

DISTRIBUCIJA I IZLUČIVANJE POLONIJUMA

D. ĐURIĆ, M. KILIBARDA i D. PANOV

*Institut za medicinu rada SRS, Beograd
(Prinljeno 15. XII 1963)*

Posle kratkog izlaganja o fizičkim i hemijskim osobinama polonijuma, iznose se principi analitičkog određivanja ovog elementa u biološkom materijalu, naročito mokraći.

Opširno se iznosi pregled svetske literature o distribuciji i izlučivanju polonijuma, kako starije literature pre II svetskog rata tako i najnovije. Detaljno se iznose rezultati proučavanja vezivanja polonijuma u krvi.

Posebna pažnja je posvećena razmatranjima o mogućnosti korišćenja analize polonijuma u mokraći rudara eksponovanih radonu, kao merilo ekspozicije tom gasu u rudnicima urana.

Autori ističu da rezultati njihovih analiza na oko 300 mokraća rudara našeg rudnika urana, govore u prilog ovoj pretpostavci.

Polonijum su otkrili Marija i Pierre Curie 1898. godine, kada su ga izdvojili iz Jahimovske uranijumske pehblende. Naziv je dobio prema otadžbini Marije Sklodowske-Curie, često ga nazivaju i radium F. Polonijum (Po) je teški metal česte grupe periodnog sistema elemenata, s atomskim brojem 84 i atomskom težinom 210. Po svojim osobinama sličan je telurijumu i bizmutu. Ta je tro- i šestovalentan element s koordinacionim brojem 6. Ovaj metal ima dve alotropske modifikacije, a budući da je amfoteran, stvara anione i katione; stvara rado i komplekse.

Polonijum je prirodno radioaktivan element i član je uranske serije. Polonijum emituje alfa čestice energije 4,5–5,3 MeV s poluvremenom raspada od 138,3 dana, te slabo gama zračenje energije 8–9 MeV. Danas se Po-210 najčešće priprema bombardovanjem bizmuta u reaktoru.

Polonijum se ponaša kao plemeniti metal, pa je još 1905. god. zapaženo da se on deponuje na manje plemenitim metalima (Ag, Te, Bi, Ni) u kiselom mediju. Brzina depozicije zavisi od čistoće rastvora polonijuma, čistoće metalne folije, temperature (optimalna oko 90–95°C), brzine mešanja rastvora, volumena tečnosti, pH. Ova depozicija se koristi za njegovo određivanje u biološkom materijalu.

Određivanje polonijuma u biološkom materijalu

Fink i saradnici su razradili metodu za određivanje Po u biološkom materijalu, koja koristi njegovu depoziciju na srebrnoj foliji (1). Za spaljivanje biološkog materijala oni su upotreabili smesu azotne i perhlorne kiseline. *Finkel i sar.* (2) koriste za spaljivanje smesu perhlorne kiseline i superoksola. Međutim, *Scott i Stannard* smatraju da je dovoljna samo azotna ili sumporna kiselina (3). I drugi autori, kao *Cember i sar.* (4), *Mulhaney i sar.* (5), *Rundo* (6) su modifikovali ovu metodu. *Black* (7) je ispitao optimalne uslove deponiranja. *Baxter i De Witt* (8) su konstruisali vodeno kupatilo sa mešalicama pogodno za uporedno određivanje više uzoraka. *Smith i sar.* (9) daju detaljna uputstva za obradu raznog biološkog materijala: meko tkivo i organi, mokraća, životinjski leševi. Oni opisuju i optimalne uslove određivanja, odnosno depozicije. Ova metoda je pogodna za određivanje Po u koncentracijama od $66 \cdot 10^{-6}$ do $44,4 \cdot 10^{-2} \mu\text{c}$, a korišćenje iznosi oko 90%.

U našoj radiotoksikološkoj laboratoriji uvedena je ova metoda za određivanje polonijuma u mokraći prema propisu navedenom u preporukama Američke atomske komisije za rutinske metode (10). Ova metoda se pokazala kao vrlo precizna i pogodna u toku rada. U našoj laboratoriji je izvršeno nekoliko stotina analiza mokraća na polonijum.

Distribucija i ekskrecija polonijuma

U toku poslednjih 40 godina publikovani su mnogi podaci o sudbini polonijuma u organizmu. Prvi rad o biološkom delovanju Po objavili su *Ferneau i sar.* (11) još 1913. god. utvrdivši da izlaganje kože zračenju Po ne dovodi do eritema. Između 1924. i 1938. godine. *Lacassagne* je sa saradnicima objavio niz radova iz ovog područja (12) vršeći eksperimente na životinjama. Iako je upotrebljen mali broj životinja, *Lacassagne* je dobio rezultate koji su kasnije gotovo u celosti potvrđeni. *Lacassagne i sar.* su utvrdili da se Po uglavnom izlučuje preko bubrega, a da se zadržava uglavnom u retikulo-endotelnom tkivu (slezina, limfno tkivo, renalni korteks) dok ga renalna medula i kosti sadržavaju samo u tragovima. Letalne doze izazivaju destrukciju hemopoetskog tkiva, smrtnu hemoragiju i akutni nefrit. Budući da su našli vrlo male količine Po u ekskretima, ti su autori pripisali njegovo nestajanje uglavnom izdisanju preko pluća. Kasniji radovi *Finka i sar.* (1) su pokazali da je to netačno.

U toku II svjetskog rata započeta su intenzivna istraživanja na mnogim radioaktivnim supstancijama u vezi s proizvodnjom atomske bombe. Stručnjaci Univerziteta u Rochesteru počeli su još tada da se bave problemima distribucije i ekskrecije polonijuma, a te studije se još i danas nastavljaju. Naravno da se i druge grupe bave ovim proble-

mima, ali ne tako sistematski. Posle rata objavljena je opširna monografija o radovima u toku rata (1). Ovde ćemo samo ukratko sumirati rezultate objavljene u toj monografiji.

Posle intravenozne (i-v) injekcije polonijum klorida pacovima, prvog dana se u mokraći izluči 0,19 %. Izlučena količina se zatim tako smanjuje da se posle 30 dana stabilizuje na 0,13 % na dan. Fekalna ekskrecija je prvog dana 30 puta veća od urinarne, pedesetog dana 6 puta veća, stotog 5 puta veća a dvestotog 4 puta veća. Organi se prema distribuciji mogu poredati ovako: slezina, bubrezi, limfni čvorići; znatno manje količine se nalaze u koštanoj srži, eritrocitima, adrenalnim žlezdama, pankreasu, tiroideji. Usled redistribucije u toku vremena povećava se količina Po u testisima i mozgu a smanjuje u plazmi i jetri. Kod jedne ženke-pacova zapažene su veće količine Po u uterusu a prosečne u ovarijima.

Posle oralne administracije istog jedinjenja pacovima, distribucija je bila slična. Međutim, ovde su utvrđene velike količine Po (trećina celokupne doze) u eritrocitima. Izlučivanje se vršilo uglavnom preko mokraće, i to oko 100 puta efikasnije nego posle i-v administracije. Rezultati supkutane administracije u potpunosti se slažu sa i-v. Eksperimenti s inhalacijom ukazuju da se 30-100 % udahnutog Po zadržava i resorbuje u plućima, a distribucija je slična kao kod i-v. Polonijum hlorid se resorbuje i preko kože miša u količini od 0,005 % na dan. Kod zeca je posle i-v administracije zapaženo jače izlučivanje u mokraći nego kod pacova, dok se po akumulaciji bubrezi nalaze na prvom mestu.

Prilikom eksperimenata na ljudima, izlučivanje u mokraći prve nedelje iznosilo je 0,1 % na dan, u toku druge nedelje 0,06 %, posle 40 dana oko 0,03 %. Izlučivanje fecesom vršilo se uporedo ali je bilo 10-20 puta veća. Kod ljudi posle i-v aplikacije količina Po u krvi iznosi u početku oko 2 % od date doze a kasnije pada. Količina Po u eritrocitima premašuje 2-3 puta količinu u plazmi. Praćeno je izlučivanje Po kod čoveka i posle ingestije. Preko ljudske kože se resorbuje na dan oko 2 % doze.

U radovima koji su publikovani posle spomenute monografije, izneti su novi podaci u vezi s metabolizmom polonijuma.

Finkel i sar. (2) su utvrdili da LD_{50} za Po u toku prve dve nedelje iznosi 30-40 $\mu\mu\text{c}$ na kilogram težine, dok su *Fink i sar.* (1) našli 50 $\mu\mu\text{c}$ na kilogram. Neki autori su zaključili da distribucija polonijuma zavisi od mnogih faktora, od kojih su najznačajniji put ulaza, količina i vreme proteklo od aplikacije.

Stannard (13) ističe značajne razlike u distribuciji Po posle i-v aplikacije i ingestije. Resorpcija Po u gastrointestinalnom traktu slabija je od Ra ali nadmašuje U, Pu i Th. Izlučivanje Po u mokraći veće je posle ingestije. Ove razlike se mogu objasniti time što posle i-v aplikacije Po

stvara u krvi agregate, koje zahvata retikulo-endotelni sistem (14), a to je potvrđeno pomoću autoradiografije. Prilikom oralne aplikacije nije zapaženo stvaranje agregata u krvi (15).

Fink (1) i *Stannard* (13) ističu da se posle resorpcije Po u krvi vezuje uglavnom na eritrocite. *Gorham* (16) je vršio in vitro i in vivo eksperimente o ponašanju Po u krvi pacova i čoveka, pa je došao do sledećih generalnih zaključaka:

- a) vezivanje se vrši prema eksponencijalnoj vremenskoj krivulji;
- b) vezivanje na eritrocite pacova je brže nego kod čoveka;
- c) količina Po u eritrocitima i plazmi raste mnogo brže in vivo.

Watts (17) je nastavila ovakve studije koje je *Thomas* (18) detaljno i sistematski izvršio. U svojim in vitro eksperimentima *Thomas* (18) je menjao temperaturu i utvrdio da proces vezivanja Po na eritrocite nije baziran na adsorpciju već na hemijskom vezivanju. Na osnovu in vivo eksperimenata, autor je utvrdio da nestajanje Po iz krvi zavisi od fizičkog stanja (agregacija). Oko 15–16 % Po vezuje se u eritrocitima na stromu a ostatak na hemoglobin. *Thomas* je potvrdio da je vezivanje brže in vivo a da nema razlike između zeca i pacova. Posle ingestije, količina Po u eritrocitima veća je za oko 10 puta nego posle i–v aplikacije. Posle ingestije količina Po u eritrocitima nadmašuje oko 300 puta količinu u plazmi a posle i–v aplikacije svega 30 puta. U plazmi se oko 80 % Po vezuje na proteine a 20 % je verovatno u ionskom stanju ili vezano na manje molekule. *Thomas* (18) je utvrdio da se Po posle nstantka iz krvi može naći uglavnom u jetri, slezeni i plućima, odnosno u organima retikulo-endotelnog sistema (RES).

Izračunavanja maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) su baš i provedena na osnovu slezine kao kritičnog organa (19). Međutim, *Cassarett* (20) je utvrdio da se prilična količina Po nalazi i u bubrezima, pa je postavio pitanje ne bi li i to trebalo uzeti u obzir. *Thomas i sar.* (21) tvrde da to nema važnosti, jer toksičnost Po ne zavisi od puta ulaza i razlika u distribuciji. Ovo tvrđenje su oni potkrepili nizom eksperimenata s oralnom, i–v i intratrahealnom aplikacijom (22).

Stannard i Baxter (23), te *Stannard* (24), su izvršili dugotrajnije eksperimente sa višekratnom aplikacijom Po na pacovima pa su dobili iste rezultate kao kod jednokratne aplikacije s obzirom na distribuciju (slezina, jetra, bubrezi).

Black (7) je našao izvesne količine Po u kostima (čak i do 50 %). *Finkel i sar.* (2) ističu da u toku vremena dolazi do redistribucije Po u organizmu. Tako je najveći deo Po u toku prvih 66 dana lociran u jetri, bubrezima i kostima. Posle 120 dana najviše opada količina Po u bubrezima. Distribucija zavisi ne samo od vremena već i od aplicirane količine. Posle aplikacije malih količina Po posle 66 dana distribucija izgleda

ovako prema količini: slezina, bubrezi, limfni čvorići u mezenteriju, jajnici (kod ženki) i jetra. Na osnovu toga se mogu i protumačiti razlike u rezultatima kod raznih autora.

Stannard (25) je na osnovu dugotrajnih eksperimenata na pacovima utvrdio da se nestajanje Po iz pojedinih organa i izlučivanje iz organizma vrši u dve faze: brže i sporije. S obzirom na retenciju Po organi se mogu podeliti u tri grupe:

I. jetra, bubrezi, pluća, limfni čvorići, koštana srž, kojima efektivno poluvreme prve faze iznosi oko 30 dana;

II. testisi, mišići i srce, kojima efektivno poluvreme za prvu fazu iznosi 50 dana a za drugu fazu 400 dana;

III. krv koja poseduje viši nivo Po nego pojedini organi. Suprotno od *Finkelove* (2), *Stannard* tvrdi da količina Po ne utiče na distribuciju koja je konstantna.

Morrow i sar. (26) su aplicirali Po mačkama, i to ingestijom i i-v. Oni su utvrdili da se Po u ionskom stanju resorbuje oko 10 puta bolje nego koloidni. Ni kod mačaka nije utvrđena razlika u distribuciji s obzirom na put ulaza. *Stannard* (27) je utvrdio kod ženki pacova kvantitativno veće količine Po u slezini, bubrezima i limfnim čvorićima nego u tim organima mužjaka. Ovariji sadržavaju veće količine Po nego testisi.

Rochesterska grupa je poslednjih godina načinila i niz studija o inhalaciji i intratrahealnoj aplikaciji polonijuma.

Thomas i Stannard (28) su potvrdili da se distribucija Po posle intratrahealne administracije razlikuje od ostalih puteva ulaza. Sada je resorpcija iz pluća veoma brza a nivo Po u krvi raste u toku prvih 10 dana. Ova činjenica ukazuje da dolazi u to vreme do redistribucije Po iz organa u kojima se akumuluje u početku (bubrezi, slezina, jetra). Efektivno poluvreme je slično kao kod ostalih puteva ulaza i iznosi 60 dana. Izlučivanje Po u fecesu premašuje oko 25 puta količinu u mokraći. Izlučivanje u fecesu se objašnjava efikasnom cilijarnom akcijom koja prebacuje materijal iz gornjih dišnih puteva u gastro-intestinalni trakt. Začudo, i posle nestajanja materijala iz pluća, fekalno izlučivanje premašuje urinarno za desetak puta.

Inhalacija je veoma podrobno studirana (29, 30, 31, 32, 33) eksperimentima na pacovima.

Posle petosatne ekspozicije aerosolu polonijuma, retencija iznosi oko 53 % inhalirane količine (29). Posle višekratne ekspozicije, retencija je nešto veća (31). U toku prvih 30 dana Po se uklanja iz pluća prema eksponencijalnoj jednačini (29). Deo materijala se uklanja cilijarnom akcijom (32) a deo fagocitarnom akcijom dospeva u limfni sistem (30). Kod inhalacije odnos fekalnog izlučivanja prema urinarnom iznosi 6:1, posle oralne aplikacije 2:1, a posle i-v 1:1 (29). Posle višekratne ekspozicije izlučivanje se ubrzava 2-3 puta (32). Ako se psi izlože parama

Po, posle inhalacije retencija u plućima iznosi 64 % a maksimum u krvi se postiže posle 5–15 dana (33). Kod pasa u ovom slučaju distribucija je ovakva: jetra, bubrezi, krv, folikuli dlaka krzna. Posle 3 dana izluči se oko 50 % resorbovanog Po, i to uglavnom preko fecesa. Efektivno poluvreme za pluća iznosi 36 dana a za ceo organizam 37 dana.

Na kraju da spomenemo još neke interesantne objavljene rezultate *Tuttle i Baxtera* (34), da tkivo RES nije radiosenzitivno na lokalno zračenje Po. Dijeta nema uticaja na smrtnost pacova posle injekcije Po ili zračenje X-zracima (35).

Thomas i sar. (36) tvrde da Po izaziva anemiju pomoću nekog mehanizma, koji vrši depresiju celokupnog cirkulirajućeg hemoglobina ne menjajući pri tom sintezu hema i globina. Zato je ova anemija slična onoj koju izaziva berilij a malo slična onoj posle ozračavanja celog tela.

Hursch (37) je utvrdio da je BAL veoma efikasan da pojača izlučivanje Po iz organizma. U toku prvih 10 dana po aplikaciji BAL-a udvostručuje se izlučivanje Po. Ako se BAL primjeni u toku prvih 12 sati posle ekspozicije polonijumu, onda se smanjuje znatno toksičnost polonijuma. Autor smatra da BAL vezuje prvo Po koji je labavo vezan na proteine plazme i da nastali kompleks lako difundira pa se brzo izlučuje preko bubrega. Količina Po u krvi tada brzo opada. Deo Po koji se čvršće vezuje u tkivu ne stvara kompleks sa BAL-om.

Ruski autori (38) preporučuju i druge preparate sa SH grupama radi efikasnog ubrzavanja izlučivanja Po iz organizma.

Polonijum u mokraći osoba eksponiranih radonu

U rudnicima urana radioaktivni gas radon predstavlja najznačajniju opasnost za rudare, među ostalim opasnostima. Radon se raspada na niz kratkoživećih i dugoživećih potomaka, koji s njim postižu ravnotežu za oko 3 sata. Ovi potomci se adsorbuju na čestice prašine pa inhalacijom dospevaju u organizam eksponiranih osoba. Ti potomci predstavljaju, zapravo, još veću opasnost po zdravlje ljudi nego sam gas radon.

Raspad radona na potomke dešava se i u radnoj atmosferi i u organizmu eksponirane osobe. Prilikom raspada radon emituje alfa zračenje i prelazi u RaA (Po-218), koji ima poluvreme raspada od 3,05 min. Ovaj produkt se dalje raspada uz alfa emisiju u niz kratkoživećih izotopa (RaB, RaC, RaC) u dugoživeći izotop olova Pb-210 s poluvremenom raspada od 22 godine. Usled inhalacije, radon i sve ove potomke možemo očekivati u disajnim putevima, a takođe u tkivima gde je deponovan radon (masno tkivo). Međutim, Pb-210 će se deponovati u kostima, gde će se polagano raspadati na dalji izotop RaE (izotop bizmuta)

pa u RaF, odnosno Po-210, čije je poluvreme raspada 138 dana. Končno, Po-210 se raspada u stabilni izotop olova Pb-206. Budući da je polonijum veoma rastvorljiv, pojavljuje se u mokraći.

Veći deo polonijuma u mokraći potiče od Pb-210, ali jedan mali deo potiče i od polonijuma koji se unosi u organizam udisanjem, hranom i pićem.

Međutim, Pb-210 može da potiče iz više izvora:

a) Pb-210 koji nastaje raspadom radona i potomaka zahvaćenih filtracijom u plućima,

b) Pb-210 koji nastaje raspadom radijuma unetog u organizam hranom i pićem.

Izračunato je da količina polonijuma u mokraći neeksponiranog stanovništva može da iznosi do 0,05 $\mu\mu\text{c}$ (pikocurie) (7).

Može se očekivati da će količina polonijuma u mokraći osoba eksponiranih radonu biti veća. *Sultzer i Hirsch* (39) su prvi obratili pažnju na mogućnost da se određivanje polonijuma u mokraći koristi kao indikator ekspozicije radonu. Oni su utvrdili da se u mokraći neeksponiranih osoba izlučuju količine polonijuma, koje se ne mogu odrediti metodom deponiranja na srebrnoj foliji.

Ovi autori su odredili polonijum u mokraći 23 rudara iz rudnika urana u Colorado platou, inašli da se vrednosti kreću od 2-38 pikokirija na dan. Oni smatraju da se sav taj polonijum može pripisati Pb-210, odnosno radonu i potomcima, a da se radijum može zanemariti kao izvor polonijuma. Autori smatraju da 50 % Pb-210 potiče od radona akumuliranog u masnom tkivu organizma a 50 % od potomaka radona deponovanih u plućima. Autori smatraju da bi određivanje polonijuma u mokraći moglo da posluži za određivanje integrirane ekspozicije rudara radonu i njegovim potomcima.

Smatrali smo da je vredno proveriti navode *Sultzerove i Hurscha*, pa smo u radiotoksikološkoj laboratoriji našeg Instituta vršili određivanje polonijuma u mokraći 15 osoba neeksponiranih radonu i preko 300 mokraća rudara iz našeg rudnika uranijuma. Dobili smo veoma zanimljive podatke, koji su objavljeni na drugom mestu (40).

Naši rezultati govore u prilog pretpostavci da određivanje polonijuma u mokraći osoba eksponiranih radonu može da predstavlja merilo ekspozicije radonu.

Literatura

1. *Fink R. i sar.*: Biological studies with polonium, radium and plutonium. National Nuclear Series, Div. VI, Vol. 3. Mc Graw-Hill Book Co. New York 1950.
2. *Finkel M., Norris W., Kisielski W., Hirsch G.*: Am. J. Roentg. Rad. Therapy & Nucl. Med. 70 (1953) 477.
3. *Scott R. G., Stannard J. N.*: University of Rochester AEP, UR-235 31. III. 1953.

4. *Cember H., Watson J. A., Grucci T. B.*: *Nucleonics* 12 (1954) 40.
5. *Mulhaney T. J., Norris W. P., Kisielski W. E.*: Argonne Nat. Lab., Quart. Report ANL-4333, 1949.
6. *Rundo J.*: A. E. R. E., HP/R - 627, Harwell, 1950.
7. *Black S. C.*: UR-463, 18. XI. 1956.
8. *Baxter R., De Witt W.*: UR-269, 1953.
9. *Smith F. A., Della Rosa R., Casarett L. J.*: UR-305, 1955.
10. United States Atomic Energy Commission: Chemical Methods for routine bioassay, AECU-4024, 1958.
11. *Ferneau i sar.* (1913) - cit. *Finkel* (2).
12. *Lacassagne i sar.* (1924-1928) - cit. *Fink* (1).
13. *Stannard J. N.*: UR-299, 1954.
14. *Gallimore J. C., Boyd G. A., Stannard J. N.*: *Anat. Res.* 118 (1954) 253.
15. *Boyd G. A., Stannard J. N., Williams A.*: US AEC Information Meeting, Argonne National Laboratory, Chicago 1948.
16. *Gorham* - Cit. *Fink* (1).
17. *Watts N.*: UR-Memorandum to the files, 1950.
18. *Thomas R.*: Studies on Polonium in the blood, Doctor thesis, University of Rochester, 1955.
19. National Bureau of Standards, Handbook No. 52, 1953.
20. *Casarett G. W.*: UR-201, 1952.
21. *Thomas R. G., Della Rosa, R., Stannard J. N.*: *J. Pharm. Exp. Therap.* 113 (1955) 123.
22. *Stannard J. N., Della Rosa R., Thomas R. G.*: *Rad. Res.* 5 (1956) 157.
23. *Stannard J. N., Baxter R. C.*: UR-376, 1955.
24. *Stannard J. N.*: UR-329, 1954.
25. *Stannard J. N.*: UR-393, 1955.
26. *Morrow P. E., Smith F. A., Della Rosa R., Casarett L. J., Stannard J. N.*: UR-396, 1955.
27. *Stannard J. N., Angel M. A. K.*: UR-427, 1956.
28. *Thomas R. G., Stannard J. N.*: UR-430, 1956.
29. *Berke H. L., Di Pasqua A. C.*: UR-495, 1957.
30. *Casarett L. J.*: UR-557, 1959.
31. *Berke H. L., Di Pasqua A. C.*: UR-573, 1960.
32. *Berke H. L., Di Pasqua A. C.*: UR-587, 1961.
33. *Smith F. A., Morrow P. E., Gibb F. R., Della Rosa R. J., Scott J. U., Morken D. A., Stannard J. N.*: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 2 1961, 201.
34. *Tuttle L. W., Baxter R. C.*: UR-295, 1955.
35. *Noonan J. W., Stannard J. N.*: UR-320, 1954.
36. *Thomas R. G., Altman K. J., Stannard J. N., Salomon K.*: *Rad. Res.* 1 (1954) 180.
37. *Hursh J. B.*: *J. Pharmac. Exp. Therap.* 103 (1951) 450.
38. *Zakutinskij D. J.*: *Voprosi toksikologii radioaktivnih vešestv*, Medgiz, Moskva 1959.
39. *Sultzer M., Hursh J. B.*: *Arch. Ind. Hyg. & Occup. Med.* 9 (1954) 89.
40. *Đurić D., Kilibarda M., Panov D., Novak Lj. i Vukotić M.*: Polonium in the Urine of Miners as a Measure of Exposure to Radon, Symposium on Radiological Health and Safety in Nuclear Materials Mining and Milling, Vienna, 1963.

Summary

DISTRIBUTION AND ELIMINATION OF POLONIUM

After a brief review of the physical and chemical properties of polonium, the principles are presented of the analytical determination of this element in biological material, and in the urine in particular.

Literature data on the distribution and elimination of polonium, both those published before the Second World War and the most recent ones, are reviewed in detail. So are the results of the studies on the binding of polonium in the blood.

Special attention is paid to the possibility of using the analysis of polonium in the urine of the miners exposed to radon as the indication of their exposure to this gas in uranium mines. The authors point out that this assumption is supported by the results they obtained by analysing about 300 urine samples taken from miners in a Yugoslav uranium mine.

*Institute of Occupational Medicine
of the Republic of Serbia,
Beograd*

*Received for publication
December 15, 1963*