

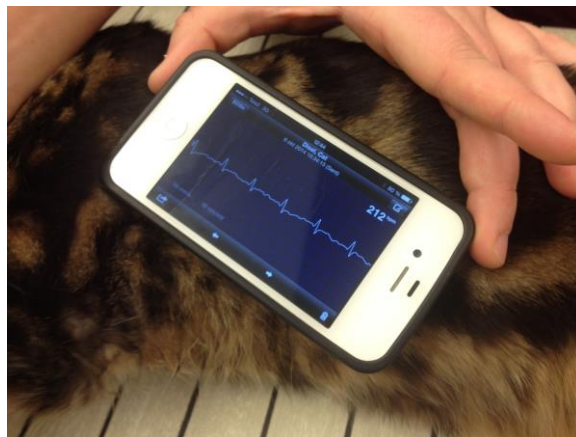


Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för veterinärmedicin  
och husdjursvetenskap**  
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

# **iPhone EKG och hypertrofisk kardiomyopati (HCM) hos katt**

*Veronica Strömberg*



*Uppsala*  
2015

*Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet*

*ISSN 1652-8697  
Examensarbete 2015:5*



# **iPhone EKG och hypertrofisk kardiomyopati (HCM) hos katt**

## **iPhone ECG and Hypertrophic Cardiomyopathy (HCM) in Cats**

*Veronica Strömberg*

**Handledare:** *Prof. Clarence Kwart, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi*

**Examinator:** *Prof. Kristina Dahlborn, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi*

*Examensarbete i veterinärmedicin*

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurskod:** EX0754

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2015

**Delnummer i serie:** Examensarbete 2015:5

**ISSN:** 1652-8697

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Fotograf:** *Veronica Strömberg*

**Nyckelord:** *Katt, iPhone, AliveCor, EKG, HCM, hypertrofisk kardiomyopati, ekokardiografi, ultraljud, diagnostik*

**Key words:** *Cat, feline, iPhone, AliveCor, ECG, HCM, hypertrophic cardiomyopathy, echocardiografi, ultrasound, diagnostics*

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi



## SAMMANFATTNING

Hypertrofisk kardiomyopati (HCM) är kattens vanligaste hjärtsjukdom och är besvärlig att upptäcka snabbt och enkelt via klinisk undersökning både hos asymtomatiska- och symtomatiska katter. En snabb och tillförlitlig diagnostik är önskvärd innan beslut tas om sedering, anestesi, terapi av akut dyspné, eller screening för avel. Vanliga diagnostiska verktyg såsom ultraljud, röntgen, blodprover för analys av biomarkörer eller gentester är ofta tidskrävande, dyrt och/eller otillgängligt. En enkel, snabb och lättillgänglig metod för att diagnostisera HCM skulle vara fördelaktigt för många kliniker och djurägare.

Förändringar på EKG finns beskrivet hos både subkliniskt- och kliniskt drabbade katter med HCM och skulle troligen bli lättare att detektera med ett enklare EKG-instrument. Syftet med denna pilotstudie var att utvärdera om ett iPhone EKG skulle kunna användas för att upptäcka HCM hos katter. Enheten består av ett svart iPhoneskal i plast med två platta elektroder på baksidan och styrs med hjälp av appen "AliveCor Vet".

Totalt 23 katter undersöktes med iPhone EKG, standard EKG och för att finna sanna fall av HCM användes även ett ultraljud vilket är en "golden standard" för att diagnosticera HCM. Sex katter diagnostiserades med HCM av olika grad och 17 katter var normala. iPhone EKG registrerades på den vänstra sidan av bröstkorgen med telefonen parallellt med hjärtats längsaxel. Hjärtat lokaliserades genom auskultation och mitten av telefonen placerades där maximala hjärtljud kunde höras. Detta för att säkerställa att en elektrod placerades kranialt om hjärtbasen och en distalt om hjärtapex. Alla registrerade iPhone EKGn lagrades i appen för att sen, efter uppförstoring på iPhone-skärmen, avläsas blindat. Katter med QRS duration  $> 0,04$  sekunder på både iPhone EKG och standard EKG kategoriserades som onormala. På iPhone EKG hade 8 av 23 katter QRS duration  $> 0,04$  sekunder, detta inkluderade alla de 6 katter som var positiva för HCM på ultraljudet samt två falskt positiva (sensitivitet = 1,0, specificitet = 0,83,  $\kappa = 0,8$ ). På standard EKG hade 6 av 23 katter QRS duration  $> 0,04$  sekunder där en av dessa var falskt positiv och dessutom upptäcktes en falskt negativ katt (sensitivitet = 0,83, specificitet = 0,94,  $\kappa = 0,77$ ). Resultatet av iPhone EKG visade på statistiskt signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) för QRS duration och amplitud mellan normala katter och katter med HCM i variansanalysen. I de parade t-esterna fanns signifikant skillnad av amplituderna men inte av durationerna mellan iPhone EKG och standard EKG. iPhone EKG var lättare och snabbare att använda jämfört med standard EKG. Trots det begränsade antalet katter med HCM visar resultatet i denna pilotstudie att screening av HCM och hänvisning till uppföljningen med ultraljud är möjligt med iPhone EKG. Ytterligare studier med fler fall är önskvärt.

## SUMMARY

Hypertrophic cardiomyopathy (HCM) is the most common heart disease in cats and is difficult to easily and rapidly detect in clinical practice by physical examination in both subclinical and clinically affected cats. A rapid and reliable diagnosis is desirable before decisions on e.g.: sedation, anesthesia, therapy of acute dyspnea, or screening for breeding purposes. Standard diagnostic tools such as echocardiography, radiography, sampling of blood for analysis of biomarkers or gene tests are time consuming, not always affordable, or unavailable. A simple, rapid and easily available method to diagnose HCM would be beneficial for many clinicians and clients.

Electrocardiographic abnormalities are reported in both subclinical and clinically affected cats. A simple electrocardiographic instrument would possibly simplify the detection of these. The purpose of this pilot study was to evaluate if an iPhone ECG could be used to detect HCM in cats. The unit is a black plastic iPhone case, and has two flat electrodes on the backside and is controlled by the app "AliveCor Vet".

A total of 23 cats were examined with the iPhone ECG, standard ECG and ultrasound. The ultrasound was used as a "golden standard" in order to find true cases of HCM. Six cats were diagnosed with HCM of varying degrees and 17 cats were normal. The iPhone ECG was recorded on the left side of thorax with the telephone parallel to the long axis of the heart. The heart was located by auscultation and the middle of the telephone was placed over the point of maximal heart sounds. This to ensure that the electrodes were placed one cranial to the heart base and one distal to the heart apex. All ECGs recorded in the iPhone were stored in the app and read blindly later after magnification on the screen of the iPhone. Cats with QRS duration  $> 0.04$  sec on both iPhone ECG and Standard ECG were categorized as abnormal. On iPhone ECG 8 of 23 cats had QRS duration  $> 0.04$  sec, including all 6 cats positive for HCM on echocardiography and two false positive (sensitivity = 1.0, specificity = 0.83,  $\kappa = 0.8$ ). On standard ECG 6 of 23 cats had QRS duration  $> 0.04$  sec, including 5 positive for HCM on echocardiography producing one false positive but also one false negative (sensitivity = 0.83, specificity = 0.94,  $\kappa = 0.77$ ). A statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) was found in the analysis of variance for QRS duration and amplitude between normal cats and cats with HCM using iPhone ECG. In the paired t-tests there were significant difference of the amplitudes but not of the durations between iPhone ECG and standard ECG. The iPhone ECG was easy and rapid to use compared to standard ECG. Despite the limited number of cats with HCM the result of this pilot study suggest that screening for HCM and selection of cases to refer for echocardiography could be accomplished with iPhone ECG. Further studies with expanded number of cases are warranted.

## **INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

<b>FÖRKORTNINGAR</b> .....	<b>1</b>
<b>INLEDNING</b> .....	<b>2</b>
<b>LITTERATURÖVERSIKT</b> .....	<b>2</b>
<b>HYPERTROFISK KARDIOMYOPATI (HCM)</b> .....	<b>2</b>
<i>Bakgrund</i> .....	2
<i>Prognos</i> .....	3
<i>Klinisk undersökning</i> .....	3
<i>Röntgen</i> .....	4
<i>Ultraljud</i> .....	4
<i>EKG</i> .....	4
<i>Blodprov</i> .....	4
<i>Post mortem</i> .....	5
<b>ALIVECOR</b> .....	<b>5</b>
<b>MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>6</b>
<b>STUDIEMATERIAL</b> .....	<b>6</b>
<b>DIAGNOSTIK</b> .....	<b>6</b>
<i>Klinisk undersökning</i> .....	6
<i>AliveCor</i> .....	7
<i>EKG</i> .....	8
<i>Ultraljud</i> .....	9
<b>STATISTIK</b> .....	<b>9</b>
<b>RESULTAT</b> .....	<b>10</b>
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>13</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>16</b>
<b>APPENDIX 1</b> .....	<b>1</b>
<b>APPENDIX 2</b> .....	<b>3</b>

## FÖRKORTNINGAR

ATE	Arteriell tromboembolism
HCM	Hypertrofisk kardiomyopati
HOCM	Hypertrofisk obstruktiv kardiomyopati
SAM	Systolic anterior motion av septumställda mitralisklaffen
IVSd	Interventrikulära septumväggen i diastole
LVPWd	Vänster kammarens yttre vägg i diastole
LVIDd	Vänster kammare inre diameter i diastole
LA/Ao	Diameter av vänster förmak/aortadiameter
FS	Fractional shortning (procentuell förkortning av v. kammarens diameter under systole)
P dur	Förmakens depolariseringsduration (längd) i sekunder på ett EKG
P amp	Förmakens depolariseringsamplitud (höjd) i millivolt på ett EKG
QRS	Q-, R- och S-vågen som tillsammans utgör depolariseringen av kamrarna på ett EKG
QRS dur	Kamrarnas depolariseringsduration (längd) i sekunder på ett EKG
QRS amp	Kamrarnas depolariseringsamplitud (höjd) i millivolt på ett EKG
R amp	Mått på R vågens positiva amplitud i ett QRS-komplex
$\kappa$	Cohen's kappa koefficient (slumpmässig överensstämmelse)



## INLEDNING

Katter drabbas emellanåt av hjärtsjukdomar och en av de absolut vanligaste är HCM (Ferasin *et al.*, 2003; Riesen *et al.*, 2008; Côté *et al.*, 2011). Sjukdomen kan vara svår att diagnosticera då den inte alltid ger upphov till förändrade hjärtljud. Trots hjärtsjukdom kan katter under en längre eller kortare tid vara symtomfria, men en rutinmässig narkos skulle kunna vara riskfylld att utföra och avel är direkt olämplig.

En svårighet i klinisk praktik är att via enkla diagnostiska åtgärder förutsäga att hjärtsjukdom föreligger. Traditionellt används diagnostiska metoder så som hjärt- och lungröntgen samt ultraljud, men dessa är kostsamma och resurskrävande metoder som normalt inte utförs på symtomfria katter.

Syftet med denna studie var att undersöka huruvida en helt ny metod genom att ta ett EKG med en iPhone på ett adekvat men mindre resurskrävande sätt kunde erhålla information om hjärtat var normalt eller om det rådde misstanke om hjärtfel. Detta skulle kunna vara praktiskt användbart för alla veterinärer där resurserna på ett eller annat sätt är begränsade, till exempel för veterinärer ute i fält. AliveCor som är tillverkaren av EKG-skalet (Veterinary Heart Monitor) informerar att produkten kan mäta frekvens och rytm men att den ej bör användas för vidare diagnostik av hjärtsjukdomar (AliveCor Vet., 2012). Det var trots detta intressant att undersöka utifall denna produkt klarade av att prestera diagnostiska EKG-mätningar eller inte. För att utforska detta undersöktes friska katter utan hjärtsjukdom och katter med hjärtsjukdomen HCM.

Hypotesen var att morfologiska förändringar så som hjärthypertrofi skulle kunna avläsas via ett iPhone EKG och vara jämförbart med vanligt standard EKG. Indikation för hjärtförstoring kan ses på ett vanligt EKG genom ökad R-amplitud samt förlängd duration på QRS-komplex (Tilley *et al.*, 2008).

## LITTERATURÖVERSIKT

### Hypertrofisk kardiomyopati (HCM)

#### **Bakgrund**

HCM är den vanligaste hjärtsjukdomen hos katter (Rush *et al.*, 2002; Ferasin *et al.*, 2003; Riesen *et al.*, 2008). Primär HCM karaktäriseras av en hypertrofierad icke-dilaterad vänster kammare utan några predisponerande faktorer som aortastenosis, systemisk hypertension eller hypertyroidism, vilka i sig kan orsaka en sekundär hypertrofi av hjärtat. Förtjockning och fibros av vänster kammare orsakar en diastolisk dysfunktion vilket kan leda till hjärtsvikt, arteriell tromboembolism (ATE) och plötslig hjärtdöd. (Abbott, 2010).

Etiologin bakom sjukdomen är inte helt fastställd, dock har en autosomal dominant ärftlighet med ofullständig penetrans hos rasen Main Coon identifierats (Kittleson *et al.*, 1999) samt möjlig ärftlighet hos Amerikansk korthår (Meurs *et al.*, 1997). I en 18 månaders blandraskull hade alla avkommor HCM vilket skulle kunna påtala för att en ärftlighet föreligger (Kraus *et al.*, 1999).

Två mutationer har upptäckts hos katter med HCM i en gen för myosinbindande protein c i hjärtat. En mutation hos rasen Main Coon och en annan hos rasen Ragdoll (Longeri *et al.*, 2013). Det har även visat sig att några katter med HCM haft höga koncentrationer av tillväxthormoner och det är fortfarande oklart om viral myokardit har en roll i patogenesen av felin kardiomyopati (Ware, 2014).

I stora drag förmodas patofysiologin vara en initial defekt av sarkomererna i myocyterna vilket orsakar en dysfunktion av sarkomererna och hypoxi vilket leder till en ökad stress i hjärtmuskulaturen som i

sin tur orsakar en signalkaskad och kompensatoriska mekanismer som aktiveras vilket slutligen leder till en viss fenotyp av koncentrisk hypertrofi, oorganiserade muskelfibrer och fibros av myokardiet (Côté *et al.*, 2011).

Det fenotypiska utseendet av HCM är mycket varierande och bland annat ses en koncentrisk hypertrofi med en symmetrisk vänster kammarhypertrofi med övergripande förtjockning av interventrikulära septumväggen, vänster kammars fria vägg och papillarmuskulerna. Det finns även en excentrisk hypertrofi med ett asymmetriskt utseende där vissa partier av septum och fria väggen blir utsatta. Det kan också resultera i en så kallad segmentell hypertrofi, såsom utbuktning av septumbasen, septums mellersta del eller enbart papillarmuskulerna (Fox *et al.*, 1995).

Hos vissa katter uppstår en systolisk dynamisk utflödesobstruktion av vänster kammare till följd av hypertrofin, en så kallad HOCM (hypertrofisk obstruktiv kardiomyopati) vilket i sin tur ibland orsakar SAM (systolic anterior motion av den septumställda mitralisklaffen). På grund av hypertrofin och dysfunktion av vänster kammare blir det således sekundärt en ökad belastning på vänster förmak vilket ofta leder till vänster förmaksförstoring. Dessutom kan det till slut bli ett ökat venöst blodtryck (venstas) i lungorna vilket kan orsaka lungödem och pleural effusion. Det kan bildas intrakardiella tromber som kan lossna och sedan fastna i artärerna, oftast i bakbenen, så kallad ATE (arteriell tromboembolism). Detta är en relativt vanlig komplikation till kraftig HCM och förmaksförstoring (Ware, 2014).

### **Prognos**

I två studier har överlevnadstiden estimerats hos katter med HCM. De som drabbades av ATE överlevde i cirka 2-6 månader, de som fick hjärtsvikt överlevde 3-18 månader och symtomlösa katter överlevde 3-5 år (Bathy, 2004). I en nyligen publicerad artikel i svensk veterinärtidning skriver författarna att LA/Ao (kvoten av vänster förmaks diameter genom aortas diameter) och IVSd (tjockleken av interventrikulära septumväggen) som mäts vid ett ultraljud är viktiga för den generella överlevnaden hos asymtomatiska katter, där högre värden leder till en sämre prognos. Katter med kammarväggstjocklek > 6 mm visade sig ha betydligt kortare medianöverlevnad än katter med kammarvägg < 6 mm (Andersson *et al.*, 2014).

### **Klinisk undersökning**

HCM har observerats i olika studier hos katter från 6 månader till 16 års ålder och hanar drabbas betydligt oftare än honor (Liu & Tilley, 1980; Ferasin *et al.*, 2003; Trehou-Sechi *et al.*, 2012). Katter med HCM kan vara helt symtomfria och ha en lindrig till kraftig hypertrofi av vänster kammare. De med kraftig hypertrofi brukar så småningom få hjärtsvikt och visar oftast också subtila förändringar som ökad andning utan att djurägaren har lagt märke till det. Andningsfrekvensen hos katter på väg in i svikt är ofta förhöjd i vila och de kan få akut tackypné eller dyspné om de blir stressade. Antingen kan de återhämta sig snabbt eller så övergår de i en fullständig hjärtsvikt med lungödem och eventuellt pleural effusion (Tilley *et al.*, 2008). Vid en vänstersidig hjärtsvikt kan eventuellt förstärkta andningsljud och lungknaster höras vid auskultation. Ibland kan katterna även bli cyanotiska. Femoralpuls är vanligtvis tydlig om inte en distal ATE föreligger (Ware, 2014).

Blåsljud är ett av de vanligaste fynden vid den kliniska undersökningen. En studie visade att 88,7 % av 344 katterna med HCM hade ett systoliskt blåsljud (Trehou-Sechi *et al.*, 2012), i en annan studie blev 61 av 106 katter diagnosticerade med HCM varav 41,7 % av dessa hade ett systoliskt blåsljud (Ferasin *et al.*, 2003).

Andra kliniska fynd vid auskultation kan vara takykardi, arytmier eller gallopprytm (Ware, 2014). Gallopprytm uppstår vid takykardi när den tredje- och/eller fjärde hjärtonen slås ihop produceras ett

extra ljud av liknande intensitet till S1 (första hjärttonen) och S2 (andra hjärttonen) vilket leder till en sekvens av tre ljud, det vill säga en galopptrytm (Kvart & Häggström, 2002).

### **Röntgen**

Thoraxröntgen gör det möjligt att eventuellt se en hjärtförstoring, lungödem, pleural effusion eller venstas. I en retrospektiv studie om HCM av Ferasin *et al.* (2003) visade thoraxröntgen att 59 % hade generaliserad hjärtförstoring, 23 % hade tecken på lungödem och 6,6 % hade pleural effusion. Vid en ventrodorsal eller dorsoventral projektion kan en kraftig dubbelsidig förmaksförstoring ses i form av ett hjärtformat hjärta, så kallat "valentine-shape heart". Detta kan dock vara förväntat att se vid flera långt fortlöpande myokardsjukdomar och inte bara HCM (Ferasin, 2009). För det mesta upplevs hjärtsiluetten vara normal hos katter med lindrig till måttlig HCM men hos katter med kraftig HCM kan en förstoring av vänster förmak och varierande förstoring av vänster kammare diagnosticeras med röntgen (Ware, 2014).

### **Ultraljud**

För att diagnostisera HCM krävs det ett ultraljud. Tjockleken av interventrikulära septumväggen och/eller vänster kammars fria vägg i diastole skall vara  $\geq 6$  mm för att klassas som HCM (Fox *et al.*, 1995). Det finns en gränfallszon (equivocal zone) från 5,5 - 5,9 mm. Även om det inte finns någon formaliserad definition av lindrig, måttlig eller kraftig HCM, så klassificeras 6-6,5 mm som lindrig, 6,6 - 7,5 mm som måttlig och  $> 7,5$  mm som kraftig. Hjärtat bör först undersökas i flera tvådimensionella (2-D) plan och därefter utförs mätningarna endimensionellt (M-mode) i papillarmuskelplan. Storlek på papillarmuskler och vänster förmak måste också granskas och mätas. Förmakets diameter mäts och jämförs med aortas diameter (LA/AO), om proportionen är  $\geq 1,5$  klassas förmaket som förstorat. Via Doppler kan blodflöden ses i längdsnitt och på det sättet utvärderas det om eventuellt SAM föreligger (Côté *et al.*, 2011). I studier av Kittleson *et al.* (1999) räknades katter som misstänkta fall om de hade måttligt förstorade papillarmuskler eller SAM utan vänster kammarhypertrofi. Katter som tillhörde de grava fallen hade kraftig hypertrofi av papillarmusklerna eller minst en kammarvägg som var  $\geq 7$  mm tjock.

### **EKG**

I en studie av Ferasin *et al.* (2003) så hade 57,4% av katterna med HCM onormala EKG. Det vanligaste fyndet var vänstersidigt skänkelblock (27,9 %) och det näst vanligaste (24,6 %) var tecken på morfologiska förändringar som exempelvis kammarförstoring (QRS-komplex  $> 0,04$  sekunder och R amplitud  $> 0,09$  mV). Arytmier sågs endast i ett fåtal fall och representerades huvudsakligen av intervaller med prematura ventrikulära extraslag på EKG.

I en äldre studie av Liu & Tilley (1980) hade 68 % onormala EKG och det vanligaste fyndet var förlängning av P-vågen och QRS-komplexen. Hos 30 % av katterna upptäcktes olika rytmstörningar och ledningsrubbingar.

I en nyare studie hade nästan 80 % onormala EKGn. Rytmstörningar uppgick till 60,5 % medan de morfologiska förändringarna var 10 %. Slutsatsen i den studien blev att EKG hade en låg sensitivitet för att upptäcka hjärtsjukdomar med morfologiska förändringar (Riesen *et al.*, 2008).

### **Blodprov**

#### **Troponin**

Hjärttroponin I och T (cTnI och cTnT) har länge använts som markörer för hjärtmuskelskada. Studier har visat att cTnI koncentrationer är signifikant högre hos katter med HCM jämfört med friska katter. Katter som inte överlevt på grund av sin HCM hade signifikant högre cTnI än de överlevande katterna

med HCM. Dock kunde ingen tydlig korrelation mellan cTnI och tjockleken på myokardiet observeras. CTnI kan vara bra för att upptäckta myocytskada medan cTnT kan användas som en mer prognostisk markör då den oftare ses vid allvarligare fall av HCM. Dessa två är ej lämpliga att användas ensamma för att förutsäga utfall för en individ men kan tillsammans med ett ultraljud ge stödjande information. Anledningen till myocytskada misstänks vara en mild kronisk ischemi men den exakta mekanismen är fortfarande okänd (Langhorn *et al.*, 2014).

### *Natriuretiska peptider*

Hos katter med HCM kan ibland högre koncentrationer av ANP (atrial natriuretic peptide) och BNP (brain natriuretic peptide) ses. Natriuretiska peptider är en grupp av peptidhormoner som bildas i hjärtats myocyter. Prekursorerna är mer stabila och har längre halveringstid. Därför anses det mer lämpligt att analysera NT-proANP och NT-proBNP i klinisk diagnostik. Det har föreslagits att NT-proBNP mätning skulle kunna vara ett bra verktyg för att gradera sjukdomsgraden av HCM hos katt då detta är positivt korrelerat med storlek på förmak och blodtryck. En studie har visat förhöjda plasmakoncentrationer av NT-proBNP hos katter med lindrig, måttlig och kraftig HCM i jämförelse med friska katter. Koncentrationerna var statistiskt signifikant mycket högre hos katter med kraftig HCM än katter med måttlig och lindrig HCM. Tyvärr hjälpte inte NT-proBNP att differentiera mellan de två sistnämnda grupperna (Wess *et al.*, 2011).

### *Gentester*

I raserna Main Coon och Ragdoll har genmutationer som orsakar HCM påvisats. Dock är det inte alla katter med denna mutation som har HCM. Main Coon katter som varit homozygota för den så kallade A31P mutationen har dock oftare visat sig utveckla HCM än de som är heterozygota för mutationen. HCM på grund av A31P mutationen hos Maine Coon bör teoretiskt vara autosomt dominant nedärvt. Genetiska tester kan identifiera individer som är predisponerade för den specifika mutationen och det kan vara användningsbart i avelsprogram så att inte två heterozygota individer paras och bildar homozygot avkomma (Longeri *et al.*, 2013).

### *Post mortem*

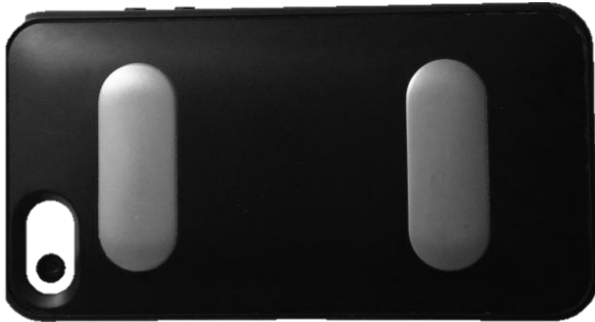
Hjärtats vikt i förhållande till kroppsvikten är betydligt större hos katter med HCM ( $6,4 \pm 0,1$ g/kg) än hos normala katter ( $4,8 \pm 0,1$  g/kg) [ Medel  $\pm$  SD]. I en studie där katter dött eller avlivats på grund av HCM visade obduktion att maximal interventrikulär septumtjocklek var  $9,0 \pm 0,2$  mm jämfört med kontroll  $5,0 \pm 0,02$  mm. Lateral ventrikelns fria vägg var  $9,0 \pm 0,1$  mm jämfört med kontroll  $6,0 \pm 0,3$  mm. Hälften av alla obducerade sjuka katter hade lungödem, en femtedel hade pleural effusion och en hög andel hade ATE (Fox, 2003).

Histologiskt ses förstörade hjärtmuskelceller (myocyter) med stora, rektangulära hyperkroma kärnor. En kännetecknande egenskap är också oorganiserade muskelfibrer med ökad bindvävstillväxt mellan dessa samt onormalt tjocka intramurala kärl med minskat lumen på grund av ökad glatt muskulatur och bindväv (Liu & Tilley 1980; Fox, 2003).

### **AliveCor**

I internet-tidningen Medgadget, som skriver om det senaste inom medicinvärlden, finns en artikel om det nya iPhone-skalet från AliveCor. De har skapat ett EKG-skal (Veterinary Heart Monitor) till iPhone som lätt klickas i från baksidan av telefonen och består av plast samt två stycken stora och avlånga metallektroder som är belägna på baksidan av skalet (Fig. 1). Tillsammans med appen "AliveECG Vet" fungerar telefonen som en EKG-apparat med en avledning som kan användas på djurslagen häst, hund och katt. Appen laddas enkelt ner från App Store gratis och skalet kommunicerar trådlöst med appen i telefonen via Blåtandsteknik. Den visar EKG-vågor som kan spelas in

kontinuerligt eller under en viss förbestämd tid. Förvärvade EKGn kan märkas, kommenteras och sparas automatiskt i telefonen. Genom att upprätta ett konto på AliveCors hemsida, kan EKG-data skickas till kontot, mailas och sedan skrivas ut som PDF-filer. Den är avsedd att användas av både djurägare och veterinärer (Medgadget, 2012).



Figur 1. EKG-skalets baksida med de två metallelektroderna.

I en screeningstudie på 204 människor användes iPhone EKG för att upptäcka symtomlösa patienter med förmaksflimmer. Ett 6 timmars standard EKG (12 lead) och iPhone EKG utfördes på dessa patienter. Standard EKG var blindat för de två kardiologer som avläste iPhone EKG och deras resultat jämfördes med varandra. iPhone EKG fann alla utom en med symtom på förmaksflimmer, det vill säga en var falsk negativ. Fem var falskt positiva och således var sensitiviteten och specificiteten mycket hög. Det uträknade kappavärden var 0,92 (Lau *et al.*, 2013).

## **MATERIAL OCH METODER**

### **Studiematerial**

Denna pilotstudie utfördes i samarbete med UVM (Uppsala veterinärmottagning) under oktober 2014. I studien inkluderades alla friska katter över 6 månader och alla katter med blåsljud fick vara med och delta i studien. 17 friska katter från 6 mån till 14 år (medel 4,5 år), varav 9 honor (8 kastrerade) och 8 hanar (7 kastrerade) deltog i studien. 6 katter blev diagnostiserade med HCM och dessa var från 1 år till 8,5 år gamla (medel 3,6 år), en var hona (kastrerad) och 5 var hanar (4 kastrerade). Totalt deltog således 23 katter varav 13 hanar och 10 honor. Alla djurägare som lät sin katt vara med i studien fick skriva på ett djurägarmedgivande (Appendix 1).

### **Diagnostik**

Alla katter genomgick en klinisk undersökning med fokus på hjärtat, hjärtultraljud, standard EKG och ett iPhone EKG.

Två av de friska katterna krävde lättare sedering med dexdomitor för att låta sig undersökas. All undersökning och diagnostik av katterna utfördes tillsammans med handledaren professor Clarence Kvart och resultaten noterades i en upprättad patientjournal för var och en av katterna (Appendix 2).

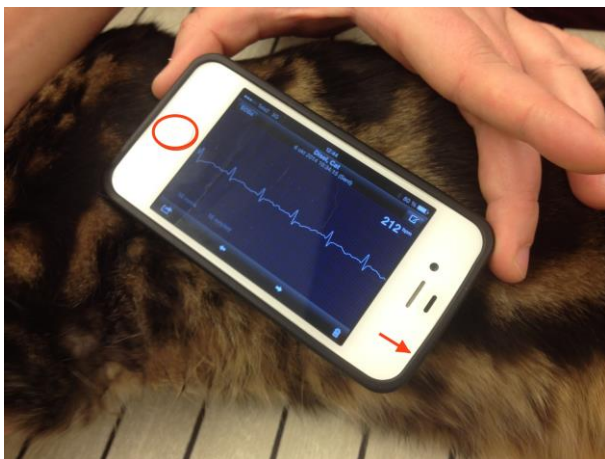
### **Klinisk undersökning**

Under den kliniska undersökningen noterades kroppsvikt, hjärtrytm, hjärtfrekvens, blåsljud, andningsfrekvens, andningsljud, slemhinnor, femoralpuls och hjärtpalpation. I de fall där blåsljud auskultades användes ett fonokardiogram (Meditron) för att kunna studera blåsljudets karaktär och förlopp i hjärtcykeln.

## AliveCor

Efter den kliniska undersökningen lades katten ner på sin högra sida med frambenen något dragna framåt och bakbenen lätt dragna bakåt. När katten låg lugnt auskultades puncta maxima för hjärtljuden på thorax vänstra sida med hjälp av ett stetoskop. Därefter lades telefonen, med skalets baksida med elektroderna, mot katten med puncta maxima mitt i mellan elektroderna. Telefonen placerades i ungefär 45 graders vinkel på bröstet (i hjärtats längsaxel) och med den runda knappen på telefonen kranialt (Fig. 2). Detta för att få rätt polaritet på EKG-mätningen som annars visades upp och ner. För att elektroderna på baksidan av skalet skulle få så bra kontakt som möjligt med huden sårades pälsen på platsen för elektroderna och huden i områdena blöttes med 70 procentig alkohol eller vanlig handdesinfektionssprit och på elektroderna placerades lite alkogel. Ingen rakning av pälsen var nödvändig. Därefter startades appen "AliveCor Vet" och när kontakt erhöles samlades EKG under 30 sekunder med registreringshastighet 50 mm/sek. Efteråt kunde ID, ålder och andra önskvärda uppgifter fyllas i, sparas och skickas i iväg till upprättat konto hos AliveCor.

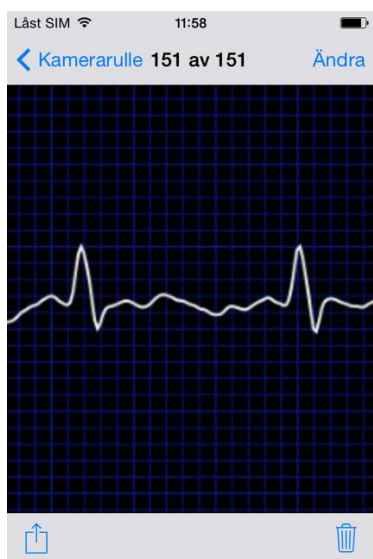
Via inloggning på ett upprättat konto hos AliveCor kunde alla lagrade EKG-mätningar senare skrivas ut i PDF-format. Eftersom AliveCor appen inte har någon funktion för att kunna förstora upp EKG-komplexen så fotades skärmen med EKG-komplexen (Fig. 3) i telefonen med en så kallad "screenshot" (erhölls genom att samtidigt trycka på telefonens runda knapp och on/off knappen). Därefter kunde bilderna på EKG-komplexen i telefonens bildarkiv förstoras upp i olika steg (Fig. 4a-4b) genom zoomfunktionen på telefonen. Vid ett senare tillfälle avlästes samtliga iPhone EKG med god precision uppförstora enligt ovan och blindat för resultatet från övriga undersökningar. Avläsningarna skedde i konsensus mellan handledaren och examensarbetande student. Som referens för EKG-värden användes Tilley *et al.* (2008) eftersom inga referensvärden för iPhone EKG fanns.



Figur 2. iPhone i rätt vinkel med registrerat AliveCor EKG. Via auskultation med stetoskop har hjärtats läge noterats och mitten av telefonen placerats över hjärtpunkten. Den röda ringen visar den "runda knappen" och den röda pilen visar "on/off knappens" läge. Efter att registreringen är färdig används dessa två knappar för att åstadkomma ett "screenshot".



Figur 3. Ett registrerat AliveCor EKG i läge för ett "screenshot".



Figur 4. a) Zoomning av ett "screenshot"



Figur 4. b) Ytterligare zoomning av ett "screenshot", vilket gör det lätt att säkert mäta QRS i mm. EKG durationen är i detta fall strax över 2 mm (0,04s) och QRS amplituden 3,5 mm (0,35 mV).

## EKG

Efter iPhone EKG blev katterna kopplade till ett standard EKG med extremitetsavledning. I denna studie användes Cardiofax (ECG-9022K) Nihon Kohden. Katten blev placerad på sin högra sida med framben dragna framåt och bakbenen dragna bakåt parallellt ut från bälgen. Elektroden i form av krokodilklämmor sattes fast, enligt kopplingschema för EKG-apparaten, på båda armbågarna fram och båda knäna bak. Hudområdet där elektroden fästes spritades med 70 % alkohol för att uppnå maximal kontakt. EKG-vågornas rytm och utseende avlästes från avledning II med referensvärden enligt Tilley *et al.*, (2008) (Tabell 1).

Tabell 1. Normala EKG-värden katt

<b>Hjärtfrekvens</b>	120-240 bpm
<b>Rytm</b>	Sinus rytm
<b>P-våg</b>	
Amplitud	< 0,2 mV <sup>#</sup>
Bredd	< 0,04 s*
<b>PR-intervall</b>	0,05-0,09 s
<b>QRS</b>	
Amplitud	< 0,9 mV
Bredd	< 0,04 s
<b>ST segment</b>	
Depression	ingen
Elevation	ingen
<b>QT-intervall</b>	0,12 - 0,18 s vid normal HR
<b>T-våg</b>	Vanligen positiv och < 0,3 mV
<b>Elektrisk axel</b>	0 ± 160

<sup>#</sup> = milliVolt, \* = sekunder

### Ultraljud

Hjärtultraljud utfördes för att undersöka om katterna var normala eller hade HCM. Graden av HCM graderades enligt Côté *et al.* (2011) och katterna placerades därefter in i de tre grupperna normal, lindrig HCM och måttlig-kraftig HCM.

Ultraljundsundersökningen utfördes med en ultraljundsapparat av märket Mindray M7 Vet och tillhörande 5 MHz probe. Katterna fick ligga på ett ultraljudsbord på höger sida med bröstkorgen fritt över ett halvcirkulärt hål där undersökning med proben skedde underifrån. Hudområdet för ultraljudet spritades rikligt och rakades på katter med tät underpäls för att få tydligare och bättre bild.

Undersökningen utfördes först i en tvådimensionell (2-D) vy och därefter i en endimensionell (M-mode) vy där också de flesta mätningarna gjordes. Mätningarna utfördes i olika plan i slutdiastole (i slutet av hjärtats relaxerande fas). Bland annat undersöktes papillarmusklernas utseende i papillarmuskelplan, aorta respektive förmak granskades och mättes med 2-D i aortaklaffplan och IVSd, LVPWd, LVIDd samt FS mättes i vänster kammars tvärsnitt.

### Statistik

Insamlad data analyserades i statistikprogrammet Minitab 17. Sensitivitet och specificitet räknades ut för de olika testerna. Parade t-tester kom att bli användbara för att jämföra en individs iPhone EKG och standard EKG med varandra. Cohen's kappas (Tabell 2) användes för se hur väl iPhone EKG och standard EKG överensstämde med varandra samt respektive EKG-form med ultraljudets resultat. I



denna studie användes ett 95 % konfidensintervall (CI) och p-värden < 0,05 ansågs vara statistiskt signifikanta.

För att se om det förelåg någon skillnad mellan diagnosgrupperna frisk, lindrig HCM och måttlig-kraftig HCM avseende QRS duration, amplitud och summan av QRS amplituden och QRS durationen på iPhone EKG gjordes en variansanalys ANOVA (analysis of variance) mellan dessa tre grupper. För denna analys ersattes amplituden som normalt mäts i millivolt (mV) och durationen som mäts i sekunder (s) till en och samma enhet (mm). Så 0,1 mV = 1 mm och 0,02 s = 1 mm.

Tabell 2. *Kappavärde (grad av överensstämmelse)*

<b>Kappavärde (<math>\kappa</math>)</b>	<b>Överensstämmelse</b>
< 0,20	Dålig
0,21 – 0,40	Svag
0,41 – 0,60	Måttlig
0,61 – 0,80	God
0,81 – 1,00	Mycket god

## RESULTAT

De totalt 23 undersökta katterna vägde 3-5,3 kg (medel 4,2 kg), hade en hjärtfrekvens mellan 120-250/min (medel 172/min) och en andningsfrekvens mellan 20-50/min (medel 30/min).

Sex av katterna hade enligt hjärtultraljudet HCM av olika grad, 3 hade lindrig, en hade måttlig och 2 hade kraftig HCM. 5 av 6 (83,3 %) hade ett systoliskt blåsljud, 4 av katterna hade ett grad III och en hade ett grad IV blåsljud på en skala I-VI (Kvart & Häggström, 2002). Sex av de 17 friska katterna (35,3 %) hade också ett systoliskt blåsljud, 2 hade ett grad I och 4 hade ett grad II blåsljud.

För att klassificera katterna efter EKG-avläsning som normala eller icke normala benämndes de normala katterna, med QRS dur  $\leq$  0,04 s, som Friska och de icke normala katterna, med QRS dur > 0,04 s, som Sjuka. Enligt standard EKG var totalt 6 katter sjuka och 17 friska, medan AliveCor fann att 8 katter var sjuka och 15 friska.

För att se hur dessa resultat överensstämde jämfördes AliveCor EKG med standard EKG där AliveCor fann 6 sjuka, men även 2 falskt positiva. Detta gav ett uträknat kappavärde = 0,8, sensitivitet = 1 och specificitet = 0,88.

AliveCor jämfördes också med ultraljud som räknades som "golden standard". AliveCor fann 6 sant sjuka individer samt 2 individer som var falskt positiva. Det uträknade kappavärdet blev = 0,8, sensitivitet = 1 och specificitet = 0,88. Standard EKG jämfördes också med ultraljud. Standard EKG fann då 5 sant sjuka individer, samt en falskt positiv och en falskt negativ. Det uträknade kappavärdet blev = 0,77, sensitiviteten = 0,83 och specificiteten = 0,94.

För att kunna se om det fanns någon signifikant skillnad mellan standard EKG och AliveCor EKG jämfördes de i parade t-tester (Tabell 3-6). P-vågornas amplitud jämfördes (Tabell 3) där p-värdet blev 0,004 ( $p < 0,05$ ) vilket visar att det fanns en statistisk signifikant skillnad (95 % CI). P-vågornas duration jämfördes även de (Tabell 4). Resultat visade inte på statistisk signifikant skillnad då p-värdet blev 0,057 (95 % CI).

Tabell 3. *AliveCor EKG P amp; Standard EKG P amp*

	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>St Dev</b>	<b>SE Mean</b>
<b>AliveCor EKG P amp (mV)</b>	23	0,076	0,040	0,008
<b>Standard EKG P amp (mV)</b>	23	0,104	0,045	0,009
<b>Difference (mV)</b>	23	-0,028	0,042	0,009

95 % CI: (-0,047; -0,010), T-test = 0 (vs  $\neq$  0): T-värde = -3,21, P-värde = 0,004

Tabell 4. *AliveCor EKG P dur; Standard EKG P dur*

	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>St Dev</b>	<b>SE Mean</b>
<b>AliveCor EKG P-dur (s)</b>	23	0,028	0,008	0,002
<b>Standard EKG P dur (s)</b>	23	0,030	0,006	0,001
<b>Difference (s)</b>	23	-0,002	0,005	0,001

95 % CI: (-0,004; 0,0001), T-test = 0 (vs  $\neq$  0): T- värde = -2,01, P-värde = 0,057

Skillnaden i R-amplitud undersöktes också (Tabell 5). P-värdet blev 0 vilket visar en på statistisk signifikant skillnad mellan standard EKG och AliveCor EKG. QRS-durationens skillnad räknades även den ut (Tabell 6). Detta gav ingen statistisk signifikant skillnad då p-värdet blev 0,162 (95 % CI).

Tabell 5. *AliveCor EKG R amp; Standard EKG R amp*

	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>St Dev</b>	<b>SE Mean</b>
<b>AliveCor EKG R amp (mV)</b>	23	0,367	0,276	0,058
<b>Standard EKG R amp (mV)</b>	23	0,615	0,417	0,087
<b>Difference (mV)</b>	23	-0,248	0,240	0,050

95 % CI: (-0,351; -0,144), T-test = 0 (vs  $\neq$  0): T-värde = -4,96, P-värde = 0,000

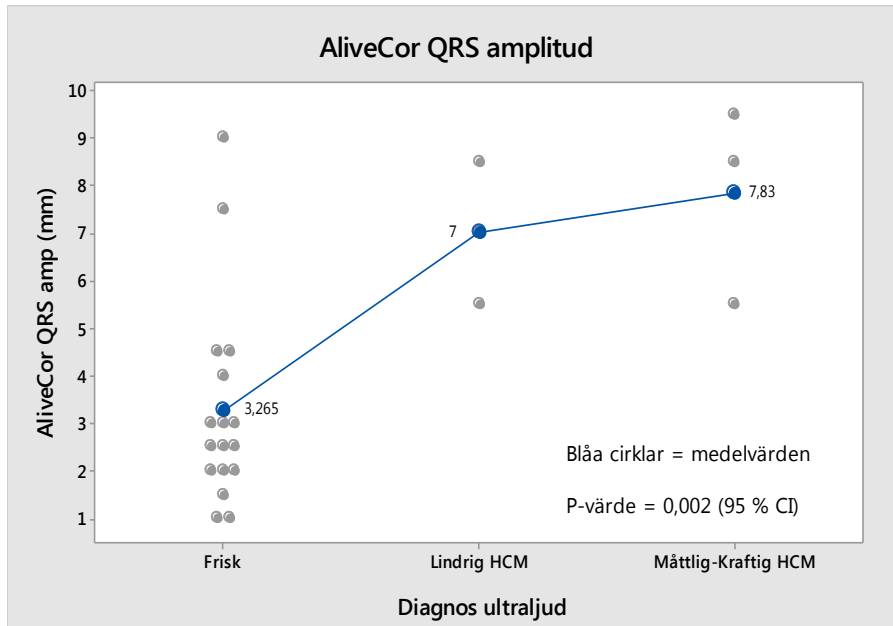
Tabell 6. *AliveCor EKG QRS dur; Standard EKG QRS dur*

	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>St Dev</b>	<b>SE Mean</b>
<b>AliveCor EKG QRS dur (s)</b>	23	0,043	0,012	0,002
<b>Standard EKG QRS dur (s)</b>	23	0,041	0,010	0,002
<b>Difference (s)</b>	23	0,002	0,006	0,001

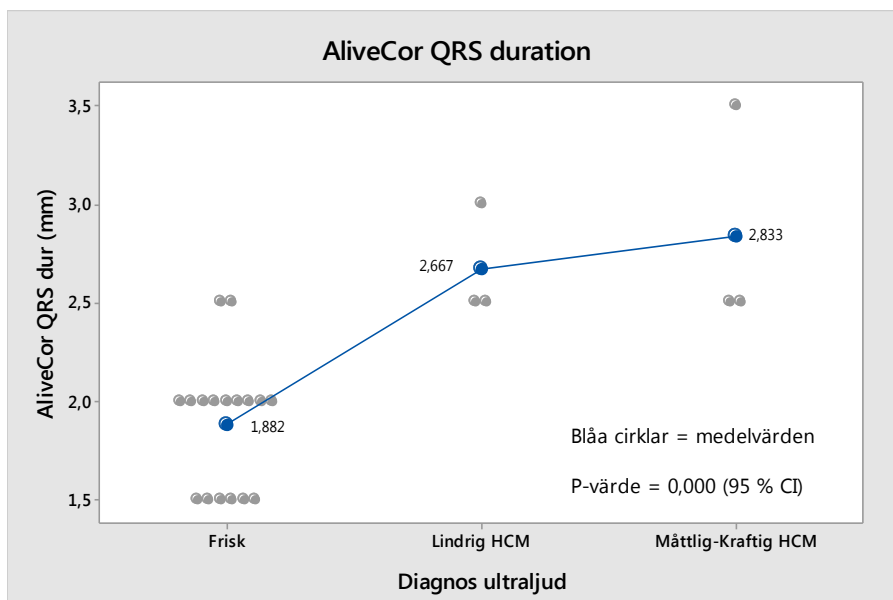
95 % CI: (-0,00075; 0,00423), T-test = 0 (vs  $\neq$  0): T-värde = 1,45, P-värde = 0,162

För att undersöka om det fanns någon skillnad mellan de tre diagnosgrupperna frisk, lindrig HCM och måttlig-kraftig HCM avseende iPhone EKG utfördes en variansanalys av variablerna QRS amplitud, QRS duration och QRS amplitud + duration.

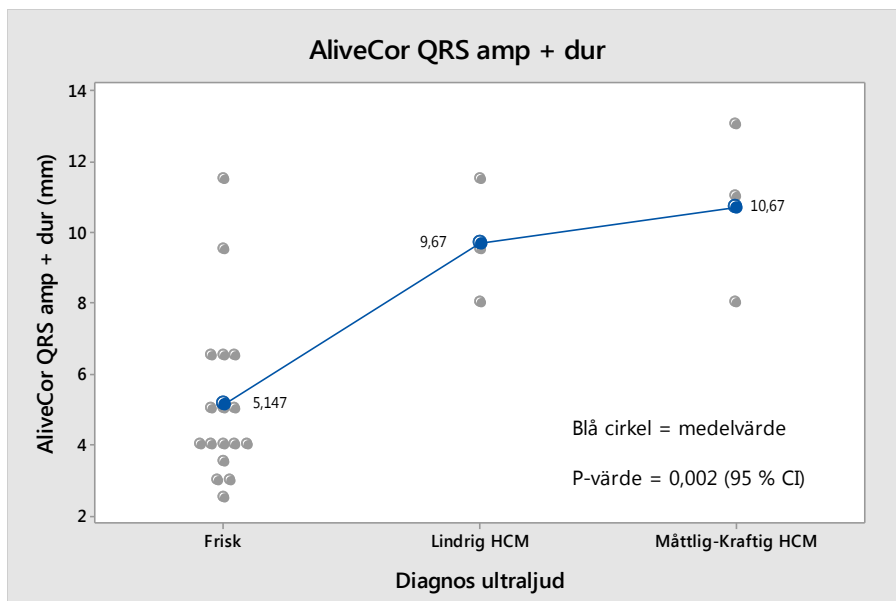
Denna test visade på en statistisk signifikant skillnad ( $p < 0,05$ ) av ett 95 % CI mellan friska katter och HCM katterna avseende alla variablerna (QRS amplitud, QRS duration och QRS amplitud + duration). Resultat från variansanalysen presenteras i form av en dot plot (Fig. 5a-5c).



Figur 5. a) Dot plot av QRS amplitud för grupperna frisk, lindrig- och måttlig-kraftig HCM.



Figur 5. b) Dot plot av QRS durationen för grupperna frisk, lindrig- och måttlig-kraftig HCM



Figur 5. c) Dot plot av QRS amplitud + duration för grupperna frisk, lindrig- och måttlig-kraftig HCM.

## DISKUSSION

I denna studie hade 5 av 6 (83,3 %) av katterna med HCM ett systoliskt blåsljud, grad III-IV, och av de friska katterna hade 6 av 17 (35,3 %) blåsljud, grad I-II. Således hade katterna med HCM ett kraftigare blåsljud än de friska. Liknande resultat (88,7 %) presenterade Trehou-Sechi *et al.* (2012) i en retrospektiv studie av 344 katter med HCM. Det höga värdet i vår studie berodde troligen på att det var katter med blåsljud som i första hand eftersöktes till studien. Inget blodtryck eller blodprov utfördes för att diagnosticera hypertension eller hypertyroidism då syftet med studien var att undersöka hur väl ett iPhone EKG fungerade för att upptäcka hjärtförstoring och inte diagnostisera om orsaken var en primär- eller sekundärt orsakad HCM.

Med AliveCor diagnosticerades alla katter med HCM men även två falskt positiva. Dessa två katter var dock i gränsfallzonen till HCM på ultraljud. Standard EKG erhöll endast en falskt positiv men också en falskt negativ katt. Således kan slutsatsen dras att AliveCor i denna studie hade en högre sensitivitet (= 1) än standard EKG (= 0,83) vilket gör den till en mer användbar test för att diagnosticera HCM. Det är givetvis bättre med falskt positiva individer än falskt negativa eftersom inga sjuka individer bör förbises, vilket tyvärr hände med standard EKG i detta fall. Det kan vara svårt att uttala sig om sensitivitet och specificitet i denna studie eftersom det var så få katter med HCM i studiepopulationen och därför beräknades även Cohen's kappas. Det gjorde det möjligt att kunna se hur väl testerna stämde överens med ultraljudet. Testen visade att det fanns en betydande överensstämmelse då kappavärdet för iPhone EKG blev 0,8. Standard EKG visade liknande värde då kappavärde blev 0,77. Det var dock bra att räkna med sensitivitet och specificitet eftersom det gav lite mer information om falskt positiva och falskt negativa individer i testerna. På humansidan har liknande och till och med bättre resultat presenterats i studier där iPhone EKG användes för att diagnosticera förmaksflimmer och risk för en eventuell stroke pga ATE (Lao *et al.*, 2013).

I de parade t-testerna så kunde signifikant skillnad ses i amplituderna (Tabell 3 och 5). P- och R-amplitud visade sig bli lägre på iPhone EKG än standard EKG. Orsaken till detta skulle kunna vara att

EKG-systemet i AliveCor är något mer dämpat för att reducera växelström och muskelstörningar än vanligt standard EKG. Däremot kunde ingen signifikant skillnad ses av durationen, varken på P-vågor eller QRS-komplex (Tabell 4 och 6). iPhone EKG fungerar således bra när det kommer till korrekta mätningar av durationerna men den kommer inte upp i samma höga amplitud som ett standard EKG. Det finns dock inga normalvärden för AliveCor eftersom det är en "base-apex" bröstavledning vilket skiljer sig från vanlig standard EKG med extremitetsavledningar, därför är denna studie viktig, och fler studier är önskvärda.

Variansanalysen var intressant då testen fann statistisk signifikant skillnad mellan de normala katterna och HCM-grupperna avseende QRS-komplexets duration och amplitud. Det var dock vissa individer som överlappade varandra i de olika grupperna vilket kan ses i figur 5a-c. Det var enbart tre katter i vardera HCM-grupp vilket gjorde det problematiskt att påvisa statistisk signifikant skillnad mellan HCM-grupperna och således hade det varit önskvärt med fler deltagande katter med HCM.

Katter med HCM kom att synas på ett iPhone EKG (100 %) i form av morfologiska förändringar med framförallt förlängda QRS durationer i denna studie. Detta resultat motsätter sig på så vis bland annat en tidigare studie av Riesen *et al* (2008) där endast 10 % av de morfologiska förändringarna kom att synas på ett standard EKG. Det kan vara så att iPhone EKG är mer sensitivt än standard EKG på att upptäcka morfologiska förändringar eftersom det är en bröstavledning.

Avläsning av EKG-komplexen i iPhone kunde ske med mycket god precision då det fanns möjlighet att förstora upp komplexen genom en "screenshot" (Fig. 2-4) i telefonen. Givetvis kunde EKG-mätningar avläsas direkt från AliveCor appen eller skrivas ut och därefter avläsas, men precisionen blev bättre vid förstoring i telefonen. Det uppfattades som lättare att avläsa iPhone EKG än standard EKG av både handledare och examinerande student och det gick också betydligt snabbare och smidigare att utföra än ett standard EKG, vilket uppskattades märkbart av både katter och djurägare.

En av begränsningarna i detta examensarbete var den korta tiden att genomföra studien på vilket resulterade i endast 6 katter med HCM. Fler deltagande katter, både friska men framförallt med HCM, hade varit önskvärt och skulle troligen ändrat resultaten en del framförallt när det gällde uträknad sensitivitet och specificitet för de olika testerna. Slutsatser från statistik uträknat från 23 katter skall således göras med viss försiktighet även om behandlingen av all data skett blindat.

Ett problem som uppstod vid insamlingen av data var placeringen av alkogel direkt på elektroderna då denna lätt flyktiga gel kunde rinna in mellan EKG-skalet och telefonen och därigenom orsaka fuktskador. För att undvika detta problem placerades i senare delen av studien sprit och alkogel på huden i området för elektroderna på djuret och inte på telefonen vilket fungerade bra. Ett annat bekymmer var om djuret skakade eller rörde sig mycket, vilket på så sätt kunde skapa en ojämn baslinje som gjorde det svårare att avläsa EKG-komplexen, framförallt hos de friska katterna med mycket små EKG-komplex, men detta var i högre grad ett problem vid standard EKG liksom uppkomst av växelströmsstörning.

För att diagnostisera HCM så är hjärtultraljud för närvarande den mest tillförlitliga metoden som finns (undantag postmortem undersökning), men nackdelarna är att det kräver specialkompetens, har en begränsad tillgänglighet och utrustningen är kostsam. Nackdelen med blodprover för olika peptider är att de ska till analys vilket kan ta tid och medför kostnader. Ibland behövs akuta beslut om att låta söva en patient eller inte och detta skulle kunna erhållas med ett iPhone EKG som går snabbt och enkelt. Gällande avel och gentester så behövs mer forskning. Hos Main Coon har stora framsteg skett gällande A31P genens betydelse för rasen (Longeri *et al.*, 2013), men det är fortfarande en del osäkerhet i testen med en del falskt positiva och en del falskt negativa.

Standard EKG används idag främst till att undersöka arytmier och det kan vara nog så besvärligt för katt och veterinär då det är viktigt att alla elektroderna får bra kontakt med huden, att elektroderna kopplas rätt, att det inte finns utrustning som stör och orsakar växelströmsstörningar samt att det ibland måste kunna kopplas upp till en dator med installerad programvara för att kunna avläsas. Detta är givetvis svårt att åstadkomma på en mindre klinik och i ambulerande praktik.

Röntgen är ofta inte tillräckligt känslig metod för diagnos då katter måste uppvisa sekundära förändringar i form av förmaksförstoring, lungödem och/eller pulmonär hypertension. Den kliniska undersökningen är ej så betryggande då katter kan ha HCM utan något blåsljud, men även katter som har blåsljud behöver inte ha HCM. Dessa blåsljud kan vara fysiologiska (s.k. ”oskyldiga” blåsljud) och kan exempelvis uppstå när katten utsätts för stress. Förändrade förutsättningar kan göra att blodet skapar ett turbulent flöde (svirr) när det ska ut genom aorta eller lungartären vilket kan ge svaga blåsljud. Ett vanligt problem i klinisk praktik är också att katter med subklinisk HCM kan felklassificeras som normala då inga blåsljud existerar.

Stort behov finns således av en enkel, snabb och billig diagnostik som kan komplettera ovan nämnda diagnostiska hjälpmedel, en test som inte förbiser eventuellt sjuka individer och som finns tillgänglig när som helst. Resultaten från denna studie talar för att iPhone EKG kan bli en värdefull diagnostisk metod för att upptäcka HCM hos katter vid till exempel screening, inför operationer, vid auskulterat blåsljud eller vid symtom från cirkulations- eller respirationsorganen. Katter som ligger i farozonen för HCM på ett iPhone EKG (QRS > 0,04 s) kan remitteras vidare för ett hjärtultraljud. Denna studie tyder på att ytterligare studier av iPhone EKG med större undersökningspopulation vore önskvärt.

## **TACK**

Stort tack till min handledare professor Clarence Kvart för sitt otroliga engagemang, entusiasm, pedagogiska förmåga och hjälpsamhet genom hela examensarbetet. Jag vill även tacka Uppsala Veterinärmottagning (UVM) för att jag kunde vara där och utföra min studie, för ett fantastiskt samarbete och för deras hjälpsamhet.

## REFERENSER

- Abbot, J.A. (2010). Feline hypertrophic cardiomyopathy: An update. *Veterinary Clinics North America Small Animal Practice*, vol.40, ss. 685-700.
- AliveCorVet. (2012). *AliveCor User Manual Veterinary Heart Monitor*.  
[https://alivacorcms.s3.amazonaws.com/sites/500080fab4ab9e0002000004/content\\_entry51bf5a67e5fcb00804000d08/51bf5b01e5fcb00013001879/files/AliveCor\\_Vet\\_Heart\\_Monitor\\_User\\_Manual.pdf](https://alivacorcms.s3.amazonaws.com/sites/500080fab4ab9e0002000004/content_entry51bf5a67e5fcb00804000d08/51bf5b01e5fcb00013001879/files/AliveCor_Vet_Heart_Monitor_User_Manual.pdf)  
[2014-09-08]
- Andersson, S., Ljungvall, I., Höglund, K., Häggström, J. (2014). Dödsorsaker och överlevnad hos svenska katter med hypertrofisk kardiomyopati, *Svensk Veterinärtidning*, vol. 66, ss.11-17.
- Bathy, C.J. (2004). Feline hypertrophic cardiomyopathy: an update. *Veterinary Clinics of Small Animal Practice*, vol. 34, ss. 1227-1234.
- Côté, E., MacDonald, K.A., Meurs K.M. & Sleeper, M.M. (2011). *Feline Cardiology*. Chichester, Wiley-Blackwell.
- Ferasin, L. (2009). Feline myocardial disease 2: Diagnosis, prognosis and clinical management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, vol.11, ss. 183-194.
- Ferasin, L., Sturgess, C.P., Cannon, M.J., Caney, S.M.A., Gruffydd-Jones, T.J. & Wotton, P.R. (2003). Feline idiopathic cardiomyopathy: a retrospective study of 106 cats (1994-2001). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, vol.5, ss. 151-159.
- Fox, P.R., Liu, S.K. & Maron, B.J. (1995). Echocardiographic assessment of spontaneously occurring feline hypertrophic cardiomyopathy. An animal model of human disease. *Circulation*, vol.92, ss. 2645–2651.
- Kittleson, M.D., Meurs, K.M., Munro, M.J., Kittleson, J.A., Liu, S.K., Pion, P.D. & Towbin, J.A. (1999). Familial hypertrophic cardiomyopathy in Main Coon cats. An animal model of human disease. *Circulation*, vol. 99, ss. 3172-3180.
- Kraus, M.S., Calvert, C.A. & Jacobs, G.J. 1999. Hypertrophic cardiomyopathy in a litter of five mixed-breed cats, *Journal of the American Hospital Association*, vol 35, ss.293-296.
- Kvart, C. & Häggström, J. (2002). *Cardiac Auscultation and Phonocardiography in Dogs, Horses and Cats*. Uppsala: TK Uppsala AB.
- Langhorn, R., Tarnow, I., Willeesen, J.L., Kjølgaard-Hansen, M. & Skogaard, I.M. & Koch, J. (2014). Cardiac troponin I and T as prognostic markers in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 28, ss. 1485-1491.
- Lau, J.K, Lowres, N., Neubeck, L., Brieger, D.B., Sy, R.W., Galloway, C.D., Albert, D.E. & Freedman, S.B. (2013). iPhone ECG application for community screening to detect silent atrial fibrillation: a novel technology to prevent stroke. *International Journal of Cardiology*, vol 165, ss. 193-194.
- Liu, S.-K. & Tilley, L.P.(1980). Animal models of primary myocardial diseases. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, vol. 53, ss. 191-211.
- Longeri, M., Ferrari, P. Knäufelz, P., Mezzelani, A., Merabotti, L., Milanese, L., Pertica, G., Polli, P., Brambilla, P.G., Kittleson, L., Lyons, L.A. & Porciello, F. (2013). Myosin-binding protein C DNA variants in domestic cats (A31P, A74T, R820W) and their association with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 27, ss. 275-285.

- Medgadget. (2012-08-27). *AliveCor Launches iPhone Veterinary Heart Monitor Ahead of Human Version*. <http://www.medgadget.com/2012/08/alivecor-launches-iphone-veterinary-heart-monitor-ahead-of-human-version.html> [2014-09-08]
- Meurs, K.M., Kittleson, M.D., Towbin, J., & Ware, W.A. (1997). Familial systolic anterior motion of the mitral valve and/ or hypertrophic cardiomyopathy is apparently inherited as an autosomal dominant trait in a family of American shorthair cats, *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 11 s.138.
- Petrie, A. & Watson, P. (2006). *Statistics for Veterinary and Animal Science*. 2nd ed, Iowa: Blackwell Publishing.
- Riesen, S.C., Kovacevic, A., Lombard, C.W. & Amberger, C. (2008). Prevalence of heart disease in symptomatic cats: an overview from 1998 to 2005. *The European Journal of Companion Animal Practice*, vol.18, ss.15-20.
- Rush, J.E., Freeman, L.M., Fenollosa, N.K. & Brown, D.J. (2002). Population and survival characteristics of cats with hypertrophic cardiomyopathy: 260 cases (1990-1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, vol. 20, ss. 202-207.
- Tilley, L.P., Smith F.W.K., Oyama M.A. & Sleeper, M.M. (2008). *Manual of Canine and Feline Cardiology*. 4th ed, St Louis: Saunders Elsevier.
- Trehiou-Sechi, E., Tissier, R., Gouni, V., Misbach, C., Petit, A.M.P., Balouka, D., Sampedrano, C.C., Castaignet, M., Pouchelon, J.-L. & Chetboul, V. (2012). Comparative echocardiographic and clinical features of hypertrophic cardiomyopathy in 5 breeds of cats: A retrospective analysis of 344 cases (2001–2011). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol.26, ss. 532-541.
- Ware, W.A. (2014). Myocardial disease of the cat. I: Nelson, RW. & Couto, CG. (red), *Small Animal Internal Medicine*, 5th ed, Missouri, Elsevier, ss. 145-158.
- Wess, G., Daisenberger, P., Mahling, M., Hirschberger, J. & Hartmann, K. (2011). Utility of measuring plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide in detecting hypertrophic cardiomyopathy and differentiating grade of severity in cats. *Veterinary Clinical Pathology*, vol. 40 (2), 237-244.



## APPENDIX 1



Inst. För Anatomi, Fysiologi och Biokemi

SLU, box 7011, 750 07 Uppsala

## Djurägarmedgivande

### Studier av EKG hos katter

Katter drabbas ibland av hjärtfel som kan vara svåra att diagnosticera då de inte alltid ger upphov till blåsljud. Trots hjärtfelen kan katterna under längre eller kortare tid vara symptomfria, men en vanlig narkos och operation skulle kunna vara riskfyllt att utföra.

En svårighet i klinisk praktik är att via enkla diagnostiska åtgärder förutsäga att hjärtfel föreligger. Traditionellt använda diagnostiska metoder som hjärt- och lungröntgen samt ultraljud är kostsamma och resurskrävande metoder som normalt ej utföres på symptomfria katter.

Den planerade studien avser att studera huruvida en ny enkel metod att ta ett EKG med en iPhone på ett adekvat, men mindre resurskrävande, sätt kan erhålla diagnos om hjärtat är normalt eller om det råder misstanke om hjärtfel.

### Vad innebär studien för dig och din katt?

Studien innebär att din katt kostnadsfritt undersöks:

- smärtfritt av en hjärtspecialist med fokus på hjärtat.
- med ett vanligt EKG samt iPhone-EKG.
- med ett hjärtultraljud där katten ligger på sidan.

*Tidsåtgång ca 15-30min.*

### Kontaktuppgifter till projektansvarig

Kontaktperson och ansvarig för denna studie är Prof. Clarence Kvart

E-mail: [Clarence.kvart@slu.se](mailto:Clarence.kvart@slu.se) Tel: 018-672131, 070-5925352

# Djurägarmedgivande

Jag har tagit del av ovanstående information samt fått muntlig information om studien.

## Studier av EKG hos katter

Härmed godkänner jag att min katt deltar i studien och resultaten publiceras anonymt. Jag är införstådd med att deltagandet är helt frivilligt och ej påverkar vården av min katt.

Kattens namn: \_\_\_\_\_

Kattägarens namn: \_\_\_\_\_

Adress: \_\_\_\_\_

Telefonnr: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ort, datum

\_\_\_\_\_  
Namnunderskrift djurägare

\_\_\_\_\_  
Namnförtydligande

### Kontaktuppgifter till projektansvarig

Kontaktperson och ansvarig för denna studie är Prof. Clarence Kvarn

E-mail: [Clarence.kvarn@slu.se](mailto:Clarence.kvarn@slu.se) Tel:018-672131, 070-5925352

APPENDIX 2

**PATIENTJOURNAL - Examensarbete AliveCor EKG 2014**

Djurets namn: \_\_\_\_\_

Djurets födelsedatum: \_\_\_\_\_

Ras: \_\_\_\_\_ Vikt: \_\_\_\_\_

Hona  Honkastrat  Hane  Hankastrat

Djurägarens namn: \_\_\_\_\_

Adress: \_\_\_\_\_

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Besöksorsak: \_\_\_\_\_

Andra sjukdomar och ev.  
medicinering: \_\_\_\_\_

.....

**TIDIGARE DIAGNOSTIK**

Ultraljud: \_\_\_\_\_

EKG: \_\_\_\_\_

RTG: \_\_\_\_\_

Blodprov: \_\_\_\_\_

Diagnos: \_\_\_\_\_

**ANAMNES**

\_\_\_\_\_

**STATUS**

HR: \_\_\_\_\_ Blåsljud: ja nej Grad1-6: \_\_\_\_\_ P.max: \_\_\_\_\_

Hjärtalp: \_\_\_\_\_ Femoralpuls: \_\_\_\_\_

RR: \_\_\_\_\_ And.ljud: \_\_\_\_\_

Slemhinnor: \_\_\_\_\_

**AliveCorEKG** (50mm/sek 1mm= 0,02sek 5 mm= 0,1sek)

Tid skickat: \_\_\_\_\_

HR: \_\_\_\_\_

P amp: \_\_\_\_\_ P dur: \_\_\_\_\_

QRS dur: \_\_\_\_\_ R amp: \_\_\_\_\_

S-T: \_\_\_\_\_

Diagnos: \_\_\_\_\_

**Nihon Kohden cardiofax GEM EKG**

(50mm/sek 1mm= 0,02sek 5 mm= 0,1sek)

Apparatdiagnos: \_\_\_\_\_

EKG avledning: \_\_\_\_\_

HR: \_\_\_\_\_

P amp: \_\_\_\_\_ P dur: \_\_\_\_\_

QRS dur: \_\_\_\_\_ R amp: \_\_\_\_\_

S-T: \_\_\_\_\_

Diagnos: \_\_\_\_\_

**ULTRALJUD**

IVSd: \_\_\_\_\_ (mm)

LVIDd: \_\_\_\_\_ (mm)

LVFWd: \_\_\_\_\_ (mm)

FS: \_\_\_\_\_ (%)

Ao: \_\_\_\_\_ (mm)

LA: \_\_\_\_\_ (mm)

LA/Ao: \_\_\_\_\_ (mm)

DIAGNOS			
Normal			
HCM	Mild	Måttlig	Kraftig
Annat: _____			