

Radioaktivni izotopi v sodobni medicini

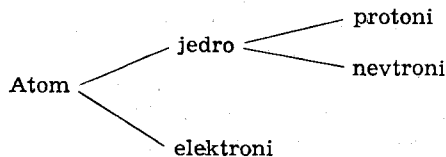
Dr. Marjan Jerše

Izsledke jedrske fizike uporablja medicina predvsem v diagnostične, pa tudi v terapevtske namene. Vse je še bolj na začetku, vendar kažejo dosežki izkušnje, da je vredno z delom nadaljevati, saj imamo dokaze za to že v rokah.

Preden pa preidem k sami temi, bi prav na kratko priklical v spomin nekatere osnove o zgradbi atoma, ker bo potem ta sestavek lažje razumljiv.

Vsi smo se učili, da je materija sestavljena iz atomov. Prav do konca 19. stoletja je veljalo tudi to, da se atom niti s fizikalnimi niti s kemičnimi sredstvi ne da več razbiti. Odkritje radioaktivnih elementov pa je to trditev ovrglo, saj so vendar v sami naravi snovi, katerih atomi razpadajo v še manjše sestavne dele. Zato bi lahko rekli, da je XX. stoletje šele pravo rojstvo atomske fizike. Atom torej ni enovit, ampak je sestavljen iz jedra in elektronov. Jedro je nosilec teže atoma, elektroni pa krožijo okrog jedra v določeni oddaljenosti. Elektroni so negativno nabiti delci, medtem ko je jedro pozitivno. In še več, tudi jedro ni enotno. Sestavljajo ga v glavnem protoni in nevtroni. Slednji so dobili svoje ime po tem, ker so nevtralni, torej ne pozitivno in tudi ne negativno nabiti, medtem ko so protoni pozitivno nabiti delci. (Da ne bi stvari kompliciral, namenoma izpuščam oznake pozitron in antiproton, o katerih se več sliši prav v zadnjem času.)

Za še večjo jasnost naj služi sledeča shema:



Še nekaj besed o prirodni radioaktivnosti. Leta 1896 je Becquerel hotel dokazati, da vodne raztopine tistih snovi, ki fluorescirajo, učinkujejo na fotografsko ploščo. Pri teh poskusih je uporabljal raztopino uranovih soli. In res, fotografska plošča je počrnela. S tem je odkril, da uranove soli izžarevajo neke žarke. Poznejša točnejša raziskovanja so pokazala, da to niso ene vrste žarki, ampak da radioaktivna snov izžareva α (alfa), β (beta) in γ (gama) žarke. Najtrdozvočajni od vseh teh so γ (gama) žarki, saj jih ne odvrne niti magnetno niti električno polje; prodirajo naprej, kot bi zanje ne bilo ovire.

Zakonca Curie sta 1898. leta dokazala, da je glavni nosilec izžarevanja kemični element, ki ga v zelo majhni količini vsebuje uranova smola. Imenovali so ga radij.

Že v začetku sem omenil, da je radioaktivno izžarevanje razpadanje atoma, zato je v atomski fiziki uveden pojem — razpolovna doba t. j. čas, v katerem se določena količina radioaktivne snovi zmanjša na polovico. Ta čas je za radij zelo dolg, saj znaša 1580 let, pri nekaterih radioaktivnih elementih pa je zelo kratek, tudi eno samo milijardinko sekunde.

Radioaktivnost merimo z enoto, ki ima ime po zakoncih Curie. Vendar pa je ta enota zlasti za medicinske namene prevelika, zato rabimo manjše: mili — Curie ($\frac{1}{1000}$ Curie), mikron — Curie ($\frac{1}{1000000}$ Curie) in še manjše.

S tem bi fizikalni uvod zaključil in upam, da je razumljiv. Če pa je med čitateljicami tega članka kakšen fizik, naj mi oprostí, ker sem bil marsikje preskop, a le na račun poenostavljenja, saj sem želel prikazati vse le pregledno.

Za nevtrone smo rekli, da so nevtralni delci atomskih jeder in prav s temi streljajo na atome, da jih razbijejo. Pri takem razbijanju atomov nastajajo iz kemičnih elementov »novi elementi«, ki so onim v periodičnem sistemu elementov po kemičnih lastnostih enaki, le da imajo drugačno atomsko težo. Ti »novi elementi« so izotopi — onih v Mendeljejevem sistemu. Ali: izotopi so elementi, ki imajo isto redno številko kot matična snov v Mendeljejevem sistemu elementov, le da imajo drugačno atomsko težo.

Oba stavka sta na prvi pogled morda zapletena, zato nekoliko podrobneje o tem. — Vse se še prav dobro spominjate velike table, ki jo je obesil na šolsko tablo profesor kemije — Mendeljejev periodični sistem elementov. — Na njem opazite označene elemente, vodik (H), natrij (Na), kalcij (Ca), fosfor (P), jod (J) itd. Ob vsakem elementu sta dve številki, na primer: 26 Fe 55,85, kar pomeni: 26 je redna številka Fe (železa) v Mendeljejevem periodičnem sistemu elementov, 55,85 pa je njegova atomska teža.

Če z nevtroni obstréljujejo neki element x in razpade ta med drugimi v železo (Fe), ima tudi to železo redno številko 26, saj je vendar železo, pač pa ima drugačno atomsko težo. Tako je n. pr. 26 Fe 60 izotop navadnega železa 26 Fe 55,85. Po navadi rednih številok pred elementi niti ne pišemo in rečemo: n. pr. J_{131} je izotop $J_{126,92}$ (ki je kot matični element vpisan v periodičnem sistemu elementov), kratko pa govorimo kar o izotopu J_{131} (Jod 131) in s tem že vemo, da je to jod, ki je nekoliko drugačen od »navadnega« joda.

In če končno povem še enostavneje: železo ima več bratov. Vsi ti bratje so njegovi izotopi, saj se vsi pišejo »železo«, so pa različno težki in imajo tudi različne navade, med njimi je eden zelo močno radioaktiven — radioaktivni izotop.

Upam, da je po tem sprva težjem, nato pa vedno lažjem razpravljanju vsem jasno — kaj je izotop.

Danes radioaktivne izotope v medicini že s pridom uporabljajo, predvsem so to radioaktivni natrij, fosfor, železo in jod.

Radioaktivni natrij se uporablja v obliki kuhinjske soli, predvsem za določevanje izvencelične (ekscelularne) tekočine. Saj je znano dejstvo, da natrij zelo hitro preide v medstanične prostore, v samo stanico pa ne. Delo z radioaktivnim natrijem mora potekati hitro, ker je razpolovna doba precej kratka; nekaj manj kot 15 ur.

Radioaktivni fosfor izžareva β žarke, razpolovna doba je 14 dni. Vsem je poznano, da se fosfor veže predvsem v hematopoetskem aparatu, zato prihaja že v poštev tudi kot terapevtično sredstvo pri zdravljenju policitemij. Kasneje se fosfor veže tudi na samo kost in lahko tudi od tod deluje na kostni mozeg, to je na največji hematopoetski organ.

S pomočjo radioaktivnega železa lahko sledimo železu od trenutka, ko smo ga zaužili s hrano, pa do tvorbe hemoglobina ali pa do vskladiščenja. Da pa je poznavanje metabolizma železa zelo važno, nam ni treba dokazovati, saj je to znano že laiku. Življenjska doba eritrocitov je kratka, vendar smo mislili,

da je še krajša, dokler nam ni radioaktivno železo dokazalo, da lahko eritrocit živi celo 4 mesece.

Nekaj več pa bi povedal o radioaktivnem jodu, ki ga z uspehom uporabljata tudi ljubljanska interna klinika, za zdaj šele v diferencialno diagnostične namene, verjetno pozneje tudi v terapevtske.

Radioaktivni jod¹³¹ pridobivajo iz kemičnega elementa telurija. Pri obsevanju z nevtroni se telur razleti in tvori med drugimi izotopi tudi J¹³¹. Razpolovna doba tega joda je 8 dni, z drugo besedo, radioaktivnost po 160 dneh izgine. Evropa dobavlja J¹³¹ iz radiološkega centra v Harwellu v obliki izotonične raztopine. Bolnikom ga lahko apliciramo per os ali pa intravenozno, in to v količinah 50—100 μ Curie.

Niso redki primeri, ko zdravniki ne vemo, ali naj se odločimo za tireotoksiko ali za vegetativno distonijo, saj je simptomatika včasih prav enaka. Jasno je, da ne dela težav izrazita bazedovka z redko posejanimi lasmi, eksoftalmusom, strumo, tahikardijo, tremorjem, toplim potenjem, hujšanjem, driskami in splošnim nemirom. Vse drugače pa je, če najdemo le nekaj teh simptomov ali pa so še ti motni. V takih primerih smo do sedaj opazovali bazalni metabolizem (osnovno presnovo), ki je pri tireotoksikozi kot hipermetaboličnem stanju zvišan. Zato so bili izdelani različni aparati — spirometri, — ki računajo bazalni metabolizem iz porabe kisika v izdihanem zraku. Naj bodo ti aparati še bolj točni, v mnogih primerih ne morejo reči končne besede, ker se v organizmu, ki ga preiskujemo istočasno, lahko vzporedno odigrava še neki drug hiperoksidativni proces. Tako najdemo zvišan bazalni metabolizem tudi pri hipertenziji, kardijskih obolenjih, levkemijah, karcinomu, celo pri samih psihičnih motnjah, znižanega pa pri Addisonovi in Simondsovi bolezni. Iz tega sledi, da spirometri niso prinesli zanesljivih podatkov, po katerih bi lahko razločevali vegetativne distonije od tireotoksikoze. Prav tako ni zanesljivo določevanje holesterinov v serumu.

Med vsemi preiskovalnimi metodami se je še najbolje izkazal radioaktivni jod — jod 131. Hipertireotika nakopičijo v eni uri tudi preko 70 % apliciranega izotopa, hipotireotika pod 5 %, evtireotika pa okrog 10 %. Če merimo kopičenja J¹³¹ v razdobju 24 ur vsako uro in napravimo krivuljo, opazimo, da se pri hipertireozi ta hitro dvigne, padec pa je odvisen od tega, kako hitro je zmožna žleza predelati jod v hormon. Da bi bilo določanje hipertireoz še točnejše, so pričeli meriti še v urinu izločeni radioaktivni jod. Popolnoma nerazumljivo je, da mora biti pri hipertireotikih izločanje nizko (saj se jod kopiči v žlezi), pri hipotireotikih pa visoko (ker ga žleza malo zadrži). Končno so uvedli še »plazma test«. Pri tem se ugotavlja količina joda v serumu v posameznih časovnih obdobjih po aplikaciji izotopa. Pri hipertireozi v prvih urah pada aktivnost plazme in to zato, ker se je jod vezal na žlezo, na drugi strani pa se izloča še z urinom. Že po nekaj urah pa aktivnost plazme naraste, kar je znak, da je žleza z vso hitrostjo pričela nakopičeni jod predelovati v hormon.

Res je, da tudi z radioaktivnim J¹³¹ ne moremo povsem zanesljivo določiti, če gre za hipertireozo oziroma tireotoksiko, vendar je od vseh dosegljivih diagnostičnih metod še najboljša.

J¹³¹ pa rabimo tudi za iskanje karcinomskih metastaz tireoida, saj z malo bolj občutljivim Geigerjevim števcem kaj hitro ugotovimo, da se nekje (navadno v kaki kosti, ker Ca thyreoideae rad metastazira v kosti) kopiči radioaktivni jod.

Morda bo kdo pomislil, ali ni možno, da bi zaradi radioaktivnih izotopov, ki jih apliciramo, nastale na občutljivejših tkivih telesa okvare. Res je, lahko nastanejo okvare, vendar le v takem primeru, če bi dovajali v telo zelo visoke doze, skratka, če ne bi delali vestno in smotrno. 100 μ Curie J₁₃₁, ki ga bolnik popije pri opisani preiskavi, pa je toliko kot enkratni rentgenski — diaskopski pregled pljuč.

Skušal sem samo okvirno pojasniti uporabo radioaktivnih izotopov v sodobni medicini. Kot je razvidno, je za zdaj na prvem mestu radioaktivni jod, temu sledi fosfor, ostali pa so le še za znanstvena raziskovanja. Z zaupanjem pa gledamo v bodočnost, ko bodo, vsaj tako pričakujemo, izotopi vračali zdravje onim, ki jim maligni procesi krajšajo življenje.

Karcinom in

Združenih

iz
Jn
st
et
st
in
V
C

(demografski odatek) ter v Onkološki higiensko-epidemiološke sekcije tudi predaval o delu v borbi proti rakavim obolenjem v ZDA. Iz tega predavanja kakor tudi iz ostalih razgovorov z njim je posnetih teh nekaj zanimivosti.

oslaviji dr. Harold Dorn v Bethesda, Amerika. V jak mednarodne zdrav-
avanjem razširjenosti in
je naše glavne zdrav-
z borbo proti raku, in
viru zdravniških društev.
iskal je Onkološki zavod.
ubliški statistični zavod

Pregled celotnega dela, ki ga opravlja zdravstvena služba v borbi proti raku, je težko podati v kratkih potezah. Združene države Amerike, sestavljene iz 48 držav, so namreč tako velika dežela, da so načini dela v podrobnostih dokaj različni. Zato je mogoče prikazati pač samo glavne obrise tovrstne zdravstvene dejavnosti. Problem rakavih obolenj je v Ameriki eden prvih problemov zdravstvene službe. Vsako leto namreč beležijo 240 000 smrtnih primerov, v katerih se za vzrok smrti navaja maligna novotvorba, in vsako leto je registriranih 540 000 na novo ugotovljenih obolenj. — V splošnem se misli, da je malignom bolezen starejših let in da stvarjajo težino tega problema predvsem starejši ljudje. Vendar pa podatki ameriške državne statistike kažejo, da je med otroki in mladino v starosti 5 do 19 let zabeleženih zaradi raka več smrtnih primerov kakor zaradi vseh infekcijskih boleznih skupaj. Res je višina mortalitete zaradi infekcijskih obolenj pri otrocih v ZDA nizka, vendar je višja smrtnost zaradi rakavih obolenj zahtevala, da se delu za borbo proti raku posveti velika pozornost.

Organizirano delo v tej smeri se je pričelo l. 1930; leta 1938 pa je na zahtevo parlamenta bil kot sestavni del javne zdravstvene službe osnovan nacionalni inštitut, ki je prevzel organizacijo in vodstvo te zdravstvene dejavnosti. Naloge inštituta so trojne: