



Kontinuerlig glukosmätning - en möjlighet för den svenska djursjukvården?

*Continuous glucose monitoring
- a possibility for the Swedish animal health care?*

Ida Lindahl

Djursjukskötprogrammet

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Djursjukskötprogrammet

Skara 2012

Studentarbete 421

*Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health
Veterinary Nurse Programme*

Student report 421

ISSN 1652-280X



**Kontinuerlig glukosmätning
- en möjlighet för den svenska djursjukvården?**

*Continuous glucose monitoring
- a possibility for the Swedish animal health care?*

Ida Lindahl

Studentarbete 421, Skara 2012

**G2E, 15 hp, Djursjukskötprogrammet, självständigt arbete i djuromvårdnad,
kurskod EX0702**

Handledare: Emma Andersson Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU,
Box 234, 532 23 Skara

Examinator: Christina Friberg Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU,
Box 234, 532 23 Skara

Nyckelord: Diabetes mellitus, insulin, kontinuerlig glukosmätning,
blodglukosmätning, hund, djurägare, djuromvårdnad

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Box 234, 532 23 SKARA

E-post: hmh@slu.se, **Hemsida:** www.slu.se/husdjurmiljohalsa

I denna serie publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| ABSTRACT | 4 |
| INLEDNING | 5 |
| BAKGRUND | 6 |
| Diabetes Mellitus | 6 |
| <i>Allmänt</i> | 6 |
| <i>Riskfaktorer</i> | 6 |
| <i>Klassificering</i> | 6 |
| Blodglukosmätning | 7 |
| <i>Olika metoder för blodglukosmätning</i> | 7 |
| SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR..... | 9 |
| MATERIAL OCH METOD | 10 |
| RESULTAT..... | 11 |
| SYSTEM FÖR KONTINUERLIG GLUKOSMÄTNING | 11 |
| Applicering av systemet på patienten | 11 |
| Användning av kontinuerlig glukosmätning vid anestesi..... | 12 |
| Fördelar och nackdelar med kontinuerlig glukosmätning | 12 |
| DISKUSSION | 14 |
| KONKLUSION | 16 |
| POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING | 17 |
| REFERENSLISTA | 19 |

Abstract

The purpose of this scientific essay is to evaluate if a continuous glucose monitoring system is something that can benefit Swedish animal health care. The study investigates if it is medically possible to use continuous glucose monitoring systems on dogs with an apparatus attached to their bodies. Furthermore, I try to establish whether this is possible in practice and how it could be done. The keywords used were diabetes mellitus, insulin, continuous glucose monitoring, blood glucose monitoring, dog, pet owner and animal nursing care. Furthermore, I wanted to find out if this system could be an alternative to currently established methods to measure the patient's blood glucose level. If this was a possibility it would lead to better control of the blood glucose levels because this system measures the glucose concentrations every 5 minutes and would lead to a better insulin adjustment for the patient. The result showed both advantages and disadvantages with the system. During anaesthesia the use of a real-time continuous glucose monitoring system could lead to less postoperative complications such as brain damage and seizures. The system has to be calibrated each day with a handheld blood glucose meter. This means that the pet owner has to stick the animal each day during the monitoring time to measure the blood glucose level to compare with the glucose concentration. But if the pet owner is dedicated to the pet, the use of the continuous glucose monitoring leads to a better control of the dog's diabetes mellitus. This could lead to a longer life, less suffering and fewer complications for the patient. Furthermore, the study concludes that this system should be improved so it can be attached to the animal for more than 72 hours (the maximum time used at the time of the study). The study also concludes that the system should be improved so it does not have to be calibrated. Continuous glucose monitoring could modernize the Swedish animal health care for dogs diagnosed with diabetes mellitus in both treatment and nursing routines. It could facilitate the guidance an animal nurse gives those patients due to how their blood glucose has fluctuated during several days. The veterinarian decides the dosage of insulin to give the patient and the animal nurse has an important role as they can give advice to the pet-owner regarding food and exercise after analysing the glucose levels so the animal can receive an optimal care.

Inledning

Diabetes mellitus är en av de vanligaste endokrina sjukdomarna hos hund och förekomsten av denna sjukdom ökar ständigt (Feldman & Nelson, 2004). Förekomsten varierar mellan 0.13 % till 2 % av hundar som lever i USA. (Rand *et al.*, 2004). Enligt en studie som gjordes på svenska hundar kommer uppskattningsvis 1,2 % av hundpopulationen få någon form av diabetes mellitus innan 12 års ålder (Fall *et al.*, 2007).

Inom humansjukvården finns det väl utvecklade omvårdnadsrutiner för att vårda patienter med diabetes och det är framför allt till specialiserade diabetessjuksköterskor som patienterna vänder sig för att råd om hur de med hjälp av kost, motion och insulin kontrollerar sin diabetes på bästa sätt. Inom djursjukvården pågår en utvecklingsfas där många större djursjukhus har särskilda diabetesdjursjukskötare. Personligen har jag egen erfarenhet av sjukdomen och humansjukvårdens rutiner och upplever att det fortfarande finns rutiner som kan utvecklas inom djursjukvården kring omvårdnaden gällande diabetes mellitus hos hund, däribland ett enklare och bättre sätt att mäta blodglukos mer kontinuerligt.

Omvårdnadsrutiner inom humansjukvården gällande diabetes mellitus innefattar att mäta blodglukosnivån hos patienten med en handhållen blodglukosmätare. Även blodtrycket registreras liksom lipidnivåerna och vikten. Dessa mätningar görs för att undvika komplikationer i framtiden såsom hjärtattacker, stroke, njursjukdomar och för att kunna sätta in åtgärder i tid. Mätningarna bör göras minst en gång per år och även kontroller av patientens fötter (känsl) och en njurkontroll bör göras. Hur ofta dessa kontroller utförs beror på individen (Hicks, 2011).

För människor är egenmätning av blodglukos, som utförs systematiskt, en förutsättning för en framgångsrik insulinbehandling och för en bra blodglukoskontroll. Vid en förändring av grunddoseringen av insulin krävs regelbundna glukosprofiler och att det görs en uppföljning av förändringarna. Tidpunkten och frekvensen för egenmätningar beror på individen men för god glukoskontroll bör mätning av blodglukos ske minst 4 gånger per dag. Lämpligen utförs provtagningen innan huvudmålen för att då bestämma insulindosen för måltiden. Det är även lämpligt att mäta blodglukos inför natten för att undvika nattliga hyper- och hypoglykemier. Vid försämrad kontroll och vid nyupptäckt diabetes krävs en mer frekvent blodglukosmätning. Akut sjukdom, fysisk aktivitet, resor och arbete med mera kräver också tätare tester (Västra Götalandsregionen, 2010). HbA1c är ett laboratorieprov som visar hur blodglukos nivån har legat hos patienten under cirka 6 veckor, 2-3 månader innan provtagningen. Mätning av HbA1c utförs regelbundet hos patienten med diabetes mellitus (Fritz, 2010).

Djuromvårdnadsrutiner inom den svenska djursjukvården gällande diabetes mellitus hos inneliggande hundar innefattar att djursjukskötaren administrerar insulin enligt veterinärens ordination, utför olika diagnostiska tester, ger lämplig näring vid utsatta tider, tar regelbundna tester gällande blodglukos och mäter även glukosnivån i urinen. Även inom djursjukvården kan mätning av blodglukosnivån utföras och information om hur blodglukoset har legat under en längre tid kan fås. Det går att utläsa hur blodglukosvärdet har legat under 2-3 veckor innan provtagningen och då mäts fruktosaminnivån hos hunden för att fastställa detta (AL Westman. Legitimerad djursjukskötare, specialiserad på diabetes. Muntligt meddelande. 2012-05-18).

Bakgrund

Diabetes Mellitus

Allmänt

Orsaken till diabetes mellitus tros vara en relativ eller en absolut brist av insulin som produceras av betacellerna i pankreas. Insulin stimulerar transporten av näringsämnen, bland annat glukos över cellmembranet för att användas vid anabola processer i kroppen. Om brist på insulin råder i blodet så kommer inte glukos överföras från blodet till cellen och det uppstår hyperglykemi, det vill säga ett för högt blodglukosvärde. Detta kan på längre sikt leda till olika slags komplikationer såsom till exempel katarakt och njurinsufficiens. Kliniska symptom på diabetes mellitus är polyfagi, polyuri, polydipsi och viktne­d­gång. Diagnosen ställs genom att ta ett blodglukosvärde på patienten och man undersöker om det finns glukos i urinen genom att använda en urinsticka (Rand *et al.*, 2004).

Riskfaktorer

Riskfaktorer för utvecklingen av diabetes mellitus hos hund kan vara genetiska faktorer (rasbetingat), stress, återkommande fall av pankreatit och om hunden har haft eller har hyperadrenokorticism (Guptill *et al.*, 2003; Catchpole *et al.*, 2005). Tikar kan utveckla en insulinresistent variant av diabetes mellitus vid dräktighet och diöstrus. Tikar som inte är kastrerade har en större sannolikhet att få sjukdomen diabetes mellitus än hanar (Guptill *et al.*, 2003). Ökad ålder är också en riskfaktor för att utveckla sjukdomen. De flesta hundar som diagnostiseras med sjukdomen är 7 år eller äldre (Rand *et al.*, 2004).

Klassificering

I dagens läge så finns det ingen internationell accepterad klassificering av diabetes hos hund. Tidigare klassificerades diabetes mellitus hos hund som antingen icke insulinberonde eller insulinberoende trots att de flesta hundar med detta sjukdomstillstånd är beroende av exogen tillförsel av insulin (Catchpole *et al.*, 2005).

Ett förslag till klassificering finns idag där utgångspunkten utgår från nuvarande kunskap om sjukdomen och orsaken till diabetes mellitus hos hund. Förslaget innebär att diabetes mellitus skulle kunna delas in i sju undergrupper (Fall, 2009).

Den första är juvenil diabetes som tros bero på antingen betacellshypoplasi eller en kombination av pancreasatrofi och en försämrad funktion hos betacellerna. Den andra undergruppen är progesteronrelaterad diabetes som tros bero på antingen hormonet gestagen eller fasen diöstrus. Den tredje undergruppen vid klassificering av diabetes mellitus är att sjukdomen skulle uppstå sekundärt till pankreatit. Sjukdomen kan även uppkomma på grund av endokrina tumörer som i sin tur kan uppstå på grund av glukagonom, hyperadrenokorticism och akromegali. Diabetes kan även ha en iatrogenisk orsak, det vill säga på grund av att veterinären har ordinerat ett visst farmaka för att behandla en annan sjukdom. Diabetes kan uppkomma vid behandling med glukokortikoider, progestin och kan även uppkomma sekundärt till behandling av insulintumörer. Det finns också en immunmedierad och en idiopatisk form av diabetes mellitus (Fall, 2009).

Fetma kombinerat med glukosintolerans kan leda till insulinresistens, men det är inte en primär orsak till diabetes mellitus hos hundar (Catchpole et al., 2005).

Blodglukosmätning

Målet med behandlingen av diabetes mellitus hos hundar är att upphäva de kliniska symptomen och undvika hypoglykemi, som beror på för mycket tillförsel av exogent insulin, samt att hunden ska kunna återgå till sin normala livsstil (Fleeman & Rand, 2001). Komplikationer som kan uppstå vid en inadekvat blodglukoskontroll är bland annat kroniska infektioner i urinvägarna och katarakt (Bennet, 2002). Det är alltså viktigt med en adekvat kontroll på blodglukosnivån hos sin hund för att undvika komplikationer (Wiedmeyer & DeClue, 2011).

Olika metoder för blodglukosmätning

Det finns många olika tekniker för att bibehålla en god kontroll på blodglukosvärdet hos sin hund. En teknik är att utbilda djurägare genom att lära dem vilka kliniska symptom som uppstår vid för höga blodglukosvärden. Djurägare kan rekommenderas att undersöka hundens vattenkonsumtion och hur ofta hunden urinerar (Bennet, 2002). Denna information kan sedan behandlande veterinär använda för att bedöma hur djuret mår. Denna metod ger dock ingen tydlig information om hur väl patientens blodglukos har legat under en längre tid och det är viktigt att ha en mycket dedikerad djurägare som noggrant observerar sitt djur (Wiedmeyer & DeClue, 2011).

Regelbunden mätning av blodglukoskoncentrationen i kroppen för att skapa en blodglukoskurva under dygnet med hjälp av ett antal blodprover från patienten är ett annat alternativ för kontroll av blodglukosvärdet (Bennett, 2002). När detta utförs på ett korrekt sätt kan blodglukoskurvorna användas för att bestämma lämpliga doser av insulin, vilken insulinsort som ska användas och hur många gånger insulin ska injiceras till patienten per dag för att bibehålla en normal blodglukosnivå (Fleeman & Rand, 2001; Bennett, 2002). För att få en blodglukoskurva så tas blodprover via en perifer venkateter varannan timme under ett halvt eller ett helt dygn. Då detta tar lång tid måste djuret ligga inne på djursjukhuset. Denna vistelse med bland annat upprepade blodprovstagningar kan orsaka stress hos djuret, vilket i sin tur kan leda till hyperglykemi. Dessutom följs inte de normala dagliga rutinerna som djuret har hemma utan det blir förändringar när det gäller motion, mat och andra vanor när djuret ligger inne på djursjukhuset vilket kan påverka blodglukosnivån (Bennett, 2002). Detta sätt för att få fram blodglukoskurvor är bra men svårt att göra ofta och regelbundet (Wiedmeyer & DeClue, 2011).

Ett alternativ till blodglukosmätning på djursjukhus är att djurägaren själv kontrollerar blodglukosen på sitt djur hemma genom en blodglukosmätare. På detta sätt undviks stress som kan uppstå då djuret vistas på djursjukhuset för att ta blodglukos värden. De flesta portabla blodglukosmätarna för människor kan även användas på djur. Det mest förekommande stället på djurets kropp där ett blodglukos prov tas är på örat (Cohn *et al.*, 2000). För att utföra en blodglukosanalys krävs en blodglukosmätare men även teststickor, lancettpenna och lancetter. Lancettpennan fungerar som en blodprovstagare och lancetter är sterila nålar som sätts i lancettpennan. Teststickan förs in i blodglukosmätaren. En steril nål sticker genom huden med hjälp av lancettpennans avfyrfunktion för att få fram en bloddroppe som senare appliceras på teststickan för att få fram ett rådande

blodglukosvärde (Orndal L, 2010). Detta alternativ till blodglukos mätning kräver att djurägaren är dedikerad och tar regelbundna prover. Det är också viktigt att djurägaren diskuterar med behandlande veterinär innan eventuell justering av insulindoser (Wiedmeyer & DeClue 2011).

Ytterligare ett alternativ till att mäta blodglukos är att använda en urinsticka. Om det ofta är höga värden av glukos i urinen så behövs en mer noggrann övervakning av blodglukosnivån (Bennett, 2002). Det är dock viktigt att djurägaren inte tar egna beslut gällande eventuell justering av insulindoser. Ett blodprov på djursjukhuset kan tas där man kan se hur blodglukosnivån har legat hos djuret under en längre tid (Jensen, 1995).

Med hjälp av kontinuerlig glukosmätning går det att få reda på hur blodglukosvärdet har legat under hela dygnet vilket kan vara värdefullt för att få en bättre justering av insulindoserna (Wiedmeyer & DeClue, 2011).

Syfte och frågeställningar

Syftet med detta kandidatarbete är att sammanställa information kring möjligheten att utföra och utvärdera kontinuerlig glukosmätning hos hund. Kontinuerlig glukosmätning kan vara ett värdefullt komplement som kan inverka på den rådgivning kring omvårdnad i hemmet, såsom kost och motion, som djursjukskötare i sin yrkesroll kan komma att ge djurägare till hundar som diagnostiserats med diabetes mellitus.

Mina frågeställningar är följande:

- Är det medicinskt möjligt att använda sig av kontinuerlig glukosmätning på hund?
- Är det praktiskt möjligt?
- Hur skulle det kunna se ut i praktiken?

Material och Metod

Detta kandidatarbete utgörs av en litteraturstudie där databaserna PubMed, ScienceDirect och Google Scholar har använts för att hitta relevanta vetenskapliga artiklar. De sökord som har använts är diabetes mellitus, insulin, continuous glucose monitoring, blood glucose monitoring och dog. Totalt har nitton vetenskapliga artiklar använts varav de flesta artiklar är från 2000-talet. Av dessa är tre vetenskapliga artiklar från 1990-talet och den fakta från dessa artiklar som använts till denna litteraturstudie är gällande än idag. Några artiklar blev bortvalda då dessa var föråldrade.

Resultat

System för kontinuerlig glukosmätning

Ett system som mäter glukosnivån kontinuerligt finns nu att tillgå till hundar i USA (Davison *et al.*, 2003; Wiedmeyer *et al.*, 2003). Systemet var från början avsett för diabetespatienter inom humansjukvården för att minimera antal gånger personen måste punktera fingret med en lancett för att få fram blod för att mäta blodglukosnivån med hjälp av teststickor. Sensorer som mäter glukosnivån kontinuerligt ska fungera som ett alternativ till att sticka i örat på djuret och för att få en bättre glykemisk kontroll. Detta system är konstruerat på så sätt att istället för att mäta glukosnivån i blodet så mäts glukosnivån i den subkutana interstitiella vätskan (Rebrin *et al.*, 1999). Denna vätska är idealisk då det är säkert och lätt att komma åt vätskan och det har visat sig att denna vätskans glukoskoncentration stämmer väl överens med blodglukoskoncentrationen (Bantle & Thomas, 1997). Systemet fungerar genom att det mäter den interstitiella vätskan via en liten och flexibel sensor som är kopplad till en mätapparat. Oxidation av väteperoxid genererar en elektrisk signal som översätts till en glukoskoncentration med hjälp av mätapparaten (Rebrin *et al.*, 1999). När detta system används så mäts glukoskoncentrationen var 5:e minut, vilket resulterar i 288 mätningar på 24 timmar. Detta lagras i mätutrustningen tills dess att all data är överförd till en dator som analyserar resultaten och producerar en graf som visar hur den genomsnittliga interstitiella glukoskoncentrationen har legat var 5:e minut. (DeClue *et al.*, 2004; Wiedmeyer & DeClue, 2011).

Applicering av systemet på patienten

Djurhjälsopersonal måste sätta fast systemet på patienten när denna befinner sig på djursjukhuset. Innan applicering på patienten så rakas en yta på cirka 5x5 cm vid den laterala thoraxregionen. Sedan avlägsnas överflödigt hår och kompresser med sprit används för att desinficera området. En smal kateter (sensorn) förs in i den subkutana vävnaden med hjälp av en liten kanyl. Processen påminner om när man sätter en permanentkanyl. Kanylen används för att tränga igenom huden, katetern förs på plats och sedan förs kanylen ut. Sensorn hålls sedan på plats med hjälp av en sändare som är självhäftande (Klonoff, 2005). Den kontinuerliga glukosmätaren sätts sedan fast mot djurets kropp med hjälp av en väst, eventuellt elastiskt bandage och tejp. Sedan klipps en del av bandaget upp för att blotta displayen där själva monitoreringen ska synas. Även tejp sätts på kanterna av den kontinuerliga glukosmätaren så att dessa inte skaver på djuret (Wiedmeyer & DeClue, 2008).

Efter appliceringen av den kontinuerliga glukosmätaren så tas djuret med hem och återgår till sina vanliga rutiner. Detta för att glukoskoncentrationen ska bli så trovärdig som möjligt, det vill säga så att stress och andra faktorer inte påverkar glukosvärdena. Efter att övervakningstimmarna är över (detta system för mätning av glukosnivån kan ske mellan 48-72 timmar) så genomförs återbesök på djursjukhuset/djurkliniken där personalen får avlägsna den kontinuerliga glukosmätaren och undersöka så att det inte har uppstått några komplikationer, såsom svullnad och rodnad (Wiedmeyer & DeClue 2011).

Användning av kontinuerlig glukosmätning vid anestesi

Den vanligaste användningen av detta system är för att utvärdera hur glukosnivån ligger hos patienter med sjukdomen diabetes mellitus för att senare kunna avgöra hur mycket insulin de behöver. Men detta system kan även användas under anestesi (Affenzeller *et al.*, 2010; Bilicki *et al.*, 2010).

Det kan vara mycket användbart med kontinuerlig glukosmätning i realtid då pediatrika djur ska genomgå anestesi. Dessa djur är oftast små och det kan vara svårt att få ut tillräckligt med blod för att kunna mäta blodglukos på grund av hypovolemi. En kontinuerlig glukosmätare kan användas på dessa patienter för att snabbt få information om hur glukoskoncentrationen ligger och beslut om eventuell medicinsk behandling för att stabilisera patienten kan tas tidigt. Det kan vara mycket användbart att använda en kontinuerlig glukosmätare under anestesi hos de patienter som riskerar att få hypoglykemi eller hyperglykemi, till exempel på grund av insulinom, neoplasi, sepsis och också diabetes mellitus. Det har visat sig att patienter som har fått hypoglykemi under anestesi har en ökad risk att få postoperativa krampanfall och hjärnskador. Då kan det vara värdefullt att noggrant övervaka glukoskoncentrationen var 5:e minut med hjälp av en kontinuerlig glukosmätare. Denna tillsammans med övrig övervakning vid anestesi gör att anestesören snabbt kan identifiera hypo- eller hyperglykemi och kan åtgärda detta. Samma glukosmätare kan användas 2-3 dagar efter operationen för att övervaka glukoskoncentrationen (Wiedmeyer & DeClue, 2008). Det har även visat sig att det är mycket viktigt med en normal blodglukosnivå vid intensivvård. Inom humansjukvården har forskning visat att om blodglukosnivån mäts ofta, till exempel vid sepsis, och stabiliseras efter dessa värden så kan dödligheten minska med upp till 50 % (Rusavy *et al.*, 2004). Vid andra tillstånd såsom leversvikt, pankreatit, xylitolförgiftning och hjärnskakning är det också mycket bra att använda sig av kontinuerlig glukosmätning. Det är även fördelaktigt att använda sig av detta system om näring ges intravenöst, vid insulinterapi och då dextros ges i dropp. Detta för att kunna vidta åtgärder om ett för högt eller för lågt glukosvärde råder (Wiedmeyer & DeClue, 2008).

Fördelar och nackdelar med kontinuerlig glukosmätning

Det finns många fördelar med att använda detta system. Djuret behöver inte läggas in på djursjukhus för regelbundna blodglukoskontroller, djuret behöver inte hållas fast och många stick för blodglukosmätning behövs inte. Detta system ger en tydlig bild över hur blodglukosnivån har legat över hela dygnet och djuret kan vara kvar i sin hemmiljö. Genom att provtagningen utförs i hemmiljö undviks risken för förhöjda värden orsakade av stress (Wiedmeyer & DeClue 2011).

Det har visat sig att denna mätmetod ger en minimal irritation och ett minimalt obehag för patienten. (Wiedmeyer *et al.*, 2003). I andra studier har det också visat sig att hundarna har kunnat bära dessa kontinuerliga glukosmätare på sina kroppar utan att det har orsakat dem obehag (Davison *et al.*, 2003; Affenzeller *et al.*, 2011). Vidare uppstod inga problem gällande systemet trots att vissa av hundarna i studien var mycket aktiva (Davison *et al.*, 2003).

I tidigare studier har det visat sig att de kontinuerliga glukosmätare som fanns på marknaden endast kunde mäta värden mellan 2,2-22,2 mmol/L (Davison *et al.*, 2003). Vid senare studier så har det visat sig att en viss kontinuerlig glukosmätare vid namn "GlucoDay" kunde registrera värden mellan 1,1-33,3 mmol/L. Detta är positivt då det

möjliggör upptäckt av mycket låga och mycket höga värden, vilket ger information om djuret kan tänkas befinna sig i tillståndet hypoglykemi eller om djuret befinner sig i ett hyperglykemiskt tillstånd (Affenzeller *et al.*, 2011).

Nackdelar med systemet är att det är dyrt. Ett komplett system kostar cirka 30 000 kr (medtronicdiabetes, 2012). Det krävs att djuret sticks cirka 3 gånger per dag för att undersöka om blodglukosvärdet stämmer överens med glukoskoncentrationen i den interstitiella vätskan. Vidare krävs det att djurägaren vet hur systemet ska skötas (Wiedmeyer & DeClue, 2011). Det har också visat sig att systemet kan vara svårt att bära för hundar under 4,7 kg. Antagligen för att systemet är för stort och att hunden upplever obehag genom att bära denna (Davison *et al.*, 2003). Tidigare studier visade att med dåvarande kontinuerliga glukosmätare så rådde en tidsförskjutning på 10 minuter mellan den aktuella blodglukosnivån och glukoskoncentrationen i den interstitiella vätskan. (Rebrin *et al.*, 1999). Dock så har nya studier visat att det nu finns kontinuerliga glukosmätare som mäter glukosvärdet i realtid (Wiedmeyer & DeClue, 2008).

Diskussion

Målet med denna litteraturstudie var att ta reda på om kontinuerlig glukosmätning skulle kunna utföras på hundar med diabetes mellitus. Resultatet indikerar att det finns skäl till att använda kontinuerlig glukosmätning som ett komplement i den svenska djursjukvården för att förbättra rådgivningen kring omvårdnadsrutiner för hundar diagnostiserade med diabetes mellitus. Dock finns det fördelar och nackdelar gällande detta system vilka bör ställas mot varandra.

I flera studier som har använts till denna litteraturstudie så har ett fåtal försöksdjur använts. Endast 6-10 djur användes och studier med en sådant litet antal försöksdjur kan slumpen vara avgörande faktor för resultatet och urvalet av hundar är troligen inte representativt för hela målgruppen (indelad i till exempel kön, ålder och ras). Det framgår heller inte varför det endast är ett fåtal försöksdjur som använts. Det borde göras studier där fler försöksdjur används, detta för att få ett mer trovärdigt resultat.

Studierna har haft olika duration gällande hur länge den kontinuerliga glukosmätaren har suttit på hundens kropp. Detta skulle kunna påverka om det uppstår en svullnad eller rodnad där den kontinuerliga glukosmätaren har applicerats på hunden. De studier som använts har en durationstid från 24 timmar upp till 72 timmar. Studierna som har använts i denna litteraturstudie visade dock att det inte har uppstått några komplikationer. Men en teori skulle kunna vara att om fler försöksdjur hade använts så hade komplikationer kunnat uppstå. Vidare fanns det ingen motivation till varför de olika studierna använt sig av en viss durationstid. Detta är något som borde diskuteras då det skulle vara intressant att kunna utöka durationstiden gällande användning av kontinuerlig glukosmätning. Detta för att det dels underlättar för djurägaren under de dygn som systemet används på hunden men också för att det ger ytterligare en tydligare bild över hur glukoskoncentrationen flukturerar över flera dygn. Inom humansjukvården används en kontinuerlig glukosmätare upp till 7 dygn i sträck (M Ohlsson. Legitimerad sjuksköterska, specialiserad på diabetes. Muntligt meddelande. 2012-05-29). Detta borde även kunna appliceras inom djursjukvården.

Författaren anser vidare att det är viktigt att använda sig av den kontinuerliga glukosmätaren i fler dygn än det som råder i dagens läge då det kan variera från dag till dag hur glukosnivån ligger. Faktorerna som påverkar glukosnivån hos djuret är bland annat vilken typ av mat som hunden får att äta, hur mycket den motioneras och om djuret är stressat eller inte. I nuläget är rådet att endast använda sig av kontinuerlig glukosmätning en kortare tid (max 72 timmar). Hur lång maximal tid som mätapparaten och tillhörande sensor kan vara applicerade på hunden utan att det uppstår komplikationer behövs det vidare forskning på. För att minska risken för komplikationer med till exempel svullnad och rodnad vid injektionsstället skulle sensorn kunna sättas på annan plats på djuret efter tre dygn. Detta kräver dock att djurägaren måste komma in med hunden till djurkliniken/djursjukhuset då endast behörig djurhälsopersonal får utföra ingreppet. En studie (Davison *et al.*, 2003) visade att inga problem uppstod gällande den kontinuerliga glukosmätaren, trots att vissa hundar var mycket aktiva under tiden de bar denna mätare. Detta kan anses vara ytterligare tecken på att framtida forskning är möjlig gällande att den kontinuerliga glukosmätaren kan användas under längre tid. Samma studie visade att hundar under 4,7 kg inte kan bära detta system då forskarnas teori var att hundarna besvärades av mätutrustningens storlek. Ett alternativ skulle kunna vara att ett mindre system utvecklas.

Tidigare studier visade att den kontinuerliga glukosmätaren endast kunde mäta glukosvärden mellan 2,2-22,2 mmol/L. Detta gav problem då överföringen av data gav grafer med raka streck då glukosvärdena var under eller över detta intervall, det vill säga att inga värden registrerades (Davison *et al.*, 2003). Det finns nu studier som visar att det är möjligt med mätningar av glukosvärden mellan 1,1-33,3 mmol/L (Affenzeller *et al.*, 2010; Affenzeller *et al.*, 2011). Detta är mycket positivt då denna glukosmätare möjliggör mätning av riktigt låga värden och höga värden.

Tidigare studier (Rebrin 1999 *et al.*; Davison *et al.*, 2003) visade att en fördröjning rådde på cirka 10 minuter mellan blodglukosvärdet och det interstitiella glukosvärdet medan nya studier (Affenzeller *et al.*, 2010, Affenzeller *et al.*, 2011) visar att nya kontinuerliga glukosmätare kan mäta glukoskoncentrationen i realtid. Detta gör att den kontinuerliga glukosmätaren blir mer attraktiv inom veterinärmedicin då den även kan användas under anestesi. Genom användning av detta system vid anestesi kan risken för postoperativa kramper och hjärnskador minimeras då förebyggande behandling kan sättas in i tid. Vidare har det visats i en studie att det också är bra att använda detta system då pediatrika djur ska genomgå anestesi (Wiedmeyer & DeClue, 2008). Inom humansjukvården så har det visat sig att genom att ofta mäta glukoskoncentrationen hos individer med sepsis så kan detta minska dödligheten upp till 50 % (Rusavy Z *et al.*, 2004). Detta skulle troligtvis kunna gälla patienter med sepsis inom djursjukvården.

Vidare har studierna som använts inte diskuterat om den kontinuerliga glukosmätaren är vattentät eller inte. Djurägaren behöver gå ut och promenera med sin hund minst tre gånger per dag och om det då regnar alternativt snöar så kan systemet eventuellt förstöras. Författaren anser att djurägaren kan då använda sig av ett vattentätt täcke. Alternativt om en väst används för att hålla systemet på plats så kan denna utvecklas så att den blir vattentät.

Fördelarna med kontinuerlig glukosmätning är att djuret inte behöver vara inlagt på djursjukhus då monitoreringen utförs. Djuret kan där bli stressat, vilket kan göra att blodglukosnivån ökar. Att få vara i hemmiljön under mätningarna innebär bland annat att djuret inte behöver hållas fast och behöver inte bli stucken flera gånger per dag. Djuret kan behålla sina rutiner gällande kost och motion vilket inte hade varit möjligt på djursjukhuset (Wiedmeyer & DeClue). Vidare kan behandlande veterinär, genom mer precisa grafer, utvärdera mer specifikt vilka insulindoser som är lämpliga för individen. Detta kan minska risken för hypo- och hyperglykemi, vilket är delvis målet gällande behandling av diabetes mellitus hos hund. Graferna ger också den rådgivande djursjukskötaren stöd i hur en individuell omvårdnadsplan för kost och motion och tid för insulininjektioner under dygnet läggs upp på bästa sätt för patienten.

Nackdelar med kontinuerlig glukosmätning är att, trots monitorering med den kontinuerliga glukosmätaren, måste djuret stickas tre gånger per dag med lancetter. Detta för att se om blodglukoset stämmer överens med glukoskoncentrationen i den interstitiella vätskan (Wiedmeyer & DeClue, 2011). Vid användning av en handhållen glukosmätare för att kontrollera djurets blodglukosnivå så behöver djuret stickas ett flertal gånger varje dag. Antal gånger kan variera men för en god blodglukoskontroll bör tester tas innan och efter varje måltid, innan och efter motion och även inför natten. Användande av en kontinuerlig glukosmätare borde dock vara ett bättre alternativ än att behöva sticka djuret mer än tre gånger per dag.

På humansidan lånas kontinuerliga glukosmätare ut till de patienter som har ett persisterande högt hbA1c och då för att dessa patienter ska kunna få en bättre kontroll över sin diabetes. Dessa patienter får skriva på ett kontrakt som innefattar att patienten ska ersätta den kontinuerliga glukosmätaren om denna skulle gå sönder på grund av oaktsamhet. Vissa patienter har förlorat förmågan att känna när blodglukoset är farligt lågt och dessa patienter får en kontinuerlig glukosmätare för resten av livet. Detta för att riktigt låga värden kan göra att patienten hamnar i koma. Landstinget står för kostnaden av de kontinuerliga glukosmätarna så patienterna behöver inte betala någonting (M Ohlsson. Legitimerad sjuksköterska, specialiserad på diabetes. Muntligt meddelande. 2012-05-29). Att låna ut den kontinuerliga glukosmätaren till djurägare med hundar med en svårtinställd diabetes skulle kunna vara ett alternativ. Även här får djurägaren skriva på ett kontrakt precis som på humansidan. En nackdel kan vara att vissa djurägare inte vill riskera att detta dyra system skulle kunna gå sönder, men detta är sannolikt individuellt. Att ge en kontinuerlig glukosmätare till en djurägare med en hund som ofta får mycket låga glukosvärden är inte rimligt då systemet är för dyrt. I de fall då hunden har denna problematik så får man justera insulindoserna. Kostnaden för en kontinuerlig glukosmätare är cirka 30 000 kr vilket med stor sannolikhet begränsar möjligheten för mindre djurkliniker att införskaffa denna. På grund av den höga investeringskostnaden skulle det troligtvis innebära att endast de patienter med diabetes mellitus som besöker de större djursjukhusen kan ha möjlighet till att använda sig av kontinuerlig glukosmätning.

Diabetes mellitus är inte endast en medicinsk diagnos utan en stor del av behandlingen av sjukdomen handlar om djuromvårdnad. På humansidan är det sjuksköterskan som applicerar den kontinuerliga glukosmätaren på patienten och berättar hur denna ska skötas. Sjuksköterskan ber patienten att föra en dagbok över mängd mat som patienten äter och vad den innehåller, fysisk motion och insulindoser. Detta för att senare kunna användas för att optimera behandlingen av sjukdomen när patienten återkommer till sjukhuset för att utvärdera hur glukosnivån har legat under 7 dygn (M Ohlsson. Legitimerad sjuksköterska, specialiserad på diabetes. Muntligt meddelande. 2012-05-29). Den kontinuerliga glukosmätaren skulle kunna underlätta för djursjukskötaren i rådgivningen till patienter med diabetes mellitus genom att ge en tydlig bild över hur blodglukoskoncentrationen har legat över flera dygn. Veterinären bestämmer lämpliga insulindoser men det är djursjukskötarens ansvarsområde att ge bättre råd gällande patientens kost och motion. Detta i sin tur leder till en optimal djuromvårdnad för patienten med diabetes mellitus.

Konklusion

Denna litteraturstudie visar att det både är medicinskt och praktiskt möjligt att använda kontinuerlig glukosmätning på hund. Införandet i Sverige skulle kunna modernisera den svenska djursjukvården gällande behandling och omvårdnadsrutiner kring sjukdomen diabetes mellitus hos hund. Detta dels som ett alternativ till annan monitorering då patienten har en svårtinställd diabetes och dels genom att använda systemet vid allmän anestesi.

Populärvetenskaplig sammanfattning

En av hundens vanligaste endokrina sjukdomar är diabetes mellitus, även kallad "sockersjuka" i dagligt tal. Det har visat sig att 1,2 % av hundpopulationen i Sverige kommer att drabbas av diabetes mellitus innan 12 års ålder.

Ordet endokrin innebär att det har att göra med kroppens hormonkörtlar. Diabetes mellitus innebär att det är en relativ eller absolut brist av insulin, vilket produceras av bukspottkörteln. Insulinet fungerar som en nyckel för att föra över socker, glukos, från blodet in i kroppens celler. Cellerna behöver socker för att fungera. Sockret kan sägas vara ett bränsle för cellen. Om det då är brist på insulin så stannar sockret kvar i blodet och cellerna kan inte fungera normalt, alternativt måste cellerna använda en annan bränslekälla, vilket kan leda till komplikationer såsom problem med ögonen och njurarna.

Vid behandling av diabetes mellitus måste man regelbundet ta blodsockervärden för att kontrollera att djuret inte har ett för högt eller för lågt blodsockervärde. Ett för högt blodsockervärde kan leda till komplikationer i olika organ i kroppen och ett för lågt blodsockervärde kan leda till att djuret hamnar i koma och kan dö. Att regelbundet mäta blodsockernivån på sitt djur kan upplevas som ansträngande för djurägaren då denne måste sticka sitt djur ett flertal gånger varje dag.

Ett komplement till att mäta blodsockerkoncentrationen kan vara en kontinuerlig glukosmätare. Denna apparat är en så kallad sockermätare och den mäter sockerkoncentrationen var 5:e minut i djurets kropp vilket då ger en tydlig bild av hur sockervärdet ligger hos djuret ifråga. Detta medför att djurägaren inte behöver sticka sitt djur lika ofta för att kontrollera djurets blodsockervärde. Detta system används i USA och underlättar för veterinären som då får en tydlig översikt gällande hur sockerkoncentrationen har legat under 3 dygn.

En kontinuerlig glukosmätare består av en mätapparat som mäter sockerkoncentrationen i vätskan som ligger mellan vävnader under huden. En sensor är kopplad till mätapparaten och denna sensor förs genom huden och placeras där under den tid som sockerkoncentrationen ska mätas hos djuret. Denna kontinuerliga glukosmätare sätts på av djurhälsopersonal på djursjukhuset. Området där sensorn ska föras in rakas och tvättas ordentligt. Mätutrustningen sätts fast mot djurets kropp med hjälp av bandage och en väst. Även tejp används runt mätutrustningens kanter så att det inte ska skava på djuret. Sedan får djuret tas med hem. Det är viktigt att hunden infinner sig i sina dagliga rutiner och inte är stressat då detta kan ge upphov till för högt blodsocker vilket ska undvikas. Djuret kommer på återbesök till djursjukhuset/djurkliniken när övervakningstiden (mellan 48-72 timmar) är över. Systemet avlägsnas och djuret undersöks så att det inte har uppstått en rodnad eller irritation där sensorn har förts in. Data laddas sedan ner från mätapparaten till en dator och en tydlig graf visas över hur sockerkoncentrationen har legat under övervakningstiden. Detta ger veterinären möjlighet att justera insulindoserna (mängd insulin och intervall mellan givorna) så att djuret mår så bra som möjligt.

Denna mätapparat kan vara mycket bra att använda vid sövning av djur eftersom riktigt låga blodsockervärden under sövning kan ge problem hos djuret efter avslutad operation. Djuret kan få kramper och hjärnskador. Med hjälp av denna mätare så kan man se om sockret börjar bli för lågt i kroppen och då sätta in lämplig behandling för att höja sockervärdet.

Kontinuerlig glukosmätning skulle kunna modernisera djursjukvården i Sverige gällande behandling och omvårdnadsrutiner kring sjukdomen diabetes mellitus. Det underlättar för djursjukskötaren att använda sig av denna metod då den ger en tydlig bild av hur sockerkoncentrationen har legat över flera dygn. Veterinären bestämmer lämpliga insulindoser men det är djursjukskötarens ansvarsområde att ge bättre råd gällande patientens kost, motion och tid för insulininjektioner. Detta i sin tur leder till en optimal djuromvårdnad för patienten med diabetes mellitus.

Referenslista

- Affenzeller N, Benesch T, Thalhammer JG, Willman M. 2010. A pilot study to evaluate a novel subcutaneous continuous glucose monitoring system in healthy beagle dogs. *Veterinary journal*. 184, 105-110.
- Affenzeller N, Thalhammer JG, Willman M. 2011. Home-based subcutaneous continuous glucose monitoring in 10 diabetic dogs. *Veterinary record*. 169, 206-210.
- Bantle J, Thomas W. 1997. Glucose monitoring using dermal interstitial fluid (abstract). *Diabetes*. 46A, 619.
- Bennet N. 2002. Monitoring techniques for diabetes mellitus in the dog & the cat. *Clinical techniques in small animal practice*. 17, 65-69.
- Bilicki KL, Schermerhorn T, Klocke EE, McMurphy RM, Roush JK. 2010. Evaluation of a real-time, continuous monitor of glucose concentration in healthy dogs during anesthesia. *American journal veterinary research*. 71, 11-16.
- Catchpole B, Ristic JM, Fleeman LM, Davison LJ. 2005. Canine diabetes mellitus: can old dogs teach us new tricks? *Diabetologica*. 48, 1948-1956.
- Cohn LA, McCaw DL, Tate DJ, Johnson JC. 2000. Assessment of five portable blood glucose meters, a point-of-care analyzer, & color test strips for measuring blood glucose concentration in dogs. *Journal of American veterinary medicine association*. 216, 198-202.
- Davison LJ, Slater LA, Herrtage ME, Church DB, Judge S, Ristic JME, Catchpole B. 2003. Evaluation of a continuous glucose monitoring system in diabetic dogs. *Journal of small animal practice*. 44, 435-442.
- DeClue AE, Cohn LA, Kerl ME, Wiedmeyer CE. 2004. Use of continuous blood glucose monitoring for animals with diabetes mellitus. *Journal of the American animal hospital association*. 40, 171-173
- Fall T, Hamlin HH, Hedhammar Å, Kämpe O, Egenvall Agneta. 2007. Diabetes mellitus in a population of 180, 000 insured dogs: incidence, survival & breed distribution. *Journal of veterinary intern medicine*. 21, 1209-1216.
- Fall T. 2009. Characterisation of diabetes mellitus in dogs. Doctoral thesis, Swedish university of agricultural sciences, Sweden.
- Feldman E, Nelson RW. 2004. *Canine & feline endocrinology & reproduction*. 3:e upplagan. St Louis. Saunders.
- Fleeman LM, Rand JS. 2001. Management of canine diabetes. *Veterinary clinics of north America. Small animal practice*. 31, 855-880.
- Fritz T. 2010. HbA1c 6 % = 52mmol/mol. Nya referensvärden, ny enhet men samma mätmetod. *Allmänmedicin*. 2, 5.

Guptill L, Glickman L, Glickman N. 2003. Time trends & risk factors for diabetes mellitus in dogs: analysis of veterinary medical data base records (1970-1999). *Veterinary Journal*. 165, 240-247.

Hicks D. 2011. Setting standards for diabetes care. *Nursing times*. 107, 32-33.

Jensen AL. 1995. Glycated blood proteins in canine diabetes mellitus. *Veterinary record*. 137, 401-405.

Klonoff DC. 2005. Continuous glucose monitoring. *Diabetes Care*, 28(5), 1231-1239.

Medtronicdiabetes. www.medtronicdiabetes.com, använd 2012-05-27.

Orndal L. 2010. Diabetes mellitus hos katt- praktiska råd till personal inom djursjukvården. Studentarbete. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Sveriges Lantbruksuniversitet Skara.

Rand JS, Fleeman LM, Farrow HA, Appleton DJ, Lederer R. 2004. Canine & feline diabetes mellitus: nature or nurture? *Journal of nutrition*. 134, 2072-2080.

Rebrin K, Steil GM, Van Antwerp WP, Mastrototaro JJ. 1999. Subcutaneous glucose predicts plasma glucose independent of insulin: implications for continuous monitoring. *American journal of physiology*. 277, 561-571.

Rusavy Z, Sramek V, Lacigova S, Novak I, Tesinsky P, Macdonald IA. 2004. Influence of insulin on glucose metabolism and energy expenditure in septic patients. *Critical Care*. 8, 213-220.

Västra Götalandsregionen, 2010.<http://www.vgr.se/> Egenmätning av blodglukos, använd 2012-05-18

Wiedmeyer CE, DeClue AE. 2008. Continuous glucose monitoring in dogs & cats. *Journal of veterinary internal medicine*. 22, 2-8.

Wiedmeyer CE, DeClue AE. 2011. Glucose monitoring in diabetic dogs & cats: Adapting new technology for home and hospital care. *Clinical laboratory medicine*. 31, 41-50.

Wiedmeyer CE, Johnson PJ, Cohn LA, Meadows RL. 2003. Evaluation of a continuous glucose monitoring system for use in dogs, cats & horses. *Journal of American veterinary medicine association*. 223, 987-992.

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- * **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- * **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- * **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:
www.slu.se/husdjurmiljohalsa

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Box 234
532 23 Skara
Tel 0511-67000
E-post: hmh@slu.se
Hemsida:
www.slu.se/husdjurmiljohalsa

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Environment and Health
P.O.B. 234
SE-532 23 Skara, Sweden
Phone: +46 (0)511 67000
E-mail: hmh@slu.se
Homepage:
www.slu.se/animalenvironmenthealth*
