

Toxoplasma gondii: Parasiten som kan infektera och påverka ditt beteende

Marcus Andersson

Populärvetenskaplig sammanfattning av Självständigt arbete i biologi 2009
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Parasit. Ordet parasit får olika personer att tänka på vitt skilda saker, en del tänker på löss eller fästingar som finns på utsidan av kroppen medan andra tänker på binnikemaskar eller malaria som är parasiter som finns inuti kroppen. Det finns också de som kommer att tänka på mer bisarra parasiter, påhittade parasiter som invaderar ens kropp och tar över ens medvetande. Dessa påhittade parasiter är ofta populära inom science fiction böcker och TV-serier som till exempel Star Trek och Stargate där de är skapade för att öka spänningen för publiken. Själva idén med parasiter som tar över ens medvetande är lite överdrivet men hos en del parasiter finns bevis att de kan påverka beteendet hos sitt värddjur för att kunna öka sin spridning. En av dessa parasiter är Toxoplasma gondii, till hörande gruppen apikomplexa coccidier som kan infektera alla former av varmblodiga däggdjur och fåglar, inklusive människan, och som har visat sig kunna manipulera beteendet hos möss och studier på senare tid har också visat på samband mellan infektion av Toxoplasma och beteende förändringar hos människor som tillexempel schizofreni.

Toxoplasmas livscykel

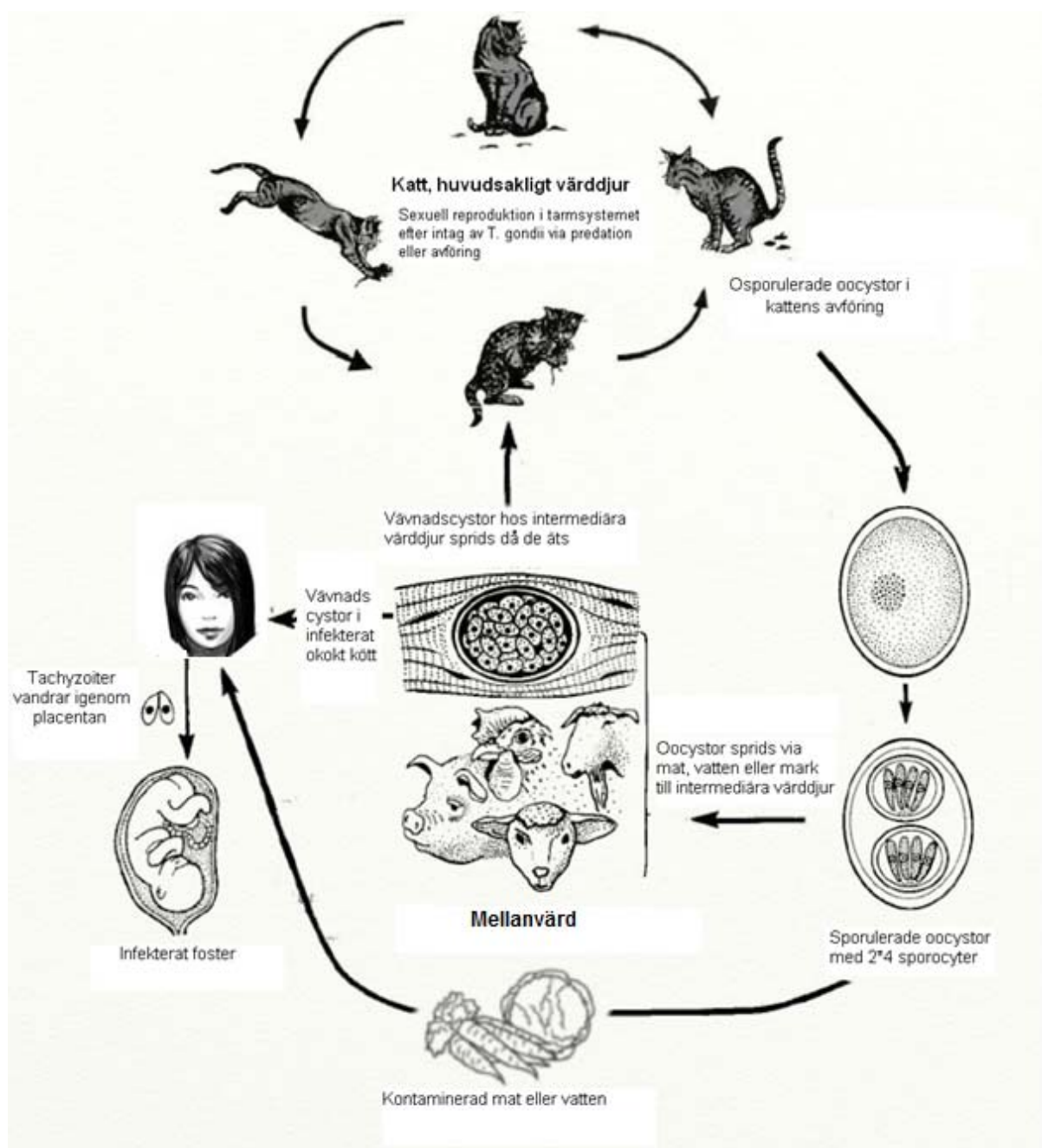
Toxoplasma har ett relativt komplext liv. Den kan bara föröka sig sexuellt inuti tarmceller, epiteliet, hos djur tillhörande kattfamiljen, dess huvudvärd, och dessa katter får inte vara infekterade sedan tidigare för att sexuell reproduktion ska kunna ske. Efter sexuell reproduktion sprider sig Toxoplasma via kattens avföring som oocystor till omgivande miljö där de sedan kan upptas av en ny katt eller något annat varmblodigt djur, mellanvärd, via kontaminerat vatten eller mat.

Väl inne i en mellanvärd så kan inte Toxoplasma genomgå sexuell reproduktion utan differentierar till tachyzoiter som är begränsad till en form av asexuell reproduktion som måste ske inuti värddjurets celler.

Tachyzoiter: Framdrivning och invasion

Toxoplasma är utseende mässigt droppformad med en ringformad struktur i den avsmalnande änden. Denna struktur är det apikala komplexet som har givit denna grupp av parasiter sitt namn. Bakom detta komplex finner man en mängd utsöndrande organeller kallade rhoptrier. Efter att Toxoplasma har upptagits av ett värddjur genomgår de en förändring och formar snabbt förökande tachyzoiter. Hos dessa tachyzoiter finns det betydligt fler utsöndrande rhoptrier än i andra faser av toxoplasmas livscykel. Att tachyzoitierna innehåller så många rhoptrier beror på att de är nödvändiga för parasitens framdrivning och invasion av värdceller. Framdrivning sker genom att de proteiner som produceras i rhoptrierna transporteras genom parasiten från den apikala änden till den motsatta änden där de utsöndras. På så vis puttas parasiten framåt av de proteiner den pumpar ut sig, dessa proteiner lämnar också ett

karaktäristiskt slemspår efter parasiten vart den än färdas. Denna fram av framdrivning kallas generellt för glidande rörlighet.



Livscykeln hos *Toxoplasma gondii*

För att kunna ta sig in i värdceller så fäster tachyzoiter sin apikala ände vid cellens membran och med hjälp av sin glidande rörlighet pressar och skruvar de sig in i cellen. Samtidigt så bildar parasiten en tätsittande bubbla, en så kallad vakuol, runt sig genom att orsaka en veckning hos cellmembranet. Den färdiga vakuolen består av ämnen från värdcellen blandat med ämnen utsöndrade från parasiten. Denna vakuol saknar alla former av proteiner som

fanns i membranet som skulle ha kunnat interagera med komponenter från värdcellen. Således är vakuolen helt avskuren från andra komponenter i cellen och undgår på så vis att fusera med andra vakuoler. Då tachyzoiterna även invaderar vita blodkroppar, leukocyter, så är en sådan utformning av vakuolen viktig då den då kan undvika att fusera med vakuoler innehållande nedbrytande enzymer, så kallade lysosomer.

Väl inne i värdcellen så börjar tachyzoiterna att genomgå asexuell reproduktion genom att det inom vardera modercell bildas två dotterceller. Denna process kallas endodyogeni och upprepas fram till dess att parasiterna lämnar värdcellen genom samma process som de tog sig in. I och med att en så stor mängd parasiter lämnar cellen på en och samma gång så kan värdcellen omöjligt överleva.

Bradyzoiter: Vävnadscystor och reaktivering av latenta Toxoplasma infektioner

När värdjurets immunförsvar börjar motverka infektionen av Toxoplasma så genomgår tachyzoiterna en ny differentiering och bildar bradyzoiter. Jämfört med tachyzoiterna förökar dessa sig betydligt långsammare och har färre antal rhoptrier men är i gengäld betydligt tåligare för immunförsvaret. Dessa bradyzoiter bildar vävnadscystor vari de kan ligga vilande i trygghet för immunförsvarets angrepp. Vävnadscystorna kan i stort sett uppstå i vilka vävnader som helst men återfinns oftast i muskelvävnader och inom det centrala nervsystemet och då oftast i hjärnan. Dessa vävnadscystor kan ligga latent livet ut såvida inget orsakar en reaktivering av dem.

Reaktivering sker oftast då värdjurets immunförsvar av någon anledning blir nedsatt. Hos människan är det flesta fall av akut toxoplasma infektion, även känd som toxoplasmosis, reaktivering av dessa latenta vävnadscystor och sker i det flesta fall hos HIV patienter som har utvecklat AIDS och därigenom har förlorat sitt immunförsvar som dittills har hållit infektionen i schack. Men reaktivering kan också ske hos individer som tar immunhämmande mediciner till följd av en transplantation eller för att motverka en autoimmun sjukdom.

Toxoplasma infektioner kan orsaka beteende förändringar

Under senare tid har studier visat att Toxoplasma kan påverka beteendet hos det värdjur den infekterat. Hos möss har försök visat att de som har en Toxoplasma infektion har en lägre eller helt saknar den medfödda rädslan för katter. Denna beteende förändring är mycket specifik i och med att den inte påverkar vare sig inlärd rädsla eller andra former av socialt eller sexuellt beteende. Faktum är att denna förändring kanske bara omfattar beteendet gentemot katten då försök inte har visat på någon skillnad i beteende gentemot en del andra rovdjur som till exempel mink.

En sådan förändring i beteendet hos sin mellanvärd är mycket fördelaktigt för parasiten då detta ökar möjligheten för den att åter hamna inuti en katt. Tyvärr så lämpar sig inte alla värdjur som är möjliga för Toxoplasma att infektera som bytesdjur för katter, utan dessa blir istället en återvändsgränd varifrån Toxoplasma ytterst sällan kan sprida sig vidare. Trots detta kan den på grund av sin förmåga att manipulera beteendet orsaka beteendeförändringar hos mellanvärderna, så som människan.

Beteende förändringar hos människan

Man har på senare tid uppmärksammat att *Toxoplasma* infektioner hos människan kan påverka vårt beteende. Studier har visat på paralleller mellan infektioner av *Toxoplasma* och neurologiska sjukdommar som depression och schizofreni men också i andra avseenden som att bilister med *Toxoplasma* infektioner oftare är inblandade i trafikolyckor. Oftast säkerställs förekomsten av *Toxoplasma* hos en person genom att man i ett blodprov söker efter antikroppar mot parasiten. Om sådana finns så är personen i fråga oftast infekterad, troligen med vävnadscystor.

Beteende förändringarna beror troligen på att *Toxoplasma* uttrycker samma manipulativa effekter som hos möss men att den hos djur med annorlunda hjärnfysiologi och kemi leder till ett annat resultat än nedsatt medfödd rädsla för katter.

Vid schizofreni påverkas oftast hjärnans neuroner och glia celler. Liknande påverkan kan ses vid *Toxoplasma* infektioner och oftast sker dessa i de områden i hjärnan som man ofta associerar med schizofreni.

Detta är en stor omvälvning angående schizofreni där man tidigare har ansett att den orsakas av psykologisk stress, miljö faktorer och att det kan finnas en genetisk underliggande faktor bakom den. Schizofreni är en allvarlig sjukdom som inte bara drabbar den sjuke utan också dennes familj och vänner och behandling för sådana psykiska sjukdomar kostar mycket för samhället i form av vård och omsorg.

De som råkar ut för schizofreni drabbas ofta av en rad symptom som till exempel hallucinationer, vanföreställningar, problem med att bearbeta minnen och synintryck och tillbakadragenhet. För tillfället kan bara de två första symptomen motverkas med medicinering.

Misstankar har riktats mot att *Toxoplasma* påverkar hjärnans signalsubstanser och att det är denna obalans som orsakar beteendeförändringarna. Vad som ytterligare styrker idén om att *Toxoplasma* orsakar schizofreni är att många försök med medicin som ska motverka schizofreni, ofta genom att blocka vissa signalsubstanser, också hejdar *Toxoplasma* infektioner.

Mer information

Vill du veta mer läs även:

Dubey JP, Lindsay DS, Speer CA. 1998. Structures of *Toxoplasma gondii* Tachyzoites, bradyzoites, and Sporozoites and Biology and Development of Tissue Cysts. *Clinical Microbiology Reviews.* 11: 267-299

Yolken RH, Dickerson FB, Torrey F. 2009. *Toxoplasma* and schizophrenia. *Parasite Immunology.* 31: 706–715