

Peatükk 8 Kiirguse kasutamine meditsiinis

Ioniseerival kiirgusel on meditsiinis kaks väga erinevat kasutusala – diagnostika ja ravi. Mõlemal juhul tuleb lähtuda patsiendi huvidest ja alati tuleb järgida kiirguskaitse printsiipi – saadav kasu peab ületama võimaliku riski. Õigustamise printsiipi käsitlesime peatükis 6.

Enamik inimesi on oma elu jooksul kokku puutunud röntgenuurinuga, mis aitab arstil diagnoosida haigust või tuvastada trauma iseloomu. Palju harvem kasutatakse diagnostikas radionukliidide manustamist patsiendile, et väljaspool keha asuvate andurite abil teha kindlaks, kuidas elundid töötavad. Kui muul viisil pole võimalik diagnoosi määrata kasutavad arstid mõlemat tüüpi protseduure.

Kiirgusdoosid on tavaliselt väikesed, ehkki teatud protseduurides võivad need olla üsna suured. Palju suuremaid doose on vaja kasutada eluohtlike haiguste või elundite talitushäirete raviks, vahel kombineeritakse kiiritamist teiste ravivõtetega. Haiget kehaosa võib mõjutada radioaktiivse kiirega või patsiendile manustada üsna kõrge aktiivsusega radionukliide.

Röntgenkiirte kasutamist patsientide uurimiseks nimetatakse röntgendiagnostikaks ja diagnoosiks või teraapiaks ette nähtud radionukliide sisaldavate medikamentide kasutamist nimetatakse tuumameditsiiniks. Protseduure, kus patsientide raviks kasutatakse kiiritamist, nimetatakse kiiritusraviks.

<i>Elanike arv arsti kohta</i>	<i>Uuringute arv aastas 1000 inimese kohta</i>	<i>Aasta keskmine efektiivdoos, mSv</i>
< 1000	920	1.2
1000-3000	150	0.14
3000-10 000	20	0.02
> 10 000	< 20	0.02
Maailma keskmine	330	0.4

Kiirgusdoosid meditsiinilises diagnostikas

Tabel 2 UNSCEARi 2000. aasta aruandest ÜRO peaassambleele

Käe esimene
röntgenpilt
(proua Röntgen)



Röntgendiagnostika

Tavalises röntgenuurinus läbib seadmest tulev kiirgus patsiendi keha. Röntgenkiired läbivad lihaseid ja luid erinevalt ning tekitavad keha siseehituse kujutise fotofilmile. Sageli on võimalik kujutist jäädvustada ja töödelda ka elektrooniliselt. Nende kujutiste abil saadava info väärtus selgitab, miks arenenud maades teevad arstid aastas inimese kohta vähemalt ühe röntgendiagnostika.

Kehaosad, mida kõige sagedamini uuritakse, on rindkere, jäsemed ja hambad, millest igäüks eraldi võetuna moodustab uurin-gute kogusummast 25 protsenti. Doosid on üsna väikesed – näi-teks umbes 0,1 mSv rindkere uuringu korral. Muude uuringute – nagu selgroo alaosa – efektiivdoosid on suuremad, sest kiir-guse suhtes tundlikumad elundid ja koed saavad seda rohkem. Soolestiku alaosa uurimisel, kus kasutatakse baariumklistiiri, on efektiivdoos märkimisväärselt suur, umbes 6 mSv, kuid sellised uurin-gud moodustavad kogusummast ainult ligikaudu ühe protsenti.



Patsientide
tüüpilised doosid
tavalises
röntgendiagnostikas
ja kompuuter-
tomograafia
uurinus

*UNSCEARi
2000. aasta
aruandest ÜRO
peaassambleele,
Lisa D, köide 1,
tabelid 15 ja 19*

<i>Uuring</i>	<i>Tavaline röntgenkiirguse doos (mSv)</i>	<i>Kompuutertomograafia doos (mSv)</i>
Pea	0.07	2
Hambad	< 0.1	–
Rindkere	0.1	10
Köht	0.5	10
Vaagnapiirkond	0.8	10
Selgroo alaosa	2	5
Soolestiku alaosa	6	–
Jäsemed ja liigesed	0.06	–

Kompuutertomograafia (KT) kasutamine on viimastel aastatel oluliselt sagenenud ja jõudnud tasemele, kus arenenud riikides moodustavad KT skaneeringud umbes 5 protsenti kõikidest kiirgusdiagnostika protseduuridest. Selle meetodi puhul pöörleb lehviku- ja sektorikujuline röntgenkiirte kimp ümber patsiendi ja registreeritakse vastasküljel asuva andurite rea poolt. Arvuti koostab patsiendist lõigu- või sektorikujulise läbiva kujutise, mis võimaldab saada kõrgetasemelist diagnostilist informatsiooni. Siiski tuleb arvestada, et KT puhul võivad doosid olla suurusjärgu võrra või veelgi suuremad kui tavalises röntgendiagnostikas.

KT uuringud suurendavad oluliselt meditsiinilise diagnostika käigus saadud kollektiivdoosi ja mõnes riigis ulatub see kuni 40 protsendini kogudoosist. Soolestiku alaosa uurimine annab 10 protsenti kogu kollektiivdoosist ja rindkere uurimine umbes ühe protsendi. Need arvud näitavad selgelt, et mõned suhteliselt harva kasutatavad protseduurid võivad anda elanikkonnale kaugelt suurema doosi kui tavalisemad uuringud. Seepärast KT ei kasutata, kui tavalisest röntgenuuringust piisab diagnoosi määramiseks.

Diagnostilised protseduurid, mille käigus saadakse kõige suuremaid doose, on siiski sekkuva radioloogia protseduurid. See tähendab, et arst viib protseduuri läbi patsiendi kehas, rakendades röntgenkiiritamist seeriaviisiliselt, et „vaadata patsiendi sisse“ reaajas. See võimaldab siseelundite puhul viia protseduuri läbi ilma kirurgilise operatsioonita, mis oleks muidu ainus võimalus elundi juurde pääsemiseks. Peab aga märkima, et selliste protseduuride käigus võivad patsiendid saada doose vahemikus 10-100 mSv ja kui ei rakendata hoolikat abivahendeid või kontrolli, võivad sama suuri doose saada ka kirurgid. Mõnel taolisel juhul on protseduuride doosid olnud piisavalt kõrged, et kutsuda nii patsientidel kui kirurgidel esile deterministlikke tagajärgi.

Tuumameditsiin

Tuumameditsiini diagnostilise protseduuri korral antakse patsiendile radionukliide sisaldavat ainet ehk medikamenti, mida uuritav kude või organ omandab eelisjärjekorras. Medikamenti manustatakse süstimise, allaneelamise või sissehingamise teel. Manustatav radionukliid eraldab gammakiiri.

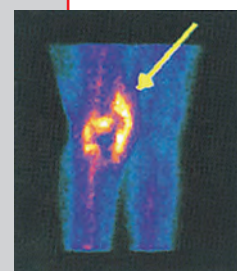
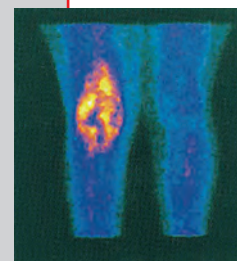
Enamasti kasutatakse diagnostilistes protseduurides radionukliidi tehneetsium-99m, mille poolestusaeg on 6 tundi ja eraldatavate gammakiirte energia 0,14 MeV. Seda radionukliidi on haiglas lihtne valmistada ning ta seondub kergesti mitmesuguste kandeainetega. Selleks, et uurida, kuidas elundid ja koed käituvad ja kui kiiresti radionukliid liigub, on vaja eriandurit.

Tehneetsiumi uuringutel saadud individuaaldoosid on võrreldavad kiirgusdiagnostika doosidega. Tuumameditsiini kollektiivdoos on siiski rohkem kui suurusjärgu võrra madalam, sest protseduuride arv on palju väiksem.

KT skaneerimine



Parema põlve proteesiga ja põletiku tunnustega (nool) patsiendi tehneetsium-99m stsintigramm



Tavaliste tuumameditsiini elundiuringute käigus saadud tüüpilised patsiendidoosid

UNSCEARi
2000. aasta aruandest
ÜRO peaassambleele,
köide 1, lisa D,
tabel 42

Skaneeritud organ	Efektiivdoos (mSv)
Aju	7
Luu	4
Kilpnääre, kops	1
Maks, neer	1

Kui radionukliide kasutatakse pigem raviks kui diagnoosimiseks, puutub patsient kokku palju suurema aktiivsusega ja sihtkoed või elundid saavad palju kõrgemaid doose. Kilpnäärme ületalitluse – hüpertüroosi ravi on arvatavasti kõige levinum raviprotseduur, milles kasutatakse radionukliidi jood-131. Ehkki selistes protseduurides kasutatavatel radionukliididel on lühike poolestusaeg, peavad meedikud arvestama sellega, et aktiiv-

sus jääb radionukliide saanud patsiendi kehasse ka mõneks ajaks pärast protseduuri lõppu. Eriti peab seda arvestama pärast raviprotseduuri, kui on vaja otsustada, kas patsiendi võib haiglast välja lubada. Mõnikord on vajalik teavitada ka patsiendi perekonda ja sõpru, et nad võtaksid kasutusele kaitseabinõud jääkaktiivsusest tingitud juhusliku kiirguse vältimiseks.

Kiiritusravi



Kiiritusravi kasutatakse vähi raviks või vähemalt kõige piinavamate sümptomite leevendamiseks, tappes kiirgusega vähirakke. Kõrge energiaga röntgenkiirte kimp, gammakiired või elektronid, suunatakse haigele koele, põhjustades suur doos ning samal ajal säästes ümbritsevat tervet kude. Kui kasvaja asub sügaval kehas, suunatakse kiirtekimp sellele mitmest suunast, et vältida juhuslikku kahjustust. Teine ravivõte, mida mõne vähi puhul kasutatakse, on *brahhüteraapia*. Kuna kiiritusravi doosid on kõrged, kasutatakse seda vaid juhul, kui paranemisväljavaade on hea ja teised meetodid ei annaks nii tõhusat tulemust.

Ehkki kiiritusravi võib esialgse vähi välja ravida, võib see ka tekitada vähki teistes kudedes või kahjulikke pärilikke mõjusid järgmistes põlvkondades. Siiski on enamik kiirgusravi saavatest inimestest laste soetamise eest väljas ja liiga vanad, et hiljem avalduvad vähid saaksid tekkida. Niisiis on kiiritusravi eesmärk maksimeerida ravi tõhusust ja samal ajal minimeerida kahjulikke kõrvalmõjusid.

Kasvajate puhul on vajalik kasutada kümnete greide suurusi doose, et tulemuslikult vähirakke tappa. Kudedele määratud doosid on tavaliselt vahemikus 20–60 Gy. Ravi tuleb väga hoolikalt ja täpselt planeerida – liiga suurte või väikeste dooside tagajärjeks võib olla puudulik ravi või soovimatud kõrvalmõjud. Seadmete ülespanekul ja kasutamisel on vaja rangelt jälgida nõuetekohase kvaliteedi tagamist. Kui seda ei tehta, võivad tagajärjed olla tõsised: 1996. aastal Costa Ricas sai valessti kalibreeritud kiirgusteraapia tagajärjel üle 100 patsiendi kõrgemaid doose kui vaja, mis lõppes paljudel juhtudel surma või raske vigastusega. 2001. aastal avastati Panamas, et häired andmete sisestamisel ravi planeerimissüsteemi viisid 28 patsiendi ülekiiritamiseni, põhjustades mitme inimese surma.

Meditšiinikiirituse juhendasemed

Kiirgusdiagnostika laialdase kasutuse ja suurte kollektiivdooside tõttu on oluline vältida mittevajalikke kokkupuuteid kiirgusega ja hoida vajalikest protseduuridest saadavad doosid nii madalal kui võimalik. Röntgenuuringule saatmise otsus on meditsiinilise põhjenduse küsimus, pidades silmas patsiendi huve. Patsiendi doos peaks olema võimalikult väike, kuid siiski piisav täpse diagnoosi määramiseks. Eriti hoolikad peaksid arstid olema lastega tehtavate uuringute dooside minimeerimisel.

Dooside minimeerimise meetodid hõlmavad nii heas korras, hooldatud ja täpselt seadistatud seadmete oskuslikku kasutamist, kui ka kvaliteedi tagamise programmi olemasolu röntgenoloogia osakonnas. Sarnaste röntgenuuringute doosid võivad varieeruda, sest patsiendid on erineva suuruse ja kujuga, kuid üldiselt peaksid saadavad doosid jääma allapoole kokkulepitud tasemest. Seda nimetatakse, nagu mainisime peatükis 6, referents- või juhendoosiks. Meditsiinikiirituse dooside, doosikiirguste ja aktiivsuse juhendasemed annab BSS.

<i>Uuring</i>	<i>Sisendoos radiograafi kohta (mGy)</i>
Nimmeaju AP	10
Rindkere PA	0,4
Kolp PA	5

Märkus: PA – tagumine-eesmine AP - eesmine-tagumine projektsioon

IAEA dooside juhendasemed diagnostilises radiograafias tüüpilisele täiskasvanud patsiendile

Allikas: Rahvusvahelised põhilised ohutusnormid kaitseks ioniseeriva kiirguse eest ja kiirgusallikate ohutuse tagamiseks (1996), Skeem III, lk 279

Kogudoosid

Kuna läbiviidavate röntgendiagnostika protseduuride arv on suur, eriti arenenud maades, on selle tagajärjel saadav kollektiivdoos üsnagi suur. UNSCEARi hinnangul on kõikidest diagnostika-protseduuridest saadud kollektiivne doos 2500 miljonit inimesiivertit. Noored inimesed ei vaja kiirgusprotseduure sagedasti ja uuringu vajaduse tõenäosus kasvab üldiselt vanuse suurenemisega. See viitab üldiselt ka sellele, et kiirituse tagajärjel vähi tekkimise tõenäosus on madal.