



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Smittvägar för *Toxoplasma gondii* hos får

Lina Sjödén



Självständigt arbete i veterinärmedicin, 15 hp

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010:33

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Uppsala 2010



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Smittvägar för *Toxoplasma gondii* hos får

Routes of transmission of *Toxoplasma gondii* in sheep

Lina Sjödén

Handledare:

Anna Lundén, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examinator:

Désirée S. Jansson, SLU, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: VM0068

Program: Veterinärprogrammet

Nivå: Grund, G2E

Utgivningsort: SLU Uppsala

Utgivningsår: 2010

Omslagsbild: Lina Sjödén

Serienamn, delnr: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen Nr. 2010:33
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap, SLU

On-line publicering: <http://epsilon.slu.se>

Nyckelord: Toxoplasmos, *Toxoplasma gondii*, ovin, får, smitta, smittvägar

Key words: Toxoplasmosis, *Toxoplasma gondii*, ovine, sheep, transmission, routes of infection

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Material och metoder	3
Sökningar i Pubmed	3
Sökningar I Web of Knowledge.....	3
Litteraturoversikt.....	4
Toxoplasmos	4
Oocystor från katt-faeces i miljön.....	5
Transplacental smittspridning	6
Endogen transplacental infektion	7
Kontaktsmitta mellan får.....	8
Venerisk smittspridning	8
Diskussion	9
Relevans av smittvägar.....	9
Endogen transplacental infektion	10
Slutsatser	11
Litteraturförteckning	12

SAMMANFATTNING

Toxoplasma gondii infekterar sina värdar i huvudsak via tre smittvägar: intag av oocystor från kattfaeces, intag av kött innehållande vävnadscystor eller transplacentalt till det ofödda fostret. Hos får har parasiten även visats kunna smitta vid sexuell kontakt, även om detta är en mycket ovanlig smittväg då baggarnas sperma är infektiös under en mycket kort tidsperiod efter infektionens inledande. Intag av vävnadscystor borde inte heller utgöra någon reell risk då får normalt inte ges kött eller köttprodukter.

I stället har närvaro av katter visat sig vara den största riskfaktorn för att få in toxoplasmos i en fårbesättning. Ny forskning har även visat på höga nivåer av transplacental smitta inom besättningar, men då denna smittväg endast drabbar varje tackas egna lamm utgör den ingen stor risk vid smitta mellan besättningar. Man misstänker även att *T. gondii* har potential att reaktiveras hos kroniskt infekterade får och då medföra aborter och födsel av kongenitalt infekterade lamm flera år i rad, men detta är ett kontroversiellt forskningsområde.

Eftersom katter utgör den största risken för att få in smitta i en fårbesättning bör man inte hålla stallkatter och framför allt att inte låta katterna få tillgång till fårens foder och strö. Man bör kanske också undvika att avla på tackor som aborterat då det inte är fastställt att de inte gör det igen.

SUMMARY

Toxoplasma gondii infects its hosts by three main routes of transmission: via oocysts from cat faeces, consumption of tissue cysts in meat or via transplacental infection to the unborn foetus. In sheep the parasite has also been shown to be transmitted by sexual contact, even though this is a rare event because of the short time in which the ram's sperm is infective after onset of the infection. Consumption of tissue cysts should also be uncommon in sheep because they normally are not fed meat products.

Presence of cats has been shown to pose the largest risk for introduction of *T. gondii* to a sheep flock. Recent studies have also shown high levels of transplacental transmission within flocks, but because this route of infection only affects each ewe's own lambs, it does not pose a risk at transmitting the disease between flocks. It is also suspected that *T. gondii* is capable of reactivation in chronically infected ewes and thereby cause abortion and birth of congenitally infected lambs in more than one pregnancy. The relevance of such reactivations is still not fully understood, though.

Since cats pose the largest risk for introducing toxoplasmosis into a flock of sheep it should be recommended to prevent cats from defecating near the sheep or in the feed storage areas. In addition it may not be wise to breed on ewes who have aborted once, since it is not verified that their latent infection can not be reactivated.

INLEDNING

Toxoplasmos är den näst vanligaste abortorsaken hos får i Storbritannien och det kan antas att detta gäller även för många andra länder (Innes et al., 2009). Det har även visats att 44% av Norges fårbesättningar är seropositiva och motsvarande siffra i olika regioner av Sverige är över 60% (Lundén, 1994 ref av Skjerve et al., 1998). Därmed utgör parasiten ett stort både ekonomiskt så väl som medicinskt problem för fårbesättningar och om uppfödarna får kunskap om vilka smittvägar som är relevanta för parasiten kan en stor del av produktionsbortfallen i form av aborter förhindras. I denna uppsats har jag analyserat tillgänglig forskning inom området toxoplasmos för att ta reda på via vilka smittvägar *Toxoplasma gondii* infekterar tamfår.

MATERIAL OCH METODER

Litteratursökningen har i huvudsak utförts med hjälp av två sökverktyg på internet: PubMed och Web of Knowledge. Web of Knowledge är en plattform där man söker i de fyra databaserna CAB Abstracts, Web of Science, BIOSIS Previews och FSTA (Food Science and Technology Abstracts). Övrig litteratur har sökts fram från referenslistorna i funna artiklar.

Sökningar i Pubmed

“(toxoplasma OR toxoplasmosis) AND (sheep OR ovine) AND (abortion OR "still birth" OR mummification) NOT neospor*” Limits: English. 118 träffar

“(toxoplasma OR toxoplasmosis) AND (sheep OR ovine) AND (cyst OR cysts OR tachyzoites OR bradyzoites) NOT neospor*” Limits: English. 66 träffar

”(toxoplasma OR toxoplasmosis) AND (sheep OR ovine) AND (pathogenesis OR symptoms) AND (abortion OR birth OR mummification) NOT immunization” Limits: English, Animals. 115 träffar

”(toxoplasma OR toxoplasmosis) AND (sheep OR ovine) AND (contamination OR transmission)” Limits: English, Animals. 72 träffar

“(toxoplasma OR toxoplasmosis) AND (sheep OR ovine) AND (contamination OR transmission OR infection OR exposure) AND (oocyst OR oocysts OR cat OR cats OR faeces) NOT immunization” Limits: English, Animals. 70 träffar

Sökningar i Web of Knowledge

Topic=”(toxoplasma OR toxoplasmosis) AND (sheep OR ovine OR ruminants) AND (encephalitis OR abortion OR still birth)” Timespan=All Years. 815 träffar

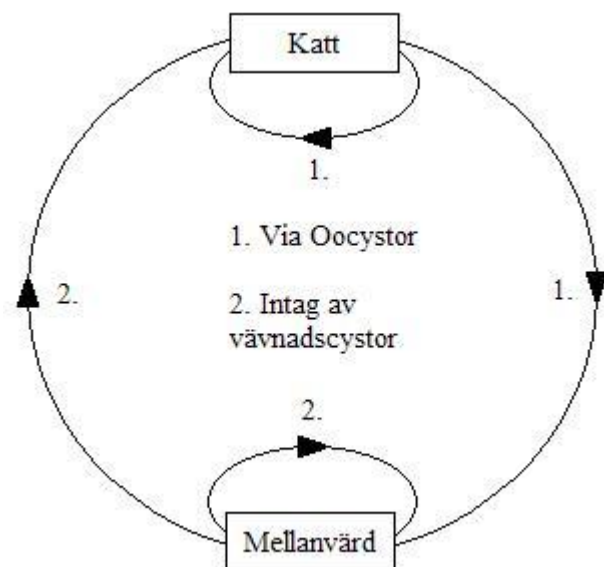
LITTERATURÖVERSIKT

Toxoplasmos

Toxoplasma gondii är en encellig parasit som har visat sig vara kapabel till att infektera alla varmblodiga djurarter som mellanvärdar, inklusive får och människa (Innes et al., 2009). Dock kan den bara genomgå den sexuella delen av sin livscykel i sin huvudvärd, katten. Där replikerar den i tarmslemhinnan för att till slut producera oocystor, som går ut med avföringen. Då ett får eller en annan mellanvärd intar en oocysta kommer den att kläckas i tarmen och frigöra tachyzoiter som invaderar tarmepitel-celler för att dela sig. Ett immunsvaret uppkommer till följd av den påföljande parasitemin och tachyzoiterna kapslar då in sig i vävnadscystor och blir till långsamt delande bradyzoiter. Dessa vävnadscystor kan persistera länge i framför allt muskler, hjärna och ögon och är infektiösa (Innes, 2010).

Om en mottaglig (dvs icke-immun) mellanvärd infekteras med *T. gondii* under dräktigheten kan fostren aborteras. Detta beror på att tachyzoiterna är kapabla till att passera den transplacentala barriären och infektera fostren, som då kan dö eller födas kroniskt infekterade beroende på hur utvecklat deras immunförsvar är vid infektionstillfället. Nekroser i placenta kan också medföra att fostren dör av anoxi (Innes et al., 2009) och den feber som uppstår hos tackan vid en hög infektionsdos kan i sig orsaka en abort (Owen et al., 1998). I det aborterade och infekterade fostret hos framför allt människor ses ofta encephalomyelit med hydrocephalus samt retinochoroidit. Vävnadscystor innehållande bradyzoiter återfinns nästan alltid i fostrets inre organ (Innes, 2010). Ett infekterat foster får också antikroppar mot *T. gondii*, och man säger att det blivit seropositivt. Antikroppar i blodet är en bra indikator på att ett aborterat foster eller ett levande djur infekterats med toxoplasmos (Innes et al., 2009).

Det finns alltså i huvudsak tre olika smittvägar för *T. gondii*. Dessa är: intag av infektiösa oocystor från kattfaeces, intag av kött eller organ innehållandes vävnadscystor samt transplacent smitta till aborterade och levande födda ungar (Figur 1) (Hide et al., 2009). Eftersom får är herbivorer är det inte troligt att de skulle få i sig vävnadscystor. Men däremot har det diskuterats om det förekommer någon form av kontaktsmitta mellan får, tex så kallad venerisk smitta vid sexuell kontakt eller smitta via mjölk (Munday, 1972a). För att förhindra produktionsbortfall i fårbesättningar i form av aborter och också för att förhindra att människor smittas av toxoplasmos från vävnadscystor i infekterat lammkött, är det viktigt att känna till dessa smittvägar. Man



Figur 1. Livscykeln hos *Toxoplasma gondii* (efter Hide et al, 2009).

bör också vara medveten om vilka smittvägar som är vanligast och utgör reella problem för att veta var man ska lägga resurser vid eventuella åtgärder (Skjerve et al., 1998).

Oocystor från katt-faeces i miljön

Den vanligaste och därmed mest relevanta smittvägen för toxoplasmos till får anses vara via faeces från infekterade katter (Skjerve et al., 1998) och teorin att katter sprider toxoplasmos stöds av en hel uppsjö olika studier. Det har bland annat visats att det finns en statistiskt signifikant skillnad i seroprevalens mellan får på isolerade öar utan katter och får på öar med katter (Tabell 1) (Munday, 1972a).

Tabell 1. Andel seropositiva får som fötts på öar utan respektive med katter (efter Munday, 1972a)

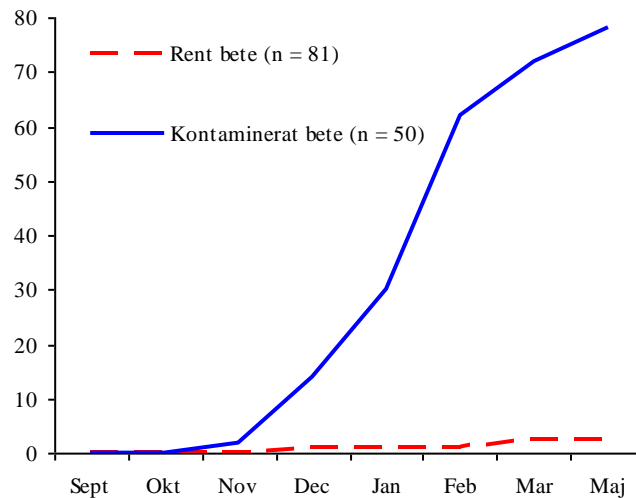
Typ av ö	Andel seropositiva får
Utan katter	0,6 % (n = 310)
Med katter	29 % (n = 110)

Katter sågs också som en riskfaktor i en epidemiologisk studie i Norge där lamm provtogs vid ett större slakteri och de berörda uppfödarna (n = 194) ombads svara på frågor om deras djurhållning. Det visade sig att lammen hade en högre risk att vara seropositiva för *T. gondii* om bland annat en ung katt dagligen fanns på gården (OR = 4,11), om lammen hölls på ett bete nära lagården där katter kan förekomma, jämfört med bete i bergen (OR = 6,35) eller om uppfödarna lade ut råttgift (OR = 2,26). Användandet av råttgift antogs vara associerat med en högre frekvens döda råttor och möss i fodret. I studien sågs även en minskad risk för toxoplasmos bland annat om fåren hölls på perforerade metallgolv (OR = 0,47), vilka katter ofta inte tycker om att gå på och där avföring ramlar igenom utan att komma i kontakt med fåren (Skjerve et al., 1998). Genom att jämföra resultat av prevalensstudier från olika gårdar kom redan Blewett och Watson (1984) fram till att oocystor från kattfaeces var den troligaste smittvägen till får. De trodde att det var kontaminerat spannmål som var den viktigaste orsaken till smittspridning då den teorin passade in i det diskontinuerliga mönstret av smitta de upptäckte.

Att spannmål skulle kunna sprida toxoplasmos visades också i en utfodringsstudie ca tio år tidigare då 7 av 48 tackor som getts vete, vilket visades ha kontaminerats med kattfaeces, aborterade sina foster till följd av toxoplasmos. I samband med detta undersöktes även fem katter som introducerats till det foderförråd där vetet förvarades och det visades att alla utom en hade infekterats och fått oocystor i avföringen. Kraftfoder kan alltså mycket väl sprida toxoplasmos från katter till får (Plant et al., 1974).

Men det finns även annat material än kraftfoder som kan sprida smittan. Faull et al. (1986) studerade en gård som köpte in ett stort antal ungdjur varje år och där abortfrekvensen med konstaterad toxoplasmos var mycket hög. Uppfödaren brukade strö halm från lagården på betet till hösten och forskargruppen misstänkte att katter kontaminerat ströbädden under sommaren. Genom att hålla en nyinköpt grupp ungtackor på ”rent” bete lyckades de få ner seroprevalensen vid lamning till 2,4 % (n = 81). Detta ska jämföras med en seroprevalens på

Figur 2. Utvecklingen av andel seropositiva tackor under studieperioden 1984/-85 i procent. Med rent bete menas att halm från lagården ej ströts, vilket är fallet på kontaminerat bete (efter Faull et al., 1986)



78 % på det misstänkt kontaminerade betet (n = 50) (se Figur 2). I denna studie kunde också både hö och kraftfoder uteslutas som huvudsaklig smittkälla då de flesta tackor serokonverterat innan något sådant fodertillskott getts (Faull et al., 1986).

Att katter sprider toxoplasmos till får i en hög grad har dock länge betraktats som osannolikt av många, eftersom varje individuell katt är infekterad en kort tid och sedan blir immun. Men trots att endast 3 av 326 avföringsprov (0,9 %) tagna från katter i Kalifornien år 2007 visade sig innehålla oocystor, uppskattas det att 94 till 4700 oocystor kontaminerar varje kvadratmeter mark årligen i detta uppsamlingsområde. Detta på grund av att varje katt utsöndrar en stor mängd oocystor innan immuniteten träder in (Dabritz et al., 2007). Då oocystorna visats kunna överleva i över tolv månader utanför tarmen är den ovan nämnda mängden tillräcklig för att orsaka infektion hos betande får eller via tex hö eller kraftfoder som kontaminerats med oocystor (Hutchison, 1965).

Transplacental smittspridning

Det har länge antagits att toxoplasmos framför allt sprids via infektion med oocystor (Blewett & Watson, 1984), och att endast aborterade lamm från en akut infektion under dräktigheten kan sägas ha smittats transplacentalt av *T. gondii*. Men många nyare studier har visat på en hög grad av transplacental smitta även till levande födda lamm. Duncanson et al. (2001) kunde med PCR-teknik konstatera en smittfrekvens på så mycket som 61 % i en besättning med korsningsfår (n = 88). Vid lyckade lamningar, dvs där inga lamm var dödfödda eller dog tidigt, kunde *T. gondii* påvisas i placenta hos hela 42 % av tackorna (Duncanson et al., 2001).

Även andra studier i olika grupper av får har visat på en hög grad av transplacental smitta. Williams et al. (2005) såg i en studie av tre olika besättningar 46,4 % PCR-positivitet hos levande födda lamm. Den totala andelen PCR-positiva lamm, dvs inräknat aborterade och döda lamm, var 53,7 % (n = 421). Andelen dräktigheter som resulterat i kongenitalt infekterade lamm ses i Tabell 2. Smitta påvisades med hjälp av PCR på navelsträngsprov.

Tabell 2. Andel lamningar som resulterade i kongenital infektion i tre besättningar studerade av Williams et al. (2005). Observera att korsningsfåren och Charollais 1 kommer från samma gård och att ingen statistiskt signifikant skillnad ses mellan besättningarna i smittfrekvens

Besättning	Andel transplacental smitta	
	Lyckade lamningar	Totalt
Korsningsfår	65 % (n = 334)	69 % (n = 392)
Charollais 1	43 % (n = 49)	60 % (n = 73)
Charollais 2	36 % (n = 22)	41 % (n = 24)
Totalt	61 % (n = 405)	66 % (n = 489)

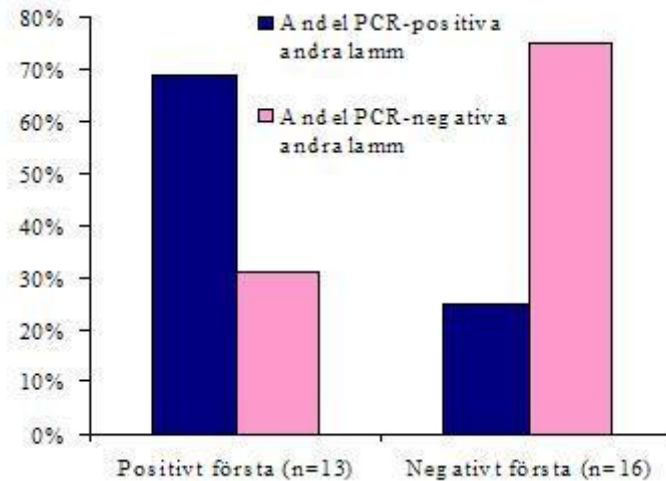
Morley et al. (2005) kunde dessutom se signifikanta skillnader i abort- och infektionsfrekvens med *T. gondii* mellan familjer inom en besättning med Charollais-får. De kunde även se en stark positiv korrelation mellan abortfrekvens och infektionsfrekvens inom familjerna, vilket de menar tyder på att toxoplasmos sprids vertikalt över många generationer. Dock kunde inte en genetisk predisposition för infektion med *T. gondii* uteslutas (Morley et al., 2005).

Endogen transplacental infektion

Ett specialfall av transplacental infektion är då tackor som bär på en latent infektion, och borde ha ett fullgott antikroppsskydd, smittar sina lamm på grund av att *T. gondii* reaktiveras under dräktigheten. Detta refererar man till som en endogen infektion, till skillnad från den exogena infektion som sker då en tacka smittar lammen då hon utsätts för en akut infektion under dräktigheten (Trees & Williams, 2005). Det råder vissa meningsskiljaktigheter inom forskarvärlden i frågan om endogen smittspridning är ett förekommande problem.

Studier gjorda på 70- och 80-talen visade att seropositiva tackor inte kunde producera några seropositiva lamm, även om de utsattes för en reinfektion under dräktigheten (Munday, 1972b; Blewett et al., 1982a). Även Rodger et al. (2006) prövade tesen att immuna tackor kunde överföra infektionen till sina lamm. De utförde både PCR på placenta och fostervävnad, serologi på tackor och lamm samt Western blotting vid positiva provsvar från lammen. De kom fram till att endast en av de seropositiva tackorna (n = 31) producerat seropositiva lamm (dock utan att parasiten kunde påvisas). Författarna ansåg att en så låg smittfrekvens tydde på att endogen smitta inte utgjorde något reellt problem. Däremot sågs en signifikant sänkning av de *T. gondii*-specifika IgG-nivåerna hos de seropositiva tackorna strax innan lamning, vilket författarna ansåg väckte frågor om en eventuell immunomodulering (Rodger et al., 2006).

Flera studier har dock visat på en hög frekvens av endogen smitta. Morley et al. såg en 69 % risk att en tacka som fött ett PCR-positivt lamm skulle föda ett sådant lamm även under nästa dräktighet (Figur 3) och totalt fick 31 % av tackorna i studien PCR-positiva lamm två år i rad. Över en period på 11 år sågs även en 55 % risk att en tacka som aborterat även skulle abortera nästa år. Detta ansågs vara starka bevis för att toxoplasmos kunde orsaka aborter hos tackor flera år i rad, dvs genom endogen infektion från seropositiva tackor (Morley et al., 2008). Även Williams et al. (2005) ansåg att den höga andel PCR-positiva lamm de observerat i sin



Figur 3. Utgång av en andra dräktighet hos tackor som året innan fött PCR-positiva respektive PCR-negativa lamm (efter Morley et al., 2008).

studie (53,7 %, n = 421) måste vara ett resultat av endogen smittspridning, då det vore osannolikt att en så stor andel av besättningen skulle vara mottagliga för infektion under flera påföljande år. I studien sågs även en svag ökning av sannolikheten för transplacental smittspridning vid tvilling- och trilling födslar, och även om denna ökning inte var statistiskt signifikant menar författarna att den talar för att ökad stress under dräktigheten kan öka risken för endogen infektion till lammen (Williams et al., 2005)

Kontaktsmitta mellan får

I den tidiga forskningen runt infektioner med *T. gondii* antogs det länge att parasiten spreds mellan vuxna får, framför allt vid introduktion av nya individer till en infekterad flock. År 1984 motbevisade dock Blewett och Watson denna teori i en epidemiologisk tvärsnittstudie. Då inget samband mellan introduktion av nya djur i besättningar och ökad frekvens av abort kunde ses förkastade de idén om att kontaktsmitta var ett förekommande problem. De menade dessutom att parasitens biologiska egenskaper talade emot att kontaktsmitta skulle vara möjligt (Blewett & Watson, 1984). Även Faull et al. (1986) kunde konstatera att kontaktsmitta från seropositiva djur till en seronegativ flock inte förekom och Munday såg redan 1972 (a), genom att studera en isolerad fårpopulation med mycket låg seroprevalens, att smitta från djur till djur inte var en trolig smittväg.

Venerisk smittspridning

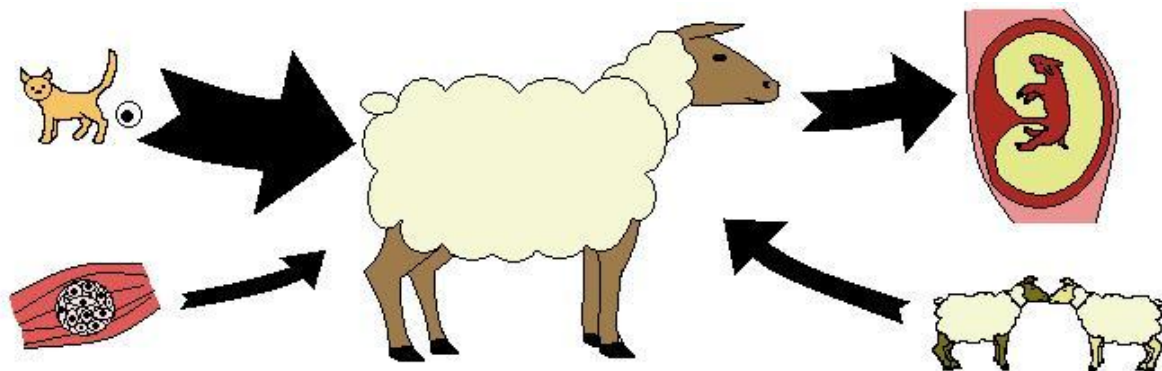
Munday (1972a) kommenterade också en eventuell förekomst av venerisk smittspridning till tackor via sperma från infekterade baggar. Han kom även här fram till att det inte var en trolig smittväg, men venerisk smitta har sedan dess undersökts av bland annat Teale et al. (1982). I den studien infekterades ett litet antal baggar med *T. gondii* varefter deras sperma analyserades för förekomst av parasiten med hjälp av musinokulation följt av histopatologi. Tre av fem baggar utsöndrade infektiösa parasiter i sperma under en kort tidsperiod några dagar efter infektionen och det konstaterades att venerisk smittspridning visserligen kan förekomma, men att det inte utgör någon viktig smittväg (Teale et al., 1982).

En annan studie har försökt att reaktivera en latent infektion hos baggar genom att utsätta tre latent infekterade djur för samtidig anaplasmos. Det kunde dock inte påvisas någon förekomst av parasiter i sperman hos något av dessa djur trots den stress anaplasmosen innebär. Ingen av fem latent infekterade baggar kunde heller infektera seronegativa tackor (n = 16) trots upprepade parningar. I studien undersöktes även sperma från 77 avelsbaggar från olika gårdar men inget av proven kunde inducera toxoplasmos vid musinokulation (Blewett et al., 1982b). Flera studier har sedan bekräftat att seropositiva baggar inte kunnat infektera seronegativa tackor vid parning (Blewett & Watson, 1984; Faull et al., 1986).

DISKUSSION

Relevans av smittvägar

De smittvägar som finns för toxoplasmos är via oocystor från kattfaeces, intag av vävnadscystor innehållandes bradyzoiter, transplacental smittspridning via placenta och vissa former av kontaktsmitta, tex venerisk spridning. Av litteraturen framgår dock att venerisk smitta visserligen kan förekomma, men i mycket låg grad. Intag av vävnadscystor visade sig vara möjligt genom att fåren kan få i sig nedmalda möss och dylikt med fodret eller genom att tackorna äter upp sin efterbörd (Skjerve et al., 1998), men även denna smittväg har troligen ingen större inverkan på besättningsnivå. För att smittan ska komma in i besättningen verkar det i stället vara oocystor från infekterade katter som är den mest relevanta smittvägen. Med tanke på hur stor kontamination av miljön en smittad katt kan ge (Dabritz et al. 2007) och med tanke på hur länge oocystorna kan överleva (Hutchison, 1975) så kan en drabbad katt enkelt smitta en hel fårbesättning och hålla smittrycket uppe över en längre tid. Transplacental smitta har också visat sig vara en mer relevant smittväg än vad tidiga studier i området visat. Inte bara aborterade lamm utan även levande födda, till synes fullt frisk lamm har visat sig kunna bära på latent toxoplasmos i hög utsträckning. Fast även om denna smittväg möjligtvis kan upprätthålla infektionen inom besättningar är den troligen inte relevant för överföring av toxoplasmos mellan besättningar, då endast den infekterade tackans egna lamm drabbas. Uppskattning av de olika smittvägarnas respektive relevans visas i figur 4.



Figur 4. De studerade smittvägarna till får: oocystor från katt-faeces, intag av vävnadscystor, transplacental infektion samt kontaktsmitta (ffa venerisk smitta). Pilarnas tjocklek avspeglar respektive smittvägs relevans. Skapad av Lina Sjäden.

Att katter är den viktigaste källan för smittspridning mellan besättningar kan man i och med ovanstående bevis konstatera. Man kan även dra slutsatsen att venerisk smitta och intag av vävnadscystor endast har en försumbar inverkan på prevalensen. Det är också visat att transplacental infektion kan förekomma i relativt hög utsträckning, men däremot är det mer oklart vilken roll den endogena transplacental infektionen spelar i smittspridningen inom besättningar. Detta bör därför diskuteras något djupare.

Endogen transplacental infektion

Det mest kontroversiella ämnet som tagits upp är frågan om endogen transplacental smittspridning, där forskningen visar på olika resultat.

Positiva studier:

- ◆ Morley et al. (2008) såg i en studie på Charollais-får en frekvens av upprepad transplacental smitta på 31 %, där en tacka som fött ett PCR-positivt lamm hade en 69 % risk att föda ett även nästa år (Figur 3).
- ◆ Tidigare har även signifikanta skillnader i infektionsfrekvens mellan olika familjer setts i samma flock (Morley et al., 2005)
- ◆ Duncanson et al. (2001) såg en total transplacental smittfrekvens på 61 % och en smittfrekvens på 42 % vid lyckade förlossningar i den korsningsbesättning de studerat. Så höga siffror tyder på att vissa av tackorna reaktiverat en latent infektion.
- ◆ Även Williams et al. (2005) såg en mycket hög smittfrekvens på 66 % för alla lamningar och 61 % vid lyckade lamningar (se även Tabell 2).

Negativa studier:

- ◆ Rodgers et al. (2006) såg en smittfrekvens på endast 3,2 % (n = 31) för seropositiva tackor till deras lamm med användande av både PCR, serologi och Western blotting som diagnostiska verktyg.
- ◆ Inget av 178 lamm födda av latent infekterade tackor var seropositivt vid födseln, enligt Munday (1972).
- ◆ Blewett et al. (1982a) kunde inte heller få seropositiva tackor (n = 19) att producera något infekterat lamm, trots att tackorna reinfekterats under dräktigheten.

En intressant skillnad mellan dessa studier är att de som visat positiva resultat har utförts genom att provta befintliga besättningar, medan Rodger et al. och Blewett et al., som fått negativa resultat, utfört sina studier under experimentella förhållanden på mindre grupper av får. Det är svårt att uttala sig om relevansen av detta faktum, men det är möjligt att de befintliga besättningarna varit utsatta för någon faktor som gjort dem mer mottagliga för en reaktivering av parasiten. Däremot är de flesta negativa studierna betydligt äldre än de positiva och detta kan kanske medföra att de är mindre tillförlitliga.

De tre studier som visat positiva resultat har också enbart använt sig av PCR som diagnostiskt verktyg. PCR-baserade tekniker anses inte vara helt validerade för detektion av *T. gondii* och av den anledningen finns det skäl att tvivla på dessa studiers resultat (Innes et al., 2009). Morley et al. (2005) har dock testat PCR:s tillförlitlighet och sett att tekniken har en hög specificitet, vilket utesluter falska positiva resultat. I de fall som PCR på prov från navelsträngar använts är det tom möjligt att antalet infekterade lamm underskattat (Morley et al., 2005). Serologi har däremot visat sig kunna ge negativa provsvar på kongenitalt infekterade djur av andra arter, tex råttor, trots att parasiter kunnat påvisas genom histopatologi. Det har föreslagits att detta kan bero på att antikroppsproduktionen trycks ner på en kongenitalt infekterad avkomma (ref av Hide et al., 2009). Mer forskning bör göras på immunsvaret hos kongenitalt infekterade lamm för att reda ut om det förekommer en eventuell immunosuppression. Då tidiga studier som förlitat sig på serologi kan ha fått falska negativa resultat talar ovanstående för att de studier som visat på höga nivåer av endogen transplacentala infektion är mer tillförlitliga.

Det har också diskuterats om det finns skillnader mellan olika fårraser, då studier i renrasiga Charollais-besättningar visat på höga nivåer av endogen smittspridning (Morley et al., 2005; Morley et al., 2008). Om detta var fallet skulle det göra att dessa studier inte blir applicerbara på en större fårpopulation. Williams et al. (2005) konstaterade dock att ingen statistiskt signifikant skillnad i smittfrekvens mellan Charollais- och korsningsbesättningar kunde konstateras och därmed är det inte troligt att rasen skulle ha någon avgörande betydelse (Williams et al., 2005). Morley et al. (2005) diskuterade även en möjlig genetisk komponent i mottagligheten, då de sett signifikanta skillnader mellan familjer inom samma besättning. Att detta beror på genetiska skillnader verkar dock inte heller troligt då samtliga tackor i den studerade besättningen betäckts av samma bagge, och alla individer därför borde vara genetiskt närbesläktade.

Den enda ytterligare möjligheten till förklaring av de motsättningar som finns inom detta område är att de olika forskargrupperna kan ha studerat olika stammar av *T. gondii*. Patogenes vid en infektion och möjlighet till reaktivering under dräktigheten kan skilja sig mellan olika genetiska varianter av parasiten och då få tagit hänsyn till detta i sina studier är det ett stort bias. Virulens för olika stammar av *T. gondii* är ett område där det behövs ytterligare forskning för att sätta dessa studier i sitt sammanhang och därmed få klarhet i relevansen av endogen smittspridning.

Slutsatser

Det kan konstateras att den viktigaste faktorn för att hålla sin fårbesättning fri från toxoplasmos är att förhindra katter från att få tillgång till ladugård, bete, foderförråd och dyligt. Djurägare bör informeras om risker med bland annat unga katter i fårens närhet och foder ska förvaras utom räckhåll för alla djur. I vissa länder uppmantras uppfödare till att avla på djur som aborterat en gång, för att dessa troligtvis blivit immuna mot toxoplasmos (Hide et al., 2009). Med tanke på bevisen för möjlig reaktivering av *T. gondii* är detta inget som bör rekommenderas. Istället bör energin läggas på att inte få in smittan i besättningen, framför allt under dräktighetsperioden, och man bör avla på friska djur med problemfria lamningar.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Blewett, D.A., Miller, J.K. & Buxton, D. (1982a). Response of immune and susceptible ewes to infection with *Toxoplasma gondii*. *The Veterinary Record*, 111, 175-177.
- Blewett, D.A., Teale, A.J., Miller, J.K., Scott, G.R. & Buxton, D. (1982b). Toxoplasmosis in rams: possible significance of venereal transmission. *The Veterinary Record*, 111, 73-75.
- Blewett DA & Watson WA (1984). The epidemiology of ovine toxoplasmosis. III. Observations on outbreaks of clinical toxoplasmosis in relation to possible mechanisms of transmission. *British Veterinary Journal*, 140, 54-63.
- Dabritz, H.A., Miller, M.A., Atwill, E.R., Gardner, I.A., Leutenegger, C.M., Melli, A.C., Conrad, P.A. (2007). Detection of *Toxoplasma gondii*-like oocysts in cat feces and estimates of the environmental oocyst burden. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231, 1676-1684.
- Duncanson, P., Terry, R.S., Smith, J.E. & Hide, G. (2001). High levels of congenital transmission of *Toxoplasma gondii* in a commercial sheep flock. *International Journal for Parasitology*, 31, 1699-1703.
- Faull, W.B., Clarkson, M.J., Winter, A.C. (1986). Toxoplasmosis in a flock of sheep: some investigations into its source and control. *The Veterinary Record*, 119, 491-493.
- Hide, G., Morley, E.K., Huges, J.M., Gerwash, O., Elsmahaishi, M.S., Elmahaishi, K.H., Thomasson, D., Wright, E.A., Williams, R.H., Murphy, R.G. & Smith, J.E. (2009). Evidence for high levels of vertical transmission in *Toxoplasma gondii*. *Parasitology*, 136, 1877-1885.
- Hutchison, W.M. (1965). Experimental transmission of *Toxoplasma gondii*. *Nature*, 206, 961-962.
- Innes E.A. (2010). A brief history and overview of *Toxoplasma gondii*. *Zoonoses and Public Health*, 57, 1-7.
- Innes E.A., Bartley P.M., Buxton D., Katzer F. (2009). Ovine toxoplasmosis. *Parasitology*, 136, 1887-1894.
- Morley, E.K., Williams, R.H., Hughes, J.M., Terry, R.S., Duncanson, P., Smith, J.E. & Hide, G. (2005). Significant familial differences in the frequency of abortion and *Toxoplasma gondii* infection within a flock of Charollais sheep. *Parasitology*, 131, 181-185.
- Morley, E.K., Williams, R.H., Hughes, J.M., Thomasson, D., Terry, R.S., Duncanson, P., Smith, J.E. & Hide, G. (2008). Evidence that primary infection of Charollais sheep with *Toxoplasma gondii* may not prevent foetal infection and abortion in subsequent lambings. *Parasitology*, 135, 169-173.
- Munday, B.L. (1972a). Serological evidence of *Toxoplasma* infection in isolated groups of sheep. *Research in Veterinary Science*, 13, 100-102.
- Munday, B.L. (1972b). Transmission of *Toxoplasma* infection from chronically infected ewes to their lambs. *The British Veterinary Journal*, 128, lxxi-lxxii.
- Owen, M.R., Clarkson, M.J., Trees, A.J. (1998). Acute phase *Toxoplasma* abortion in sheep. *The Veterinary Record*, 142, 480-482.
- Plant JW, Richardson N & Moyle GG. (1974). *Toxoplasma* infection and Abortion in Sheep associated with feeding of grain contaminated with cat faeces. *Australian Veterinary Journal*, 50, 19-21.
- Rodger, S.M., Maley, S.W., Wright, S.E., Mackellar, A., Wesley, F., Sales, J. & Buxton, D. (2006). Role of endogenous transplacental transmission in toxoplasmosis in sheep. *Veterinary Journal*, 159, 768-772.
- Skjerve, E., Waldeland, H., Nesbakken, T. & Kapperud, G. (1998). Risk factors for the presence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in Norwegian slaughter lambs. *Preventive Veterinary Medicine*, 35, 219-227.

- Teale, A.J., Blewett, D.A., Miller, J.K. (1982). Experimentally induced toxoplasmosis in young rams: the clinical syndrome and semen secretion of toxoplasma. *The Veterinary Record*, 111, 53-55.
- Trees, A.J., Williams, D.J. (2005). Endogenous and exogenous transplacental infection in *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii*. *Trends in Parasitology* 21, 558-561.
- Williams, R.H., Morley, E.K., Hughes, J.M., Duncanson, P., Terry, R.S., Smith, J.E. & Hide, G. (2005). High levels of congenital transmission of *Toxoplasma gondii* in longitudinal and cross-sectional studies on sheep farms provides evidence of vertical transmission in ovine hosts. *Parasitology*, 130, 301-307.