

Kontroll av lågdosbestrålningar; dags för ändring?

Granskning av ett förslag av Roger Clarke, ICRP

Det råder idag en avsevärd turbulens inom det internationella strålskyddet. Den sedan länge allmänt accepterade hypotesen om ett linjärt samband, utan någon tröskeldos, mellan stråldos och cancer har börjat ifrågasättas i allt vidare kretsar.

Det här kräver några förklaringar. Den skada som är gränssättande vid fastläggandet av den högsta, tillåtliga strålnivån är cancer. Att det förhåller sig så, beror på att cancer anses kunna uppstå efter lägre stråldoser än vad som fordras för att åstadkomma andra strålskador; är cancerrisken försumbar är det också fallet med alla andra strålrisker.

Man anser vidare, att det råder en direkt proportionalitet, dvs ett linjärt samband, mellan stråldos och av denna framkallad cancerfrekvens i en exponerad befolkning.

Dessutom anses det inte existera någon tröskeldos, dvs en stråldos under vilken cancerrisker helt kan uteslutas. Den här teorin brukar man kalla LNT hypotesen efter det engelska Linear Non-Threshold.

LNT hypotesen bygger på en, av många ansedd föråldrad uppfattning om hur cancer kan uppkomma och har därför blivit allt mer ifrågasatt.

Sådan kritik har bl.a. framförts av den franska vetenskapsakademien, den amerikanska föreningen för sjukhusfysiker, *Health Physics Society* (HPS) och av the *World Council of Nuclear Workers* (WONUC).

Det finns vetenskapsmän, som till och med hävdar, att låga stråldoser kan minska risken för cancer, t.ex. flertalet medlemmar i den internationella organisationen *Radiation, Science & Health* (RSH).

Roger Clarke's förslag

Den nuvarande ordföranden i den internationella strålskyddskommissionen, ICRP, och tillika chefen för den engelska strålskyddsmyndigheten (NRPB), *Roger Clarke*, har uppenbarligen tagit intryck av kritiken och föreslagit ett delvis nytt sätt att betrakta strålrisker.

I stort innebär hans förslag, att man övergår från att se på strålrisker från kollektiva utgångspunkter till ett mer individuellt betraktelsesätt:

"Den risk som är acceptabel för den mest drabbade individen är också acceptabel för den exponerade befolkning han/hon tillhör".

Den väsentligaste fördelen med en sådan ändring är, att man i riskbilden undviker att ta med personer som exponerats för helt bagatellartade stråldoser.

Häri genom slipper man sådana numeriskt mycket höga och skrämmande cancerprognoser, som mer beror på den exponerade befolkningens storlek än en allvarlig risk för de enskilda människorna..

Upprinnelsen till att Clarke funnit det nödvändigt att ändra på ICRPs riskmodell tycks ha varit hans insikt om det orimliga i ett uttalande av FNs Vetenskapliga strålkommitté (UNSCEAR) med innebörden, att man som följd av Tjernobyloolyckan kan befara att 30 000 dödsfall i cancer kommer att inträffa inom de närmsta 50 åren på jordens norra halvklot.

UNSCEARs siffra innebär, att cirka ett av hundratusen dödsfall kommer att bero på Tjernobyloolyckan. Alldeles bortsett från, att varken UNSCEAR eller någon annan kan ha en sådan kunskap, är risken för den enskilde individen bagatellartad.

Den höga siffran för antalet dödsfall var här mer en konsekvens av det stora antalet människor (4,5 miljarder människor, 1986) som omfattades av UNSCEARs kollektiva riskuppskattning, än en risk som de enskilda människorna behövde oroa sig för.

Den allvarligaste följden av den här siffran 30 000 dödsfall är en ogrundad skrämseffekt. Dessutom kunde man snart konstatera, att den hotbild som målades upp av UNSCEAR motverkade en allmän och mer realistisk probleminsikt på grund av att intresset vändes bort från det färre antal människor, som verkligen utsatts för en påtaglig doshöjning, dvs från den verkliga risken med Tjerno-byloolyckan. Med Clarke's förslag skulle antalet människor i riskzonen bli avsevärt färre, men mycket mer realistisk.

Clarke erinrar också om de ekonomiska konsekvenserna av en riskvärdering grundad på kollektivdoser och om den kritik som riktats mot det ekonomiska slöseri man främst i USA tillät sig vid dekontamineringar av vidsträckta arealer. Om man verkligen var ute efter att förbättra hälso-betingelserna för människorna, kunde de pengarna ha använts på ett avsevärt bättre sätt.

Kommentarer

I det följande har jag utgått från Clarke's artikel i *Journal of Radiological Protection* 1999. (19, No. 2, 107-115).

Han påpekar först, att epidemiologiska undersökningar inte kan ge besked om hur sambandet mellan cancerfrekvens och stråldos ser ut vid doser under nivån 50-100 mSv. Men detta tillskriver han enbart den statistiska osäkerheten.

Han håller fast vid LNT hypotesen och han anger också sina skäl till detta. Vidare tycks han förutsätta att detta LNT-samband har en generell giltighet, tillämpbar på alla befolkningar och i alla situationer.

Han bortser således från det självklara faktum, att förhållandet mellan stråldos och cancer kan ha olika utseende beroende på befolkningens art, livs-betingelser etc. och därigenom göra alla prognoser osäkra.

Den här osäkerheten gäller i än högre grad för enskilda människor. Det kan därför bli mycket svårt att grunda en

riskbedömning på individdosen och enbart på grundval av denna bedöma vem som är den "värst drabbade personen".

Andersson och Pettersson kan ha helt olika känslighet för strålningens cancerframkallande verkan.

Skall en individuell riskbedömning göras, måste den mer baseras på biologisk-medicinska överväganden än på dosimetriska.

Roger Clarke's förslag har mottagits förvånansvärt positivt av kärnkraftindustrin. Det är sant, att vi med hans, på individrisker grundade förslag, skulle ha sluppit de skräckvärden som lämnades i samband med konsekvensberäkningarna av Tjernobylyolucky och beräkningarna av restrisker vid svenska kärnkraftverk.

Men det faktum att han håller fast vid LNT hypotesen ända ned till dosen 0, innebär fortfarande att det han kallar kontrollerbara doser (controllable doses) hamnar inom variations-nivåerna för de naturliga bakgrundsdoserna.

Härvid blir det även fortsättningsvis fråga om krav på åtgärder och rekommendationer redan vid "homeopatiska" stråldoser och att alla möjligheter till riskjämförelser med andra energikällor utesluts.

Clarke betraktar inte doser som triviala förrän de understiger 0,03 mSv, dvs ligger under en dos som är lägre en hundradel av den naturligt förekommande årsdosen i Sverige. Detta är orimligt och skapar med nödvändighet missförstånd i ett samhälle där all annan kraftindustri och andra, accepterade belastningar på vår hälsa och miljö medför så avsevärt mycket allvarligare problem.

Med sådana, på en rigid LNT-doktrin grundade rekommendationer kommer vi fortfarande att få leva med ett specifikt kärnkraftmotsstånd, som saknar saklig grund och som så effektivt motverkar de mål som miljöengagerade människor i alla andra sammanhang säger sig eftersträva.

Låt mig så granska Clarke's molekylärbiologiska resonemang. I sin argumentering för LNT och sina "Controllable doses" hänvisar Roger Clarke till ett antal, på senare tid utförda molekylärbiologiska forskningar. Han är väl medveten om att de genskador, som kan bidra till cancer, i stor utsträckning kan repareras och att strålningen rent av kan stimulera sådan reparation.

Han känner också till, att strålningen kan leda till ett påskyndande av den programmerade celledöd man kallar apoptosis och sannolikt vet han också, att detta framför allt sker i celler som redan bär på genskador.

Men han tar bestämt avstånd från tanken, att dessa eller liknande mekanismer helt skulle kunna eliminera och då än mindre motverka processer, som annars skulle leda till maligna celltransformationer.

Clarke säger emellertid: "And while apoptosis, cellular surveillance, immune and adaptive responses are all real, they are most likely to modify the shape of the dose-response curve rather than proving a threshold."

Är detta ett medgivande, att dos-respons sambandet inte kan vara linjärt utan högst beroende av diverse inre och yttre faktorer, dvs att dos-effekt sambandet inte är ett stokastiskt fenomen?

Och innebär det dessutom, att man inte, så som tidigare hävdats av Clarke och andra, kan fastlägga en bestämd riskfaktor per dosenhet, som är densamma för alla befolkningar och således oberoende av människornas livssituation?

I så fall rasar tanken på ett linjärt dos-respons samband och Clarke blir oss skyldig en förklaring till den uppenbara motsägelsen.

Min huvudinvändning mot att dra alltför långtgående slutsatser från cytologiska observationer är, att dessa nästan uteslutande rör sig om mekanismer för transformationer av celler till maligna fenotyper. Men sådana transformationer får inte förväxlas med cancer.

Det som kännetecknar cancer och gör den farlig är dess tillväxt, dvs den på transformationen följande, oreglerade celldelningen.

Det fordras cirka en miljard celldelningar innan vi kan tala om att en tumör bildats eller att cancer uppkommit, dvs varje tumör cell måste i medeltal ha genomgått cirka 30 delningar innan en kliniskt manifesterad cancer uppkommit.

Och låt mig upprepa, tumören blir hälsofarlig just på grund av att den växer och inte därför att det bildats en enstaka, malign cell. Celltransformationen är en nödvändig förutsättning för att en tumör skall bildas, men den är inte tillräcklig.

Tumörers tillväxt utgör ett helt annat biologiskt problem än den cytogenetiskt betingade, maligna cellomvandlingen. Cancer är i grunden ett multi-iterativt fenomen, dvs uppkomsten av cancer förutsätter ett stort antal celldelningar. Jag har i andra sammanhang beskrivit den principiella obestämbarheten hos alla multi-iterativa processer och skall inte här upprepa den problematiken.

Clarke kritiserar ett argument, vilket ofta lämnats som ett bevis för att låga stråldoser inte märkbart kan bidra till det antal cytogenetiska effekter som fordras för att åstadkomma en elakartad cell. Man har i den argumentationen påpekat, att 1 mSv ger ca 2 genskador per cell, men att den spontana frekvensen genskador per cell är mellan $5,5 \times 10^7$ och 7×10^7 per år.

"Spontant" uppkomna enkelsträngbrott?

Clarke påpekar, att en "ionization cluster" tycks ge upphov till betydligt mer genomgripande genskador än de spontant uppkomna enkelsträngbrotten (vad som nu kan menas med "spontant" i det här sammanhanget). Jonisationerna ger således upphov till avsevärt mer svårreparerade skador av bl.a. dubbelsträngnatur.

Men den spontant förekommande, årliga induceringen av dubbelsträngbrott är cirka 200 per cell under det att 1 mSv ger en sådan skada i ungefär var 25:e cell.

Clarke har emellertid säkert rätt i sin kritik, eftersom även högre, bevisligen cancerogena stråldoser, fortfarande ger ett fåtal genskador i jämförelse med det antal som uppkommer spontant. Men varför den joniserande strålningen ger upphov till så speciellt allvarliga skador och/eller så många felaktiga DNA-reparationer, vet man inte så mycket om.

Clarke säger vidare, att eftersom de av strålningen åstadkomna genskadorna tycks förhålla sig linjärt till stråldosen bör

också cancer göra det. I denna förmodan finns flera felslut. Dels är inte, som ovan påpekats, den cellulära transformationen (och då ännu mindre en genskada) liktydigt med cancer, dels faller argumentet av bl.a. följande skäl.

- Den biologiska dosimetrin har påvisat ett synbarligen linjärt samband mellan dos och antalet dicentriska kromosombrott, men aldrig något samband mellan antalet kromosomförändringar och cancer.

- Inte heller har de talrika och långlivade kromosomförändringarna i perifera lymfocyter, som man kunnat se hos många strålbehandlade patienter, kunnat korreleras till ökade leukemifrekvenser.

- Clarke säger: " *...current knowledge does not support the concept that at low doses these repair functions (DNA reparationer) can abolish such risk (för tumöruppkomst)*".

Detta är felaktigt. Det finns idag flera exempel på att små stråldoser hämmar uppkomsten av cancer i djur, oberoende av om djuren bestrålats vid ett senare tillfälle eller ej. Det har också visats hur dessa fenomen bl.a. kan korreleras till en av den låga stråldosen stimulerad aktivitet hos det DNA-reparerande enzymet ADPRT.

Av samma anledning faller Clarke's argument, att det aldrig visats att stimulationen av reparationsenzym kan ha denna effekt även vid de komplexa DNA skador som den joniserade strålningen kan åstadkomma.

Att sådana effekter inte påvisats i människan (utan "bara" i djur) säger inte att de kan uteslutas i alla human-sammanhang.

Clarke medger dock, att tröskeldosers existens inte kan bevisas.

Jag skulle vilja tillägga att det kan inte heller deras icke-existens - man kan aldrig bevisa att en faktor är helt ofarlig, möjligen fastlägga en övre dos- eller koncentrationsgräns för risken. Men detta är en generell konklusion.

Genetisk instabilitet

Clarke för så över resonemanget på "genetisk instabilitet". Som emellertid framkom vid ett sammanträde med sakkunniga på SSI, saknar detta fenomen intresse vid låga stråldoser.

Om detta säger Clarke: " *Nevertheless, the development of this new area of speculation on possible underestimation of low-dose risk provides an interesting counterpoint to the longer-standing debate on dose thresholds and the entirely opposite claims of its proponents*".

Här "hoppas" han nog för mycket.

Förslagets styrka och svagheter

En ovedersäglig fördel med Roger Clarke's förslag är, att vi skulle slippa kollektivdosbegreppet och därmed kunna avstå från sådana trivialiteter, som ingen ens skulle komma på tanken att kalla för en risk i något annat sammanhang.

I slutet av sin artikel säger Clarke många kloka saker (artikeln rekommenderas verkligen till läsning). Men då blir han tyvärr samtidigt motsägelsefull. Det han här säger går knappast att förena med hans "Controllable dose" eller ett generellt giltigt och oföränderligt LNT-samband.

Han säger också att vi bör tänka på, att exponeringar alltid innebär "increments on the natural background" och således utgör en, om än liten, risk. Men detta gäller bara om tröskeldoser saknas och en sådan risk föreligger inte heller för deterministiska skador, vilket han några rader tidigare påpekat.

Här är han alltså helt tillbaka i det gamla kollektivdos-och dosinteknings-tänkandet. Enligt Clarke är det således inte den gamla LNT hypotesen det är fel på, utan vad saken gäller är att eliminera bagatellriskerna. De 30 000 cancerdödsfallen efter Tjernobylolyckan uppfattar han således som en realitet, men i flertalet fall är risken bagatellartad ur individens synpunkt.

Fasthållandet vid LNT hypotesen innebär, att strålskyddets problem reduceras till en inte avgörbar trosfråga, baserad på vissa bestämda antaganden. Saknas objektiva skäl till detta antagande faller resonemanget. Det bygger, i Clarke's version, på så lösa grunder, att jag inte kan finna annat än att han i sin plädering för för denna gamla, grundläggande doktrin inom det internationella strålskyddet, är djupt ovetenskaplig.

Det kan dock inte råda något tvivel om, att Roger Clarke har infört något betydelsefullt inom strålskyddet. Men så länge han kvarhåller pretentionen på att vi generellt kan "veta allt" även om den mycket låga stråldosens effekter, blir hans propå en halvmesyra.

Gunnar Walinder

Originalartikeln av R Clarke, " *Control of low-level radiation exposure: time for a change?* ", kan hämtas från *Journal of Radiological Protection*, <http://www.iop.org/Journals/jr/>