

**Siegfried Jousineau**, överläkare, Centrum för strålningsmedicin, Karolinska institutet, Stockholm

**Rolf Lewensohn**, professor, överläkare, Centrum för strålningsmedicin & Statens strålskyddsinstitut, Karolinska institutet, Stockholm

# Ej visat att utarmat uran har negativa hälsoeffekter

II I samband med Kosovokonflikten har användningen av utarmat uran, »depleted uranium« (DU), uppmärksammats. Begreppet »Balkansyndromet« har i massmedier och av självutnämnda experter beskrivits som ett resultat av exponering för DU. Lika lite som det s k »Gulfyndromet« låter sig dock Balkansyndromet beskrivas i medicinska termer.

Tidskriften *Lancet* har ansett frågan värd att uppmärksammas. I en artikel, »The toxicity of depleted uranium« [vol 357, January 27, 2001] av ND Priest från School of Health, Biology and Environmental Sciences, Middlesex University, redovisas nu kända fakta om DU. Priest vederlägger påståendet från massmedierna att DU skulle utgöra ett mycket radiotoxiskt ämne på grund av dess strålningsintensitet. DU har mycket låg specifik aktivitet i jämförelse med Ra 226 och Cs 137, och är ungefär hälften så radioaktivt som naturligt uran. Dess potentiellt kemiska toxicitet som tungmetall skall dock inte underskattas.

## Vilken är skillnaden mellan naturligt och utarmat uran?

Naturligt uran är det tyngsta naturligt förekommande grundämnet. Det finns spritt över hela jordklotet. I människokroppen finns omkring 100 µg uran; det dagliga intaget genom födan är omkring 0,5 µg, främst från grönsaker, spannmål och salt. Naturligt uran består av tre isotoper – U 238, U 235 och U 234 – vilka alla är radioaktiva. Vid framställning av reaktorbränsle anrikas halten U 235. En biprodukt är DU, som innehåller 70 procent mindre U 235 och 80 procent mindre U 234 än naturligt uran.

DU emitterar till största delen α-strålning med kort räckvidd och låg penetrationsförmåga. α-strålning tränger inte igenom människohud. DU kan också innehålla spår av U 236 (<0,003 procent) och transuraner, bl a Pu-239. Dessa mängder är dock så små att de saknar betydelse från aktivitets- och strålskyddssynpunkt.

DU används bl a som strålskydd på röntgenavdelningar på sjukhus, som ballast i flygplan och i segelbåtskolar samt militärt som pansarbrytande stridsvapen i ammunition [1].

## Exponeringsvägar och effekter i olika vävnader

I *Lancet*-artikeln belyses skillnaden mellan den mycket låga strålningsrisken vid extern bestrålning från DU och konsekvenserna av intern bestrålning via uran som internaliserats

genom mag-tarmkanalen eller inandning. Den biologiskt tillgängliga formen av uran är uranyljoner  $UO^{2+}$ , som till en del deponeras i skelettet tillsammans med kalcium. 20 procent av intaget uran utsöndras dock med urinen inom 24 timmar, och större delen av resten under de närmaste veckorna. Endast några få procent lagras i skelettet, dock inte direkt i benmärgen [2]. Normalt utsöndrar man 0,006–0,03 µg uran/l urin [3].

Genom att analysera halten av olika uranisotoper i urin eller hår kan man bedöma om någon varit exponerad för DU [4]. I Sverige kan sådana analyser göras av SGAB Analytica Luleå, Tekniska Universitetet, 971 87 Luleå (tel 0920-724 80, fax 0920-724 90, e-post [lulea@sgab.se](mailto:lulea@sgab.se)).

Vid intag av stora mängder uran (>70–100 mg/kg kroppsvikt) ackumuleras uran i njurarna, vilket leder till kemiskt toxiska skador på i första hand proximala tubuli. Vid mycket höga doser skadas även glomeruli. Njurskadorna manifesteras som förhöjd katalas exkretion och proteinuri. Uran kan även spåras i semen, eftersom semen innehåller kalcium. Uran deponeras inte i testiklar eller ovarier. Man har inte heller sett några genotoxiska effekter av uran hos vare sig djur eller människor [5].

Uran binder sig också till nukleinsyror och används som infärgningsmedel vid elektronmikroskopi. Ingen kemisk mutagenicitet har bekräftats. Risken för strålningsinducerad mutagenicitet bedöms som mycket låg på grund av DUs låga radioaktivitet och strålningsintensitet.

I viss pansarbrytande ammunition används utarmat uran. När uranprojektiler tränger igenom pansarplåt upphettas uranet och brinner. Därvid bildas ett fint stoft av uranoxid. Om man befinner sig i anfallsmålet kan man komma att inandas uranoxid. Exponering för urandamm kan även ske genom att urandamm på marken kan blåsa upp vid vind och trafik. Uranoxid är svårslösligt, partiklarna stannar kvar i lungorna under lång tid. Vid anfall med uranprojektiler har det inträffat att militär personal fått splitter av uran i kroppen.

De olösliga uranpartiklarna utgör dock inte någon omedelbar hälsorisk, vilket har visats i de långtidsstudier som omfattar 22 respektive 13 soldater som fått utarmat uransplitter i kroppen under Gulfkriget 1990. Hittills har man inte funnit några negativa hälsoeffekter som kan tillskrivas detta DU. Exponerade har blivit fäder till normala barn [6]. Barn är dock

## II Fakta 1

### Skillnaderna mellan naturligt uran och utarmat uran

	Naturligt uran	Utarmat uran
U 238	99,28 procent	99,75 procent
U 235	0,72 procent	0,25 procent
U 234	0,0056 procent	0,001 procent

## II Fakta 2

### Naturliga nivåer av utarmat uran hos människa

Dagligt intag ca 0,5 µg  
Naturligt uppladdat i kroppen ca 30 µg  
(~0,3 Bq, jämför K-40, 3 000–5 000 Bq)  
Utsöndras via urin

betydligt känsligare (cirka tio gånger) än vuxna för DU-exponering [7].

### Epidemiologiska studier på uranarbetare

Epidemiologiska långtidsstudier på arbetare från uranindustrin, liksom studier av uranets effekter i djurmodeller, har bekräftat att DU har en mycket låg radiologisk toxicitet förknippad med mycket liten risk för insjuknande i cancer eller annan strålningsinducerad sjukdom. Vid tillämpning av ICRPs (International Commission on Radiological Protection) dosimetermodell för uranisotoper visar det sig att den integrerade 50-årsdosen för DU är mycket låg (omkring 25nSv/µg upptag). Det krävs ett upptag på mer än 5 g i blodet för att ge lika stor dos som den naturliga bakgrundsstrålningen ger under en tidsperiod på 50 år i Storbritannien. Enligt UNSCEAR-rapporten [8] innehåller normalt »damm« 50 µg naturligt uran/m<sup>3</sup>, »jord« 3 mg/kg, årligt födointag 0,46 mg, årligt vattenintag (500 l/år) 0,04 mg.

Ingen av de omfattande epidemiologiska långtidsstudierna på uranarbetare i USA (18 869 arbetare under perioden 1943–1974) och i Storbritannien (19 454 arbetare under perioden 1946–1995) har visat något ökat insjuknande i leukemi eller skelettcancer, men man har funnit en ökad förekomst av lungcancer, med all sannolikhet orsakad av radonet i gruvorna [9–11]. Man har dock ej korrigerat för rökvanor. Andra studier på arbetare som utsatts för en annan α-strålände radionukleid, radium-226 (Ra 226), visar att man har en ökad frekvens av skelettmöror vid organdoser över 10 Gy med en latensperiod på cirka tio år. Någon ökad risk för insjuknande i leukemi har man dock inte funnit hos denna grupp.

### FN-rapport om utarmat uran i Kosovo

Helt nyligen har UNEP, ett FN-organ för miljöövervakning, presenterat en studie gjord i Kosovo i november 2000 [12]. Någon spridd kontamination av utarmat uran på markytan kunde ej upptäckas. Dock fann man mätbar kontamination begränsad till några få meter från nedslagsplatsen för projektiler, men någon signifikant risk för kontamination av luft, vatten eller växtlighet i relation till dessa kontaminationsplatser föreligger ej. Man fann ingen kontamination av vatten,

mjölk eller byggnader. Enstaka kvarvarande projektiler skulle vid flera veckors kontinuerlig kontakt med hud kunna ge lokala men ej allvarliga hudskador. I en del av den ammunition som analyserades fann man uranisotopen U-236 och plutoniumisotoperna Pu-239/240 i mycket små koncentrationer, som inte kan bidra till en ökad strålningsrisk.

I en studie av uranutsöndring i urin hos tyska KFOR-soldater, vilken nyligen offentliggjorts, noterades ej någon DU i urinproven [13].

Enligt vår uppfattning finns det för närvarande inte något underlag för att tro att utarmat uran från den vapenammunition som använts under Kosovo-konflikten har resulterat i stråldoser som skulle kunna förklara de hälsoeffekter som rapporterats i massmedierna. De uppgifter som förekommit om ett ökat antal leukemifall bland soldater som tjänstgjort i Kosovo saknar vetenskapliga belägg. Det förtjänar dock att påpekas att man i UNEP-rapporten rekommenderar att man bör överväga att dekontaminera sådana platser som har fläckvis kontamination av utarmat uran, i avsikt att minska risken för att någon kommer i kontakt med uranet och får delar av det i sig.

### Slutsatser

Sammanfattningsvis kan man dra slutsatsen att det inte är särskilt troligt att exponering för DU resulterar i en ökad risk att insjukna i akut leukemi. Om man har exponerats för mycket höga doser av DU borde man möjligen efter en latensperiod på ca 20 år i första hand se skelettmöror och, om deponering i lungorna föreligger, även lungtumörer. Innan dessa radio-toxiska effekter manifesterats borde dock kemiskt toxiska effekter i form av njurskador ha manifesterat sig.

### Referenser

1. Sandström B, Lindström K. Utarmat uran. FOA Rapport 00-01652-861-SE, 2001. <http://www.foi.se>
2. Priest ND. The toxicity of depleted uranium. *Lancet* 2001;357:244.
3. Karpas Z, Kirber A, Eliah, et al. Uranium in urine. Normalization to creatinine. *Health Phys* 1998; 74:86-90.
4. McDiarmid MA, Hooper FJ, Squibb K, McPhaul K. The utility of spot collection for urinary uranium determinations in depleted uranium exposed Gulf War veterans. *Health Phys* 1999; 77(3).
5. Durakovic A. Medical effects of internal contamination with uranium. *Clin Med J* 1999; 40(1).
6. McDiarmid MA et al. Health effects of depleted uranium on exposed Gulf war veterans. *Environ Res* 2000; section a 82: 168-80.
7. Council Directive 96/29/EURATOM of 13 may 1996 laying down the basic safety standards for the protection of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation. *Official Journal of the European Communities* no L, 159, vol.39.26.9.96.
8. Sources and effects of ionizing radiation: UNSCEAR 2000 report to the General Assembly, with scientific annexes/United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. New York: United Nations, 2000. 2 vol. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 0255-1373; 55.
9. Checkoway H, Pearce N, Crawford-Brown DJ et al. Radiation doses and cause of specific mortality among workers at a nuclear materials fabrication plant. *Am J Epidemiol* 1988; 127: 255-66.
10. Dupree EA, Watkins JP, Ingle JN et al. Uranium dust exposure and lungcancer risk in four uranium processing operations. *Epidemiology* 1995; 6: 370-5.
11. Ritz B. Radiation exposure and cancer mortality in uranium workers. *Epidemiology* 1999; 10: 531-8.
12. Depleted uranium in Kosovo. Post-conflict environmental assessment. UNEP-Balkans, March 13, 2001. <http://balkans.unep.ch>
13. Roth P, Werner E, Paretzke HG. A study of uranium excreted in urine: An assessment of protective measures taken by the German army KFOR contingent. Research report prepared for the Federal Ministry of Defence by the National Research Center for Environmental and Health Institute of Radiation Protection (GSF), Neuherberg, January 2001.