

Medical Consequences of Polonium in Snuff

A long-lived radon daughter, polonium-210 occurs in relatively high concentrations in tobacco products. In snuff-taking, the polonium is not absorbed in the body but remains in the snuff portion and subjects the oral mucous membranes in closest proximity to the snuff to a localized radiation dose. Habitual snuff-takers expose themselves to a radiation per year that can most closely be compared with three single x-ray exposures at the dentist's. Thus the radiological reasons for ceasing to take snuff are not especially prominent, according to Christer Samuelsson, Ph.D., radiation safety physicist, Working Environment Unit, Institute for Radiological Physics, Lund University.

It has been known for a long time that tobacco contains radioactive substances, principally potassium-40, but also alpha-emitting substances from the natural decay series of uranium and thorium. The alpha-emitting nuclide most prominent in tobacco products is polonium-210, a radionuclide that is a part of the natural decay series that begins with uranium-238 and that decays via radium-226 and radon-222, among others. It is important to note that the rare gas radon-222 precedes lead-210 and polonium-210 in the decay series. The principal reason that the two latter radionuclides occur in the atmosphere is radon outgassing from the soil.

According to early investigations of Tso et al (1) it is mainly via lead-210/polonium-210 in synthetic fertilizers that the tobacco plant becomes contaminated. Certain fertilizers may contain markedly higher lead-210/polonium-210 concentrations than what is naturally found in the soil. The radioactive substances in the soil can be taken up into the plant via the roots and leaves. Another source of contamination is atmosphere-borne lead-210 which is deposited in dry or moist form on the tobacco leaves. Martell (2) is of the opinion that this is the most important cause of tobacco containing

polonium-210. Opinions differ on the importance of root uptake. Athalye et al (3) demonstrate that root uptake dominates, while Eisenbud (4) believes that root uptake is of no importance.

In terms of activity, potassium-40 is the nuclide most prominent in tobacco as in most other plants. However, here we will concentrate on the alpha-emitting nuclide polonium-210. Polonium-210 is a nuclide that has been diligently discussed in connection with smoking. An exhaustive survey of polonium-210 in tobacco has been published by Harley et al (5). The occurrence of polonium-210 in our environment is illustrated in Table 1.

Table 1. The occurrence of polonium-210 in various connections. Great variations are common. Where not otherwise noted, kilograms mean dry weight. Unpublished data 1988 from H. Pettersson, Radiological Physics, Lund University [rainwater] and M. Ericson, Chemistry Consultants-Radioactivity Measurements, Vårberg [snuff].

Description	Activity	Reference
Activity concentration in soil (tobacco field)	10-40 Bq/kg	[6]
Surface soil 0-3 cm	3-95 Bq/kg	[7]
Turf	35-1,275 Bq/kg	[7]
Fertilizer, calcium phosphate	3 Bq/kg	[6]
Fertilizer, superphosphate	250-300 Bq/kg	[6]
Outdoor air	0.2-1 mBq/m ³	[4]
Outdoor air, average value	0.1 mBq/m ³	[8]
Rainwater	0.01-1 Bq/l	[unpubl.]
Cigarettes and tobacco (U.S.A.)	12-19 Bq/kg	[5]
Cigarettes and tobacco (rest of world)	3-65 Bq/kg	[5]
Snuff	6-45 Bq/kg	[9]
Snuff	11-60 Bq/kg, wet weight	[unpubl.]
Lung tissue, nonsmoker (average value)	0.07-0.13 Bq/kg	[5]
Lung tissue, smoker (average value)	0.24-0.37 Bq/kg	[5]
Intake via food	0.1 Bq/day	[8]
Intake via breathing (nonsmoker)	0.002 Bq/day	[8]
Inhaled per cigarette	0.04 Bq	[5]

Local Radiation Dose

Through comparing the polonium-210 activity in new and used snuff (unpublished data H. Pettersson, C. Samuelsson, 1988) one can reach the conclusion that no measurable quantity of polonium is dissolved in the saliva. If this be the case, what remains is to determine whether the local irradiation of the oral mucous membranes can involve any health risks. Alpha particles from polonium-210 have a range in tissues of around 0.04 mm, thus radiation is very locally limited.

By examining the dissipation of energy during decay of polonium-210, one can calculate the average dose in the tissue layer closest to the snuff portion at around 0.0005 microgray per hour for 1 Bq/kg (dry weight) in the snuff (10). Even in the case of a polonium concentration as high as 100 Bq/kg, the dose rate when snuff-taking falls below the normal external radiation level outdoors, 0.1-0.2 microgray per hour. James (11) recommends a conversion factor of 50 micrograys per year and Bq/m³ for the dose to the bronchia from radon gas, and seeing as the average content in a Swedish house is on the order of approximately 100 Bq/m³ this value of bronchial dose rate corresponds to 0.6 μ Gy/h. A stay outdoors would approximately correspond to a factor 10 lower level, i.e., 0.06 μ Gy/h to the bronchia. Thus these estimative comparisons show that the local dosage rate from alpha radioactivity in the snuff is lower than, or of the same order of magnitude as other naturally occurring radiation levels.

Effective Dose Equivalent and Health Risks

For several reasons the dose comparisons above are not unobjectionable. Locally limited irradiations cannot so lightly be compared with more widely extended irradiations. Perhaps the snuff irradiates an area of some few square centimeters, while for example an alpha irradiation of the bronchia (generation 1-10) comprehends an area of circa 600 square centimeters. Further, we have compared without comment the dosage rate from different types of radiation. As well-known, in the context of radiation safety alpha radiation is considered to be 20 times more dangerous (in terms of cancer occurrence) than dispersed ionizing radiation.

In a radiation safety context, to be able to compare various local radiation doses and different types of radiation with one another in terms of the risk of fatal cancer it is usual to recalculate local radiation doses to the

corresponding whole-body dose, with gamma radiation as the reference radiation. This whole body dose is usually called the *effective dose equivalent* and is expressed in the unit *sievert* (Sv). For gamma and beta radiation, 1 Sv = 1 gray = 1 J/kg, while for alpha radiation 1 gray (Gy) is the same as 20 Sv. Should one recalculate the local alpha radiation dose from snuff with the polonium-210 concentration at 30 Bq/kg wet weight, then one obtains an annual effective dose equivalent for the habitual snuff user of around 20 microsieverts (10).

We can put this number in proportion through comparing it with the dose equivalents from other natural and medical radiation sources. Approximately one week's external irradiation from surrounding soil and building materials gives us 20 microsieverts too. The bodily content of potassium-40 gives around 200, while the average value of cosmic radiation is circa 300 microsieverts a year. In Sweden, the "natural" radiation environment is dominated by indoors radon, which is calculated to give the average Swede around 4,000 microsieverts a year. An x-ray at the dentist's corresponds roughly to 7 microsieverts (12) while the effective dose equivalent to the patient during "ordinary" x-ray and isotopic examinations is of the magnitude of 1,000 microsieverts.

Based on high dose experience, the risk of death is set at 0.002 per cent per 1,000 microsieverts of effective dose equivalents even in low dose irradiation. Thus in a situation of balance with the 20 microsieverts annually, the individual is exposed to a risk of death of $0.002 \times 20/1,000 = 0.00004$ per cent per year. Thus our theorizing about risk leads to what, from the individual's viewpoint, must be considered very little risk. Among one million habitual snuff users, therefore, fewer than one fatal case of cancer can be expected. Fractionated irradiation and low dose equivalent rates suggest that the true death risk is even lower than 0.4 per million per year. But what suggests that the risk of cancer from snuff-taking might be larger than what has been calculated here is that the snuff also contains chemical carcinogens (9, 13) perhaps just as important as the polonium, and that environmental factors and lifestyle can, in a complicated way, interact with carcinogens.

In the 1978 study by Axéll et al the treatment records of 375 cases of oral cancer (excluding tongue, floor of oral cavity and salivary glands) were studied (14). In this study, which covers all of Sweden for a ten-year period, a documented connection between snuff and cancer in 14 of the cases and a probable connection in another 19 cases is stated. This study supports the view that the majority of the oral cancer cases that occur are not snuff-related.

Axéll et al also go through 58 (out of a total of 70) records with the diagnosis of upper lip cancer for the same time period. In none of the 58 cases was the tumor localized to the mucous membrane, which should mean that the classification 140.0 (upper lip cancer) cannot generally be connected with snuff-taking.

In the 1984 cancer committee's official report (15) the statement is made concerning cancer risks of snuff and chewing tobacco that "However, for that form of cancer which is primarily connected with products of this kind, namely, oral cancer, it appears that only a few cases per year are involved." This statement supports that the risk of cancer from polonium-210 in snuff calculated above is of the correct order of magnitude. The actual risk from the polonium may be lower than that stated, possibly non-existent, but it is not significantly greater. Were it so, Swedish cancer statistics would reveal it. For the present, the number of habitual snuff-takers in Sweden approximates 800,000.

Conclusions

Radioactive alpha-radiating substances in snuff cannot alone give rise to acute injury to the oral mucous membranes' cells.

Regular snuff use involves an annual radiation that, from a cancer risk standpoint, can be compared with three single x-ray exposures at the dentist's, or the external irradiation from surrounding soil and building material during about a week.

Both radiation dose calculations and epidemiological data point toward a risk of death for the habitual snuff user from alpha radiation of a magnitude not exceeding one per million per year. This radiologically conditioned risk is so low that from an individual standpoint it should not evoke any special measures or attention.

The snuff which is lowest in radioactivity is not necessarily the "safest" since snuff also contains chemical carcinogens.

Christer Samuelsson

Medicinska konsekvenser av polonium i snus

En långlivad radondotter, polonium-210, förekommer i relativt höga koncentrationer i tobaksvaror. Vid snusning tas inte poloniet upp i kroppen utan stannar kvar i snusprillan och utsätter munslemhinnan närmast snuset för en lokal stråldos. Vanesnusaren utsätter sig för en bestrålning per år som närmast kan jämföras med tre enbilstugningar hos tandläkaren. De radiologiska skälen för att sluta snusa är således inte särskilt framträdande, menar fil dr Christer Samuelsson, strålskyddsfysiker, arbetsmiljöheten/radiofysiska institutionen, Lunds universitet.

Det är sedan länge känt att tobak innehåller radioaktiva ämnen främst kalium-40 men också alfastrålande ämnen ur de naturliga sönderfallsserierna för uran och torium. Den alfastrålande nuklid som dominerar i tobaksprodukter är polonium-210, en radionuklid som ingår i den naturliga sönderfallsserien som börjar med uran-238 och som sönderfaller via bl a radium-226 och radon-222. Det är viktigt att notera att ädelgasen radon-222 föregår bly-210 och polonium-210 i sönderfallsserien. Den dominerande orsaken till att dessa två senare radionuklider förekommer i atmosfären är just radonavgasning från marken.

Enligt tidiga undersökningar av Tso och medarbetare [1] är det huvudsakligen via bly-210/polonium-210 i konstgödning som tobaksplantan kontamineras. Vissa gödningsmedel kan innehålla väsentligt högre bly-210/polonium-210-koncentrationer än vad som är naturligt i marken. De radioaktiva ämnena i marken kan via roten eller bladen tas upp i tobaksplantan. En annan kontamineringskälla är atmosfärsburet bly-210 som våt- eller torrdeponeras på tobaksbladen. Martell [2] anser att detta är den viktigaste orsaken till att råtabaken innehåller polonium-210. Det råder delade meningar om rotupptagets betydelse. Athalye och medarbetare [3] påvisar att upptag via rötterna dominerar, medan Eisenbud [4] anger att rotupptag av polonium-210 skulle sakna betydelse.

Kalium-40 är den nuklid som aktivitetens-

mässigt dominerar i tobak liksom i de flesta andra växter. Här skall vi dock koncentrera oss på den alfastrålande nukliden polonium-210. Polonium-210 är en nuklid som diskuterats flitigt i samband med rökning. En uttömmande översikt över polonium-210 i tobak har publicerats av Harley och medarbetare [5]. Förekomsten av polonium-210 i vår miljö är exemplifierad i Tabell 1.

Lokal stråldos

Genom att jämföra polonium-210-aktiviteten i nytt och använt snus [opubl data H Pettersson, C Samuelsson, 1988] kan man dra slutsatsen att inga mätbara kvantiteter polonium löses i saliven. Det kvarstår i så fall att avgöra huruvida den lokala bestrålningen till munslemhinnan kan innebära några hälsorisker. Alfapartiklarna från polonium-210 har en räckvidd i vävnad på ca 0,04 mm, dvs bestrålningen är mycket lokalt begränsad.

Genom att se på sönderfallsenergin hos polonium-210 kan man beräkna medeldosen i vävnadsskiktet närmast snusprillan till ca 0,0005 mikrogray per timme för 1 Bq/kg (torrvikt) i snuset [10]. Även för en poloniumkoncentration så hög som 100 Bq/kg skulle dosraten vid snusning understiga den normala externstrålningsnivån utomhus. 0,1–0,2 mikrogray per timme. Jamcs [11] rekommenderar omräkningsfaktor 50 mikrogray per år och Bq/m³ för dos till bronkerna från radongas, och eftersom medelhalten i svenska hus rör sig om ca 100 Bq/m³ motsvarar detta värde bronkialdoshastigheten 0,6 µGy/h. En vistelse utomhus skulle motsvara ungefärligen en faktor 10 lägre nivå, dvs 0,06 µGy/h till bronkerna. Dessa överslagsmässiga jämförelser visar alltså att den lokala doshastigheten från alfaaktivitet i snuset är lägre eller av samma storleksordning som andra naturligt förekommande strålnivåer.

Effektiv dosekvivalent och hälsorisker

Av flera skäl är ovanstående dosjämförelser inte invändningsfria. Lokalt begränsade bestrålningar kan inte utan vidare jämföras med mer utbredda dito. Snuset

kanske bestrålar en area av några kvadrantimeter, medan t ex en alfabestrålning av bronkerna (generation 1–10) omfattar arean ca 600 cm². Vidare har vi utan kommentarer jämfört doshastigheter från olika strålslag. Alfastrålning antas ju i strålskyddssammanhang vara 20 gånger farligare (avseende canceruppkomst) än glesjoniserande strålning.

För att riskmässigt (cancer dödsrisk avses) kunna jämföra olika lokala stråldoser och olika strålslag med varandra brukar man i strålskyddssammanhang räkna om lokala stråldoser till motsvarande helkroppsdos med gamma/betastrålning som referensstrålning. Denna helkroppsdos brukar benämnas effektiv dosekvivalent och uttrycks i sorten sievert (Sv). För gamma- och betastrålning är 1 Sv = 1 gray = 1 J/kg, medan för alfastrålning 1 gray (Gy) är lika med 20 Sv. Om man räknar om den lokala alfastråldosen från snus med polonium-210-koncentrationen 30 Bq/kg våtvikt så erhålles för en vanesnusare en årlig effektiv dosekvivalent av ungefär 20 mikrosievert [10].

Denna siffra kan vi få proportion på genom att jämföra med dosekvivalenten från andra naturliga och medicinska strålkällor. Ungefär en veckas externbestrålning från omgivande mark och byggnadsmaterial ger oss också 20 mikrosievert. Kroppsinnehållet av kalium-40 ger ungefär 200, medan snittvärdet för den kosmiska bestrålningen är ca 300 mikrosievert per år. I Sverige dominerar den »naturliga» strålmiljön av inomhusradonet som beräknas ge medelsvensson ca 4 000 mikrosievert per år. En röntgenbild hos tandläkaren motsvarar ungefär 7 mikrosievert [12], medan den effektiva dosekvivalenten till patienten vid »vanliga» röntgen- och isotoptekniska undersökningar är av storleksordning 1 000 mikrosievert.

Grundat på högdoserfarenheter sättes dödsrisken till 0,002 procent per 1 000 mikrosievert effektiv dosekvivalent även vid lågdosbestrålning. I en jämviktssituation med 20 mikrosievert årligen utsättes således individen för dödsrisken 0,002 × 20/1 000 = 0,00004 procent per år. Detta riskteoretiserande leder alltså fram till en ur individens synvinkel mycket liten risk. Bland en miljon vanesnusare kan alltså mindre än ett cancerdödsfall per år förväntas. Fraktionerad bestrålning och låg dosekvivalentshastighet talar för att den verkliga dödsrisken är ännu lägre än 0,4 per miljon och år. Det som talar för att cancer risken vid snusning skulle vara större än de här beräknade är att snuset också innehåller kemiska cancergener [9, 13], kanske väl så viktiga som poloniet, och att miljöfaktorer och levnadssätt på ett komplicerat sätt kan växelverka med cancergenerna.

I undersökningen av Axéll och medarbetare 1978 studeras journaler för 375 fall av munhåle cancer (förutom tunga, munbotten och salivkörtlar) [14]. I undersökningen som täcker Sverige under en tioårsperiod konstateras ett dokumenterat samband mellan snus och cancer i 14 av fallen och ett sannolikt samband i ytterligare 19 fall. Denna undersökning stöder uppfatt-

Tabell 1. Förekomst av polonium-210 i olika sammanhang. Stora variationer är vanliga. Kilogrammen avser torrvikt om inget annat anges. Opublicerade data 1988 från H Pettersson, Radiofysik, Lunds universitet (regnvatten) och M Ericson, Kemikonsult-Aktivitet mätningar, Varberg (snus).

Beskrivning	Aktivitet	Referens
Aktivitetskoncentration mark (tobaksodling)	10–40 Bq/kg	[6]
Ytjord 0–3 cm	3–95 Bq/kg	[7]
Torr	35–1 275 Bq/kg	[7]
Gödningsmedel, kalciumfosfat	3 Bq/kg	[6]
Gödningsmedel, superfosfat	250–300 Bq/kg	[6]
Utomhusluft	0,2–1 mBq/m ³	[4]
Utomhusluft, medelvärde	0,1 mBq/m ³	[8]
Regnvatten	0,01–1 Bq/l	[opubl]
Cigarett och tobak (USA)	12–19 Bq/kg	[5]
Cigarett och tobak (övriga världen)	3–65 Bq/kg	[5]
Snus	6–45 Bq/kg	[9]
Snus	11–60 Bq/kg våtvikt	[opubl]
Lungvävnad, icke-rökare (medelvärde)	0,07–0,13 Bq/kg	[5]
Lungvävnad, rökare (medelvärde)	0,24–0,37 Bq/kg	[5]
Intag via föda	0,1 Bq/dag	[8]
Intag via inandning, icke-rökare)	0,002 Bq/dag	[8]
Inhaleras per cigarett	0,04 Bq	[5]

närheten av inträffade munhåle- och nasaltumörer inte är snusrelaterade.

Axell och medarbetare går också igenom 58 (av totalt 70) journaler med diagnosen överläppscancer för samma tidsperiod. I inget av de 58 fallen var tumören lokaliserad till slemhinnan, vilket skulle betyda att klassificering 140.0 (överläppscancer) överhuvudtaget inte kan sammankopplas med snusning.

I cancerkommitténs betänkande 1984 [15] sägs angående cancerrisker med snus och tuggtobak att »För den cancerform som i första hand förknippats med hithörande varor, nämligen munhåle- och nasaltumörer, emellertid endast röra sig om några få fall per år». Det sagda ger stöd för att den ovan beräknade cancerrisken för polonium-210 i snus är av rätt storleksordning. Den verkliga risken från poloniet kan vara lägre än den angivna, eventuellt obefintlig, men ej väsentligt större. Vore den det skulle den avslöjas i den svenska cancerstatistiken. För närvarande är antalet vanesnusare i Sverige ungefär 800 000.

Slutsatser

Radioaktiva alfastrålade ämnen i snus kan inte ensamma ge upphov till akuta skador på munslemhinnans celler.

Regelbunden snusning medför en bestrålning per år som teoretiskt, ur cancerrisksynvinkel, kan jämföras med tre enbildstagningar hos tandläkaren eller externbestrålningen från omgivande mark och byggnadsmaterial under cirka en vecka.

Såväl stråldosberäkningar som epidemiologiska data pekar på att alfastrålningen för vanesnusaren som högst kan innebära en dödsrisk av storleksordningen en per miljonen per år. Denna radiologiskt betingade risk är så låg att den från individens synpunkt inte bör påkalla någon särskild åtgärd eller uppmärksamhet.

Det mest lågaktiva snuset är inte nödvändigtvis det »ofarligaste», eftersom snuset också innehåller kemiska cancerogener.

Christer Samuelsson

Litteratur

1. Tso TC, Harley NH, Alexander LT. Source of lead-210 and polonium-210 in tobacco. *Science* 1966; 153:880-2.
2. Martell EA. Radioactivity of tobacco trichomes and insoluble cigarette smoke particles. *Nature* 1974; 249:215-7.
3. Athalye VV, Mistry VB. Uptake and distribution of ^{210}Po and ^{210}Pb in tobacco plants. *Radiation Botany* 1972; 12:421-5.
4. Eisenbud M. Environmental radioactivity. 3rd ed. Orlando: Academic Press, 1987:148.
5. Harley NH, Cohen BS. Polonium-210 in tobacco. In: Moghissi AA, Paras P, Carter MW et al, eds. Radioactivity in consumer products. Washington DC: US Nuclear Regulatory Commission, 1978:199-216.
6. Black SC, Bretthauer EW. Polonium-210 in tobacco. *Radiological Health Data and Reports* 1968; 9:145-52.
7. Pettersson H, Hallstadius L, Hedvall R, Holm E. Radioecology in the vicinity of prospected uranium sites in a subarctic environment. *Journal of Environmental Radioactivity* 1988; 6:25-40.
8. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), 1982 report. New York: United Nations, 1982.
9. Hoffmann D, Harley NH, Fisenne I, Adams

Förbättrade resultat vid pankreastransplantation

Transplantation av en vaskulariserad pankreasgraft normaliserar glukosomsättningen hos diabetiker. Pankreasö-transplantation (dvs injektion av isolerade pankreasöar, exempelvis intraportalt) har däremot hittills lyckats endast i djurexperimentella modeller. Det framkom vid den första internationella kongressen om pankreastransplantationer som avhölls i Stockholm. Annika Tibell, tf avdelningsläkare, och Rolf Linder, fn gästforskare, transplantationskirurgiska kliniken, Huddinge sjukhus, rapporterar från den del av kongressen som behandlade transplantation av vaskulariserade pankreasgraft. Två nya serummarkörer presenterades, vilka förefaller kunna förbättra diagnostiken av tidig avstötning, något som hittills har varit ett problem.

Den första pankreastransplantationen gjordes 1966 i Minneapolis då en uremisk diabetiker fick både en njure och en pankreas transplanterad. Under de följande åren gjordes bara enstaka pankreastransplantationer och resultaten var dåliga på grund av kirurgiska och immunologiska komplikationer. Under 1980-talet har resultaten förbättrats väsentligt, och flera centrum rapporterar nu att 60-70 procent av patienterna har fungerande transplanterat ett år postoperativt. Detta har medfört en kraftigt ökad transplantationsaktivitet. 1980 gjordes 39 pankreastransplantationer i världen, 1987 hade antalet stigit till 335.

Med anledning av denna utveckling anordnades den första internationella kongressen om pankreastransplantationer i Stockholm i mars 1988. Arrangör var den transplantationskirurgiska kliniken vid Huddinge sjukhus som sedan många år arbetat med pankreastransplantationer. Kongressen samlade 400 deltagare från 36 länder. De ca 200 presentationerna vid

mötet har publicerats i ett supplement till tidskriften *Diabetes* i januari 1989.

Indikationer för pankreastransplantation

Frågan om vilka patienter som kan och bör bli föremål för pankreastransplantation togs upp redan i den första paneldiskussionen ledd av R Landgraf, München. Insulinkrävande diabetes är visserligen en allvarlig sjukdom med svåra sekundära komplikationer (njurinsufficiens, blindhet och gangrän), men sjukdomen är inte omedelbart livshotande. Fördelarna med en pankreastransplantation måste därför nog vägas mot de risker som det kirurgiska ingreppet och immunsuppressionen innebär. Bland fördelarna finns det faktum att patienten kan upphöra med insulinbehandling och övergå till en normal diet. Eftersom blodsockret blir normalt eller nästan normalt efter transplantationen borde de svåra sekundärkomplikationerna också kunna bromsas eller förhindras.

Hittills har flertalet pankreastransplantationer gjorts på diabetiska patienter som utvecklat uremi. Många av patienterna har fått både en njure och pankreas transplanterade samtidigt, med båda organen tagna från samma donator. I andra fall har pankreastransplantationen gjorts efter en lyckad njurtransplantation. Under de senaste åren har man också gått in tidigare i sjukdomsförloppet och då transplanterat bara pankreas. En anledning till detta är att riskerna minskat och resultaten förbättrats. En annan anledning är att det har visat sig att senkomplikationerna inte påverkas nämnvärt om pankreastransplantation utförs efter mycket långvarig sjukdom (se nedan).

Det har då gått att identifiera de diabetiker som kommer att utveckla allvarliga sekundärkomplikationer. Persisterande proteinuri är ett tidigt tecken på diabetesnefropati. Efter att proteinuri uppträtt är förloppet varierande men med hittillsvarande diabetesregim har hälften av patienterna utvecklat uremi inom sju år. Patienter med begynnande njurskada skulle således vara tänkbara kandidater för enbart pankreastransplantation.

Patienter med subkutan insulinresistens, defekt motregulation vid hypoglykemi eller hyperlabil diabetes är ofta svårt invaliderade av sitt tillstånd och löper dessutom risk för allvarliga akuta komplikationer. Det förefaller därför rimligt att erbjuda även dessa patienter pankreastransplantation.

Tillvaratagande av organ för transplantation

Förhöjt blodsocker och serumamylas föreligger ofta hos potentiella organdonatorer, vilket innebär svårigheter att avgöra om pankreas är lämplig för transplantationsändamål. U Hesse, Minneapolis, ansåg dock att så länge diabetes eller pankreatit ej förekom i anamnesen, och pankreas såg normal ut, så kunde den transplanteras utan risk. T Schmid, Innsbruck, hade studerat betydelsen av donatorns ål-

JD, Brunneman KD. Carcinogenic agents in snuff. *JNCI* 1986; 76:435-7.

10. Samuelsson C. Medical consequences/effects of polonium in snuff. Lund: Department of Radiation Physiology, University of Lund, 1988. (Report NFRA-3087/MERI-3087).
11. James AC. Lung dosimetry for radon and thoron daughters: Review and reassessment with emphasis on domestic exposure. In: Nazaroff WW, Nero AV, eds. Radon and its progeny in indoor air. New York: Wiley Interscience, 1988:259-309.
12. Blomgren PG, Bergman K. Kontroll av strålskydd m m inom sjukvården (KAST). Stockholm: Statens strålskyddsinstitut, 1986. (SSI-rapport 86-18).
13. Hoffmann D, Adams JD, Lisk D, Fisenne I, Brunnemann KD. Toxic and carcinogenic agents in dry and moist snuff. *JNCI* 1987; 79:1281-6.
14. Axell T, Mörnstad H, Sundström B. Snusning och munhåle- och nasaltumörer. En retrospektiv studie. *Tandläkartidningen* 1978; 70:1048-52.
15. Cancerkommittén. Cancer, orsaker, förebyggande m m. Stockholm: Liber, 1984:154. (SOU 1984:67).