaste dagarna efter en vaccination.
- När djuret nyligen har varit i aktivitet.

Den ifyllda blanketten (det går bra att bifoga ett foto av blanketten) och eventuella frågor om studien mejlas till: lnak0001@stud.slu.se eller joci0001@stud.slu.se

Med vänliga hälsningar,

Linn Aksén och Joachim Erics, veterinärstudenter vid SLU i Uppsala

Ingrid Ljungvall och Jens Häggström, SLU (handledare i projektet)



TACK för ditt bidrag till denna studie om friska unga hundars och katters normala andningsfrekvenser vid vila respektive sömn i hemmiljö!

Djurägarens namn: _____

Är du djurets uppfödare (ja/nej)? _____ Telefonnummer: _____

E-post: _____

Hund/katt? _____ Ras: _____

Hundens/kattens namn: _____

Djuret är född (dd/mm/åå): _____

Hundens/kattens ID-nr: _____

Djurets ungefärliga vikt (kg): _____ Ringa in djurets hull: Tunn / Normal / Överviktig

Ringa in djurets kön: Hane / Hona Ringa in djurets kastrationsstatus: Kastrerad / Okastrerad

En veterinär har någon gång lyssnat på djurets hjärta ☐ Tidpunkt för detta (cirka): _____

Djuret har aldrig fått någon anmärkning om avvikelser på hjärta/luftvägar av veterinär ☐

Mätningarna har utförts mellan: _____ / _____ 2020 och: _____ / _____ 2020

Djuret har varit kliniskt friskt under perioden mätningarna har utförts ☐

Ringa in hur lätt/svårt du tyckte det var att mäta andningsfrekvensen på ditt djur:

Lätt / Medelsvårt / Svårt / Nästan omöjligt

Ja, ni får gärna kontakta mig om ni har några ytterligare frågor (valfritt) ☐

Ev. övriga kommentarer: _____

Mättillfälle:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sömn (andetag/min)												
Vila (andetag/min)												

Mejlas till lnak0001@stud.slu.se eller joci0001@stud.slu.se