

# Ökad cancerrisk efter Tjernobyl – orsaken bör utredas närmare

I en debattartikel i Läkartidningen kritiseras min avhandling om cancerförekomsten i Sverige efter Tjernobylolyckan. Kritiken riktar in sig på slutsatser och metoder. Resultaten i studierna gör att sambandsfrågan borde utredas närmare.

**D**e argument som framförs i debattartikeln i Läkartidningen 44/2007 (sidorna 3253-4) mot ett orsakssamband mellan cancerförekomsten i Sverige och Tjernobylolyckan har samtliga utförligt diskuterats i avhandlingen [1]. Slutsatsen är att det finns stöd för ett orsakssamband mellan den ökande cancerförekomsten i norra Sverige och nedfallet av cesium-137 från Tjernobylolyckan. Stöd är inte liktydigt med att det föreligger ett orsakssamband.

**Kritikerna skriver** att resultaten strider mot etablerad kunskap om strålningens skadeverknings, vilket delvis stämmer. Därför finns ett särskilt avsnitt om detta i avhandlingen. Antalet cancerfall som teoretiskt kan tillskrivas Tjernobylnedfallet är i våra studier högre än det likaledes teoretiskt framräknade antalet fall som författarna till debattartikeln framför. Vår beräkning av antalet cancerfall är inte något huvudfynd utan diskuteras för jämförelse med tidigare uppskattningar. Forskningens uppgift är väl ändå att kunna ifrågasätta existerande kunskap?



**MARTIN TONDEL**  
 medicine doktor vid Linköpings universitet; överläkare vid Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Göteborg  
 martin.tondel@amm.gu.se

De epidemiologiska metoderna, med sina styrkor och svagheter, redovisas i detalj i avhandlingen och försvarades vid disputationen. Styrkan är det stora antalet individer i de nedfallsdrabbade länen, att kartläggningen av nedfallet är förhållandevis detaljerad för denna typ av epidemiologiska studier, att exponeringsdata hämtats från flygmätningar, dvs klassificeringen har inte gjorts av författarna, samt att maximal kontrast har erhållits mellan områden med högt respektive lågt nedfall. Åldersintervallet 0–60 år har använts för att även en liten relativ riskökning ska kunna upptäckas. Cancerregistret ger säkra uppgifter om cancer. Både relativa och absoluta riskmått har använts, och justering har gjorts för stör-faktorer.

Svagheterna metodologiskt är framförallt bristen på individuell dosuppskattning. I stället används nedfallet av cesium-137 i kBq/m<sup>2</sup> som exponeringsmått. För att uppnå maximal exponeringskontrast är antalet individer i högsta kategorin litet, men i motsats till vad debattörerna påstår utgjordes referens-kategorin till 30 procent av studiepopulationen i de båda epidemiologiska studierna, vilket utgör en förhållandevis stor andel.

När församling används som exponeringsenhet är svagheten att alla individer tilldelas samma exponering. I referens-kategorin finns för-

samlingar från samtliga län som ingår i studien, inte bara Norrbotten som kritikerna påstår. När bostadskoordinater används

som exponeringsenhet blir upplösningen och den geografiska fördelningen större. I epidemiologiska studier diskuteras alltid ifall korrektion gjorts för alla potentiella stör-faktorer, och det går aldrig att utesluta att sådana kvarstår, något som också diskuteras i avhandlingen.

**Små riskökningar** måste tolkas med försiktighet, men ökad risk med ökad dos, s k positivt dos-responssamband, ger visst stöd för att ett orsakssamband kan föreligga. Fyra av de fem studierna i avhandlingen är publicerade i referentgranskade och välkända tidskrifter som inte funnit metoderna tvivelaktiga, och betygsnämnden hade inte heller några invändningar vid sin förhandsgranskning av artiklarna. Resultat från epidemiologiska studier är självklart inte ensamt tillräckligt för att fastställa ett orsakssamband men kan utgöra utgångspunkt för fortsatta studier.

**Författarna till** debattartikeln i Läkartidningen diskuterar fem faktorer som talar för andra orsaker till ökningen av antalet cancerfall än cesium-nedfallet: tidssambandet, ålderssambandet, vävnads-sambandet, riskestimatet och stråldosen.

**Tidssambandet.** Jag håller med debattörerna om att den tidiga cancerökningen i våra studier strider mot vad som är etablerat för joniserande strålning. Detta fynd är dock inte unikt för våra studier, och i avhandlingen redovisas stu-



Ur Läkartidningen 44/2007.

dier där man sett en cancerökning redan efter några års exponering. Riskökningen i vår senaste studie sågs i varje tidsfönster om fyra år under uppföljningen 1988–1999. Detta utesluter emellertid inte att det kan finnas en riskökning efter 1999, något som återstår att undersöka.

**Ålderssambandet.** Samtliga riskberäkningar är gjorda med hänsyn tagen till ålder. Jag håller med debattörerna om att analyser borde ha gjorts separat för barn.

**Vävnads-sambandet.** Som debattörerna mycket riktigt påpekar har olika vävnader olika känslighet för strålning, vilket motiverar ytterligare analys av olika cancerslag vid sidan av riskerna för leukemi och sköldkörtelcancer som finns redovisade i studierna. I våra studier kan den statistiska styrkan bli för liten när sällsynta cancerformer analyseras separat, i synnerhet i de högsta exponeringskategorierna. Därför har analyser gjorts för cancerformer som är klart relaterade, misstänkt relaterade respektive icke relaterade till tobaksrökning.

Detta är ett försök att eliminera bidraget av rökning, en viktig potentiell störfaktor, men i alla tre grupperna ses en riskökning associerad till markbeläggningen av cesium-137. Detta talar emot tobaksrökningen som förklaring.

Utvärderingar av publicerade vetenskapliga studier av Förenta nationernas vetenskapliga strålningskommitté (UNSCEAR) och av nationella forskningsrådet i Förenta Staterna (BEIR VII), men

också i den senaste uppföljningen av de överlevande efter atombomberna i Japan, ger riskestimat för solid cancer som stöder att joniserande strålning är ett generellt carcinogen.

**Riskestimaten.** Tre olika riskmått användes: relativ risk, absolut risk och riskökning proportionellt till Tjernobylnedfall. Den relativa risken beskriver risken i varje exponeringskategori i förhållande till jämförelsekategorin, och den absoluta risken är riskdifferensen inom varje kategori före och efter Tjernobylyolyckan. Riskökningen anges som procent per 100 kBq/m<sup>2</sup>. Den absoluta riskökningen tar hänsyn till den bakomliggande tidstrenden för cancer.

Jag håller med om att jämförelseperiodens längd på två år kan vara väl kort, men det finns ingen etablerad standard. Det är därför intressant att utsträcka både jämförelse- och uppföljningstiderna.

Den sk linjära icke tröskeldosteorin, som är allmänt accepterad i riskbedömningen av joniserande strålning, anger att risken för cancer ökar linjärt med dosen från noll. Denna modell är allmänt vedertagen av myndigheter och har använts när antalet cancerfall i Sverige teoretiskt beräknats efter Tjernobylyolyckan. Det är ifrågasatt ifall denna dos-responsmodell verkligen gäller för hela det dosintervall som människan är utsatt för.

Debattörerna medger att Tjernobylyolyckan orsakar ett ökat antal cancerfall i Sverige, men att antalet är så begränsat att det inte kan upptäckas med epidemiologiska metoder. Vi ville pröva om så var fallet.

**Stråldosen.** Det är mycket kostsamt och besvärligt att göra individuella dosberäkningar för den drygt en miljon invånare som ingår i våra studier. Därför uttrycker vi risken i förhållande till nedfall av cesium-137 (kBq/m<sup>2</sup>) och kallar det exponering i stället för stråldos, för att undvika

begreppsförvirring. Detta sätt att klassificera exponeringen är använt även i olika internationella studier, men sällan med den höga upplösning vi haft tillgång till.

Vid låg exponering med små riskökningar krävs stora populationer men även detaljerade exponeringsuppgifter för att uppnå statistisk styrka. Större studier med längre uppföljning ger därför sannolikt mer säkra riskestimat. Vi tar inte hänsyn till det dosbidrag som följer med födoingtag, men möjligheten finns till detta i framtida studier då bland andra forskare på Statens strålskyddsinstitut tagit fram sk transferfaktorer, dvs faktorer för uppskattning av interdos utifrån markbe-

läggning av cesium-137 för olika befolkningsgrupper.

**Min avhandling visar** samband mellan ökad cancerincidens i Sverige efter Tjernobylyolyckan och markbeläggning av cesium-137 i kBq/m<sup>2</sup>. Frågan om detta också betyder ett orsakssamband diskuteras i avhandlingen. Argument för och emot diskuteras, och min slutsats blir att det finns *stöd* för ett sådant samband. Resultaten går emot existerande paradig och motiverar fortsatta studier. Längre uppföljningstid, analys av olika åldersgrupper samt närmare uppdelning i olika typer av cancer bör göras. Dos-responskurvans utseende ska utvärderas vid fortsatt analys

av de olika riskestimaten. Beräkning av stråldoser behövs i framtida studier för att säkrare kunna kvantifiera en möjlig risk. Jag välkomnar bidrag och förslag när det gäller framtida epidemiologiska studier av eventuella medicinska effekter i Sverige efter Tjernobylyolyckan, från Holm, Hall, Ekblom och andra forskare.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

REFERENS

1. Tondel M. Malignancies in Sweden after the Chernobyl accident in 1986. Linköping: Linköpings universitet; 2007. Linköping University Medical Dissertations No. 1001 <http://www.ep.liu.se/abstract.xsql?dbid=8886>.

# Strålning, cancer och forskarutbildning

Linköpings universitet har i det aktuella fallet med råge genomfört föreskrivna examinationsmoment. Regelverket för forskarutbildningen har reviderats, och vi är övertygade om att detta ytterligare kommer att förbättra vår forskarutbildning.

■ I slutet av ett debattinlägg [1], föranlett av en avhandling som i juni 2007 försvarades vid Linköpings universitet [2],



**MATS HAMMAR**  
professor, dekanus



**PER HULTMAN**  
professor, ordförande i forsknings- och forskarutbildningsnämnden  
perhu@imk.liu.se



**CHRISTER TAGESSON**  
professor, ämnesföreträdare i yrkes- och miljömedicin; samtliga vid Hälsouniversitetet/ medicinska fakulteten vid Linköpings universitet

genomför generaldirektören för Statens strålskyddsinstitut (SSI) samt två professorer i strålningsepidemiologi respektive epidemiologi vid Karolinska institutet ett generalangrepp på den examination som sker inom ramen för forskarutbildningen i Sverige i allmänhet och Linköping i synnerhet. De knapphändiga uppgifter som lämnas i denna del av inlägget gör det inte helt enkelt att förstå skribenternas tankegång, men vi vill ändå kommentera det som framförts.

I den nya högskoleförordning (HF) som den svenska riksdagen beslutade om i början av 2006 utgör utbildning på forskarnivå, helt i enlighet

med Bolognaöverenskommelsen, den tredje nivån i högskolans utbildningssteg. Precis som i tidigare HF föreskrivs mycket detaljerat hur examination ska genomföras vad avser doktorsexamen, inklusive disputation, utan tvivel i avsikt att garantera god kvalitet i forskarutbildningen och rättssäkerhet för doktoranderna.

**Centralt är att** examinationen av avhandlingen genomförs som en helt transparent process där alla har möjlighet att under 3 veckor ta del av den framlagda avhandlingen och inte minst under disputationstillfället ex auditorium framföra kritik, ställa frågor och på allehanda sätt nagelfara avhandlingen. HF föreskriver också att en betygsnämnd bestående av tre ledamöter, varav minst en ska komma från annat lärosäte än det egna, ska bedöma avhandlingens kvalitet, respondentens kunskaper i forskningsmetodologiska frågor och förmåga att besvara kritiska frågor om