

^{210}Pb i ^{226}Ra U LJUDSKOJ MOKRAĆI

ALICA BAUMAN i MIRICA PETROZZI

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb

(Primljeno 2. IV 1976.)

Opisan je način određivanja ^{210}Pb i ^{226}Ra u mokraći. Umjesto mokrog spaljivanja koncentrirani su ^{210}Pb i ^{226}Ra kao fosfati iz uzorka. Nakon toga se talože kao kromati. Priložen je niz eksperimentalnih podataka o normalnoj aktivnosti ^{210}Pb i ^{226}Ra u mokraći ispitanika.

^{210}Pb jedan je od najvažnijih prirodno nastalih radionuklida u okolišu. On je potomak ^{226}Ra , s najduljim vremenom poluraspada od 21,4 godine. Zbog dugog biološkog vremena poluraspada zadržava se i nakuplja u ljudskom organizmu, osobito u kostima. Glavni izvor ekspozicije je ingestija, osim u radnika u rudnicima urana, gdje znatan dio ^{210}Pb ulazi u organizam inhalacijom. ^{226}Ra i njegovi produkti raspadaju se u organizmu u ^{210}Pb . Prosječni skeletni omjer $^{210}/^{226}\text{Ra}$ je zato funkcija više varijabli, kao što su faktor retencije ^{222}Rn , biološko vrijeme poluraspada ^{210}Pb i ^{226}Ra i vrijeme proteklo od ekspozicije. Ako je zaostalo tjelesno opterećenje ^{210}Pb dovoljno da omogući mjerljive koncentracije ^{210}Pb u urinu, ono može poslužiti za omjere ekskrecije ^{210}Pb tokom duljeg razdoblja. Budući da danas pored stabilnog olova kontinuirano raste i količina ^{210}Pb u okolišu, njegova detekcija postaje potrebna i za ocjenjivanje unutrašnje kontaminacije šire populacije.

Da bi se što jednostavnije odredilo ^{210}Pb u urinu, razrađena je u ovom radu modificirana metoda detekcije ^{210}Pb bez mokrog spaljivanja. Čeka se 30 dana do uspostavljanja radioaktivne ravnoteže između ^{210}Pb i njegova potomka ^{210}Bi , beta-emitera, kojeg se beta-emisija maksimalne energije od 1,17 MeV detektira. Istodobno se tokom radiokemijske analize izdvaja i ^{226}Ra , koji je također mjereno u svakom uzorku.

EKSPERIMENTALNI RAD

Prije početka analize doda se dnevnom uzorku urina (oko 1 litre) po 20 mg nosača olova, barija i itrija. Zatim se urin razdijeli u 5 kiveta obujma 250 ml, svakoj kiveti doda se 5 ml H_3PO_4 i s amonijakom 1 : 1 podese pH na 9,0, centrifugira i supernatant baci. Talog se otopi u najmanjoj količini koncentrirane NH_3 , svi talozi se spoje u jednu kivetu i otope sa 100 ml destilirane vode. Doda se 5 ml H_3PO_4 i ponovi opisani postupak.

Zaostali se talog otopi u 10 ml IIN_3 konc. i upari gotovo do suha. Operacija se ponavlja dodavanjem koncentrirane HNO_3 dok se otopina potpuno ne razbistri.

Otopina se razrijedi vodom na što manji volumen, prenese u kivetu od 100 ml, doda 75 ml dimeće HNO_3 i miješa miješalicom 20 minuta. Hladi se ledenom vodom i centrifugira. Talog se otopi u najmanjoj količini vode, a postupak se ponovi tri puta.

Talog koji sadržava ^{226}Ra i ^{210}Pb otopi se vodom, razrijedi na 20 ml, doda 3 ml ledene octene kiseline i s amonijakom 1 : 1 podese pH na 5,5. Zagrije se na vodenoj kupelji, doda Na_2CrO_4 i promiješa. Ohladi se, centrifugira, a žuti talog kromata se dalje obrađuje.

Talog kromata, koji sadržava sumu olovnog i barijeva nosača, otopi se uz zagrijavanje na vodenoj kupelji 1 : 11 solnom kiselinom (10 ml). Nakon otapanja razrijedi se vodom na 20 ml, doda 2 ml 0,1 M EDTA (ne smije dugo stajati), 3 ml ledene octene kiseline, podese pH na 5,5 amonijakom 1 : 1. Zagrije se na vodenoj kupelji, doda 2 ml 3 N Na_2CrO_4 i promiješa. (Talog teško pada, sastoji se od $BaCO_4$, koji sadržava ^{226}Ra). Ohladi se, centrifugira, supernatant prelije u drugu kivetu za nastavak određivanja ^{210}Pb . Sam talog se pere vodom, prenosi na odvučenu planšetnu metanolom i smjesta broji ^{226}Ra u protočnom brojaču da se spriječi prinos aktivnosti od radijevih potomaka, koji kontinuirano nastaju u roku nekoliko sati, nakon separacije.

U preostalu otopinu doda se $NiCl_2$, zagrije na vodenoj kupelji i promiješa. Ohladi se, centrifugira, supernatant se baci, a talog $PbCrO_4$ ispere vodom i prenese na odvučenu planšetnu metanolom. Talog se suši u sušioniku na 105 °C do konstantne težine, važe, spremi 30 dana do uspostavljanja radioaktivne ravnoteže između ^{210}Pb i ^{210}Bi . Nakon 30 dana mjeri se beta-aktivnost ^{210}Bi antikoincidentnim beta-brojačem za niske aktivnosti.

Kemijsko iskorištenje metode iznosi za ^{210}Pb 75% a za ^{226}Ra 67%.

REZULTATI

U nastavku je prikazan niz rezultata dobivenih na nekoliko ispitanika tokom 1974. godine. Rezultati se nalaze unutar normalnih bioloških vrijednosti, osim prvog rezultata za ^{210}Pb , koji se u istog ispitanika nije nikada više ponovio.

Tablica 1

Sadržaj ^{210}Pb i ^{226}Ra u ljudskom urinu normalnih ispitanika 1974. godine

Broj uzoraka	A ^{210}Pb pCi/l	A ^{226}Ra pCi/l
1.	6,07	0,12
2.	1,49	0,05
3.	1,27	0,13
4.	1,66	—
5.	1,21	—
6.	1,86	0,10
7.	1,14	0,35
8.	1,66	0,25
9.	1,07	0,30
10.	1,72	0,43
11.	1,06	0,31
12.	1,34	0,42
13.	1,24	0,17
14.	1,17	0,14
15.	1,18	0,22
16.	1,16	0,32

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Doprinos iznesenog rada sastoji se u modifikaciji standardnog postupka u kojem se uzorak prvo mokro spaljuje. Ovdje se mokro spaljivanje, koje traje nekoliko dana, zamjenjuje taloženjem radionuklida u obliku fosfata, zbog toga se uzorak koncentrira, a analiza se nastavlja još istog dana. Mjerenje ^{210}Pb u organizmu može poslužiti za izračunavanje količine ^{226}Ra , bez izravnog određivanja. Biološko vrijeme poluraspada za ^{210}Pb izračunato je iz koeficijenta ekskrecije i iznosi 2285 dana, te služi kao osnova za daljnje računanje (1, 2).

Izneseni podaci daju red veličine ^{210}Pb i ^{210}Ra u normalnim okolnostima, te mogu poslužiti kao osnova za razmatranje nuklearnog akcidenta.

Literatura

1. Coehn, N., Kneip, T. J.: Health Phys., 17 (1969) 125.
2. Khandekar, R. N., Weyers, C., Dulcino, J., Koch, G. F: Measurement of ^{210}Pb in the urine of persons with Ra body burdens and assessment of its long-term excretion rate for ^{210}Pb (1972) (IAEA-SM-150/2/247.)
3. Harley, J. J. Ed.: HASL-Procedures Manual, HASL-300, Rev. Ed. (1974).
4. Radioassay Procedures for Environmental Samples, Publ. Health Service Publ. No. 999-RH-27 (1967).

*Summary***²¹⁰Pb and ²²⁶Ra IN HUMAN URINE**

A method has been developed enabling the determination of ²¹⁰Pb and ²²⁶Ra in urine samples based on an initial concentration as phosphates and a final precipitation as chromates. Results are given for normal values of ²¹⁰Pb and ²²⁶Ra in human urine.

*Institute for Medical Research
and Occupational Health, Zagreb*

*Received for publication
April 5, 1976.*