

## PŘEKLADY

## NEBEZPEČÍ ATOMOVÉHO PŮVODU

Evropské atomové společenství (Euratom) vydalo publikaci, v níž uveřejňuje výsledky měření radioaktivního záření prováděné 230 evropskými stanicemi. Výsledky tohoto měření a časové výkyvy průměrných hodnot jsou ve skutečnosti platné pro celou Evropu a i pro celou severní polokouli, protože i měření americká a kanadská dávají podobné výsledky.

Z důvodů technické jednoduchosti se měření provádí v  $\beta$ -radiaktivitě. Pro některé radionuklidy jako  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{14}\text{C}$ , je prováděno měření zvlášť. Soudí se, že ke konci roku 1964 celková tonáž explozí jaderných pum dosahovala 511 megatun TNT, z nichž vzniklo 193 000 tun produktů štěpení a z nich 120 tun zůstává rozptýleno v troposféře a obsahuje 12 megacurie  $^{90}\text{Sr}$  a 18 megacurie  $^{137}\text{Cs}$ . Nejvíce uvolněné energie bylo: v letech 1952—1954 60 megatun, 85 megatun mezi 1957—1958, 120 megatun v roce 1961 a 271 megatun v roce 1962. Štěpná energie odpovídající jedné megatuně uvolňuje 110 megacurie jodu, 16 megacurie  $^{89}\text{Sr}$ , 0,15 megacurie  $^{137}\text{Cs}$  a 0,1 megacurie  $^{90}\text{Sr}$ .

Měření provedená v letech 1962—1964 ukazují na důsledky těchto atomových zkoušek. Změny v aktivitě ovzduší následují v krátkém časovém odstupu po výbuších. Globální aktivita vzduchu a půdy byla pro celou Evropu 4 picocurie/ $\text{m}^3$  ( $4 \cdot 10^{-12} \text{ci}/\text{m}^3$ ) v roce 1962, v roce 1963 4,4 picocurie/ $\text{m}^3$ , pak klesla v roce 1964 na 0,98 pci/ $\text{m}^3$ . Jen vlhký a suchý spad znamenal v roce 1962 788 milicurie/ $\text{km}^2$ , v roce 1963 911 mci/ $\text{km}^2$ , 229 mci/ $\text{km}^2$  v roce 1964. Je dosud předčasně určovat aktivitu stojatých a tekoucích vod všeobecně, protože techniky měření se různí podle laboratoří, stejně tak je různá základní hladina přirozených radioizotopů, zvlášť však  $^{40}\text{K}$ .

Při analýze směsi  $\beta$ -zářičů je třeba konstatovat, že existuje progresivní stárnutí spadu v důsledku zmenšování frakce izotopů s krátkým poločasem, zatímco izotopy s dlouhým poločasem, jako  $^{137}\text{Cs}$  a zvlášť  $^{90}\text{Sr}$ , zůstávají; ty určují, že aktivita zplodin usazených na povrchu země na konci roku 1962 byla  $6,5 \cdot 10^6$  curie.

Střední aktivity měřené ve vzduchu a půdě, ve spadu a ve sladkých vodách, jsou jasně nižší než přijatelný nejvyšší práh určený v roce 1958 Mezinárodní společností na ochranu proti radiačnímu záření (I.C.R.P.). Je však třeba podtrhnout, že jde o střední aktivitu původu atmosférického a že aktivita v některých oblastech dosahuje hodnot značně větších následkem srážek, zvlášť sněhových. Na druhé straně pojem střední aktivity nás nesmí odvádět od aktivity místní jako důsledku koncentrace podmíněné přírodou, hlavně rostlinstvem.

Radioaktivní kontaminace moří byla měřena P. Rechtem a F. Van Hoeckem (Eur. 24077). Tito dokázali, že spad ovlivňuje jen povrchové vrstvy oceánu do hloubky 75—100 m a že se rychle vředeje (48 hodin po explozi na Bikini lokální koncentrace dosahovala  $10^6$  normální hodnoty, po 4 měsících koncentrace ve vzdálenosti 2500 km dosahovala trojnásobku normální hodnoty). Prakticky je možno zvětšení aktivity vyvolané explozí považovat v mořích za zanedbatelné.

Není tomu tak ale u odpadu atomového průmyslu, kde se tento problém stává akutním v důsledku stálého růstu atomového průmyslu. Dokladem toho je např. to, že hodnota elektrické energie ve světě je skoro z 30 % získávána ze štěpné reakce, a na druhé straně, že štěpení dávající produkci  $10^4$  megawatů denně vyžaduje ošetření 1 tuny upotřebeného atomového paliva denně; štěpením 1 gr U se tvoří 4,35 ci  $^{90}\text{Sr}$  a 1,12 ci  $^{137}\text{Cs}$ . Tak i když není jisté, zda se v roce 1970 na celém světě bude produkovat  $10^5$  megawatů z nukleární energie, je třeba se již nyní připravovat na likvidaci 10 tun spotřebovaného atomového paliva denně, a to separací a pak izolací 3,  $10^8$  ci  $^{90}\text{Sr}$  a  $10^8$  ci  $^{137}\text{Cs}$ . Je pochopitelné, že likvidace těchto izotopů vytváří problém, jehož řešení je obtížné. U odpadů s nízkou aktivitou je uvažováno, i když v řídkých a velmi pečlivě vybraných případech, o likvidaci v oceánech, kdy lze předpokládat, že odpad se rychle rozředí a neohrožuje přípustnou koncentrací plankton, měkkýše a ryby a tím i bezpečnost lidí. Odpady s vysokou aktivitou jsou chemicky koncentrovány, pak dány do betonového nebo asfaltového obalu a s ním uzavřeny do ocelového sudu a uloženy do hloubky 2000 metrů; aktivita každého sudu se pohybuje na povrchu od  $10^{-13}$  ci až do 1,5 ci. Oceanografické znalosti nás neopravňují považovat tuto metodu za velmi bezpečnou. Americké autority však stanovily velmi přísná opatření a tak likvidace pevných odpadů do moře tvoří jen 5 % celkových pevných odpadů pocházejících ze všech jaderných závodů USA. Další nejbližší řešení spočívá v tom, že se ocelové sudy ukládají do starých dolů, do starých vyhloubených lomů, do země, která je zvlášť stálá.

Dvě další zprávy se zabývají nebezpečím z radioaktivity v důsledku ingesce radioaktivních látek přítomných v potravě.

První (EUR 2460 d, f, i, n) představuje soubor analytických studií rozličných potravinových produktů, hlavně mléka. Jsou udávány hlavně dávky  $^{90}\text{Sr}$  a  $^{137}\text{Cs}$ .

Problém kontaminace lidí radioaktivní potravou se jeví jako obtížně řešitelný, protože trvá stále mnoho nejasností, jak vyplývá z kritických studií o přípustných úrovních, jež navrhuje S. Ledermann a A. Garnier.

## POLONIUM 210 U ČLOVĚKA

Jednou z prací zabývajících se rozdělením přirozeně radioaktivních látek v těle a jejich biologického účinku je práce C. R. Hilla „Studie rozdělení polonia 210 v těle člověka.“

Je známo, že atmosféra obsahuje určité množství radonu pocházejícího ze zemské kůry. Ale až do poslední doby jsme se málo starali o tyto produkty postupného rozpadu: radium D nebo olovo 210, radium E nebo vismut 210 a radium F nebo polonium 210. Tento poslední radionukleid může být uvolňován do atmosféry i některými umělými prostředky. Poločas těchto radioaktivních látek je dostatečně dlouhý a tím se mohou účastnit na účincích radioaktivního spadu. Radioaktivní olovo, vismut a polonium se mohou dostávat do těla člověka buď inhalací nebo ingescí. Jako dávky biologicky účinné, produkty roz-

padu těchto tří radionuklidů přicházejí v poměru 1 : 10 : 1000; je tudíž jasné, že studium zdrojů a distribuce polonia 210 v lidském těle představuje zvláštní zájem. Měření ukázala, že polonium 210 je přítomno na listech a v rostlinách v množství úměrném intenzitě dešťů. V krajinách, kde deště jsou větší, můžeme pozorovat koncentrace velmi vysoké, nad 10 000 pci/kg suché rostliny, až tak, že určité vzorky sena mohou být podle norem hodnoceny jako radioaktivní látky. Koncentrace 5000 pci/kg je běžná pro určité pomalu rostoucí rostliny, jako například lišejníky, které tvoří běžnou zimní potravu pro býložravce (sob, los) arktických krajin. Určité množství polonia 210 bylo nalezeno v tkáních býložravců z krajin s bohatšími srážkami dešťovými, stejně jako u určitých mořských živočichů (krabi, lastury).

Radioaktivita celodenního stravního režimu v západních zemích může být ohodnocena asi 1–10 pci za den. Tato hodnota se může zvyšovat na 100 pci za den pro výživu Eskymáků žijících se v zimě uzeným masem sobů. Naproti tomu obsah radioaktivních látek v pitné vodě je zanedbatelný (0,01–0,05 pci v litru).

Zvláštní pozornost je věnována v tomto směru cigaretovému tabáku. E. P. Radford a V. R. Hunt (Science, 1964, 143, 247) udávají, že našli v tabáku zvýšený obsah polonia 210 a že větší část polonia 210 přechází při kouření do kouře. Podle výzkumů Hillových není v obsahu polonia 210 větší rozdíl mezi tabákem z rozdílných krajin. Toto pozorování ne-souhlasí s tvrzením de E. Marsdena (Nature, 1964, 203, 230), podle něhož by zeměpisné variace výskytu rakoviny bronchů byly ve vztahu s regionálními variacemi hladiny polonia 210 v tabáku.

Hill současně přezkoušel pasáž polonia 210 v kouři cigaret a tvrdí, že více než  $\frac{1}{3}$  radioaktivity tabáku přechází do kouře. Popírá však hodnoty příliš vysoké (1000 rem za 25 let), které Radford a Hunt určují pro hromadění polonia 210 v určitých partiích plic u velkých kuřáků. Říká: „Aby se mohly uskutečnit tak velké dávky, bylo by třeba předpokládat z jedné strany pulmonální clearance zvlášť selektivní pro polonium 210 z kouře cigaret, na druhé straně velmi rychlou účinnost tohoto mechanismu clearance.“

Hill srovnával obsah polonia 210 v rozličných orgánech u kuřáků a nekuřáků. V koncentraci v játrech a ledvinách nebyly u těchto dvou skupin pozorovány žádné zvláštní rozdíly. V plicní tkáni však byla hladina u kuřáků 2X až 3X vyšší než u nekuřáků. U kuřáků se radioaktivita zdá být stejné intenzity v úrovni různých segmentů kmene bronchiálního. Hill mohl studovat skelet a orgány člověka,

kteří pracoval jako malíř radioaktivních kotoučů do 6 týdnů před smrtí na akutní myeloidní leukémii. Tělo člověka obsahovalo 0,02  $\mu$ ci rádia 226, obsah značně pod maximální přípustnou hranici, ale 1000X vyšší než normální stav. Koncentrace polonia byla značně zvýšena v kostech (přibližně 70X) proti ostatním tkáním.

U lidí zemřelých za 20–40 let po expozici rádiem 226 obsah orgánů na polonium 210 v poměru k obsahu v kostech byl nižší než v případě čestvé expozice. Tato diference se vysvětluje vždy tím, že relativně málo produktů rozpadu přechází do krve počínaje starými depot rádia v kostech.

Biologickým charakterem polonia 210, známým asi 40let, ale často zapomenutým, je jeho afinita k měkkým tkáním značně větší než ke kostem (přítomnost pravidelně většího množství polonia 210 v kostech není důsledek větší afinity k této tkáni; vysvětluje se tou skutečností, že polonium 210 pochází z rozpadu olova 210, které se převážně ukládá v kostech). Jako většina badatelů hledal i Hill možnost účinku polonia 210 v jeho vlivu na proteiny; Hill měřil koncentraci tohoto radioaktivního prvku v určitých krystalických bílkovinách pocházejících z býložravých zvířat (vůl), která mohou s rostlinnou stravou dostávat poměrně značnou kvanta polonia 210. Výsledky práce byly dosti nečekané. Zatím co obsah radioaktivního prvku v albuminu, hemoglobinu, želatině, fibrinogenu byl 23–120 pci/kg, hodnoty pro 4 vzorky insulinu se pohybovaly mezi 370–1870 pci/kg (pankreas sloužící k přípravě těchto insulinů obsahoval jen 25 pci/kg). Je zajímavé, že mezi proteiny je insulin nejbohatší na uskupení sulfhydrylová (SH). Hill soudí, že funkce sulfhydrylové mohou hrát důležitou roli ve spojení mezi radioaktivním prvkem a proteinem. Tato skutečnost, když se potvrdí, může mít velkou důležitost pro mikrodosimetrii těchto radionuklidů.

Celkově Hillova pozorování ukazují, že potrava představuje největší zdroj zátěže organismu poloniem 210, stejně u člověka jako u býložravců. Co se týče kouře cigaret, zdá se vést k nadměrnému obsahu polonia 210 jen v plicích, zde se pak segmentární koncentrace nezdaří podezřel z vyvolání abnormálně zvýšených dávek radiace. Nicméně velký praktický důsledek celé problematiky opravňuje další výzkumy v této oblasti.

Hillova měření konečně udávají, že polonium 210 je hlavní determinant přirozené radioaktivity (back ground dose) v těle lidském. Udává, že tato back ground dose je řádově 100 miliremů ročně.

P-k

## ZLEPŠOVACÍ NÁVRHY

**Zn. č.:** 29 HT-ZS/66

**Název ZN:** Hrudní pás

**Autor:** mjr. J. Tlustý

**Stručný popis:**

Hrudní pás k zpevnění dolní apertury hrudníku při poranění žeber. Sponky umožňují samotnému pacientu možnost regulace tahu podle subjektivních pocitů.

Výroba je jednoduchá, materiállově nenáročná.

V místě podání odměna 500 Kčs.

Informace: vojenská nemocnice v Klatovech.