



Ihmisen radioaktiivisuus

Kansikuva: Matti Immonen, Smak Films

ISBN 978-952-309-476-5 (pdf)

ISBN 978-952-309-477-2 (painettu)

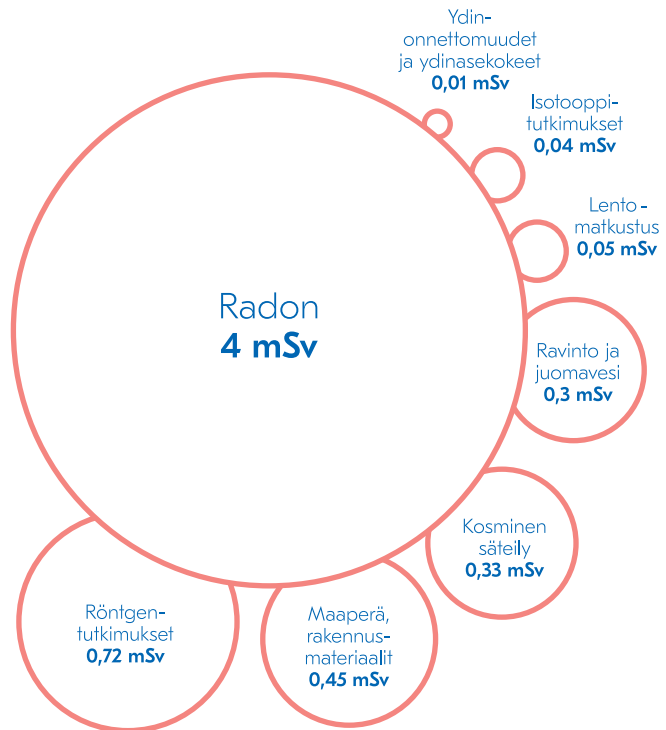
Ihmisen radioaktiivisuus

Jokaisessa ihmisessä on radioaktiivisia aineita, joiden määrä voidaan mitata suoraan kehosta tai epäsuorasti ihmisen eritteistä

Radioaktiiviset aineet eli radionuklidit kulkeutuvat ihmiseen ympäristöstä ruuan, juomaveden ja hengitysilman mukana. Elimistöön joutuneet radionuklidit, niin luonnollista kuin keinotekoisista alkuperää olevat, altistavat ihmisen säteilylle. Altistuksen suuruuteen vaikuttaa oleellisesti se, mistä radioaktiivisista aineista on kyse, kuinka paljon aineita on kehoon joutunut, mihin elimiin tai kudoksiin ne kulkeutuvat ja miten nopeasti ne poistuvat kehosta. Radioaktiivisten aineiden kertymiseen ja poistumiseen elimistöstä vaikuttaa ennen kaikkea aineiden kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet.

SUOMALAISET SAAVAT

vuosittain keskimäärin 5,9 millisievertin (mSv) suuruisen säteilyannoksen, josta huoneilman radon aiheuttaa noin kaksi kolmasosaa. Huoneilman radonpitoisuus kannattaakin selvittää mittaamalla. Radonin mittaaminen ja radonongelman korjaaminen on yleensä helppoa ja palveluita tarjoavat monet tahot.



Ihmisessä on aina radioaktiivisia aineita. Luonnollinen säteilyn lähde ihmisessä on esimerkiksi ravinnosta saatava kalium-40, joka on kaliumin radioaktiivinen isotooppi. Ihmisen aineenvaihdunnan kannalta tärkeästä kaliumista noin 0,01 prosenttia on radioaktiivista. Aikuisessa ihmisessä olevan kalium-40:n aktiivisuus on noin 2 500–6 000 becquerelia (Bq).

Kehoon kulkeutuu myös kallioperässä esiintyvää luonnon uraania ja toriumia sekä näiden hajoamissarjojen tuotteita. Uraanin hajoamissarjaan kuuluva radon on näistä merkittävin ihmisten säteilyaltistuksen kannalta.

Viime vuosisadan aikana ihmisen toiminnasta syntyneiden radionuklidien vaikutus ihmisen sisäiseen säteilyaltistukseen on ollut keskimäärin vähäisempi kuin luonnosta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden.

Ihmisen sisäisen säteilyaltistuksen kannalta merkittävimpiä keinotekoisia radioaktiivisia aineita ovat pitkäikäiset isotoopit cesium-137 ja strontium-90, joita on tullut Suomeen sekä ilmakehässä 1940–1960-luvuilla tehtyjen ydinasekokeiden, että nykyisen Ukrainan alueella vuonna 1986 tapahtuneen Tšernobylin ydinvoimalaitosonnettomuuden seurauksena. Ihmiset saavat näitä radionuklideja kehoonsa ennen kaikkea luonnosta saatavien elintarvikkeiden, kuten sienien, järvikalan, riistan ja marjojen mukana.

Ympäristöön joutuu pieniä määriä radioaktiivisia aineita myös ydinvoimalaitosten ja jälleenkäsittelylaitosten hallituista päästöistä. Normaalisti toimivien ydinvoimalaitosten ympäristöön päästämien radioaktiivisten aineiden määrät ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niillä ole ihmisen säteilyannoksen kannalta merkitystä.

Radioaktiivinen jodi ja kilpirauhanen

Radioaktiivisen jodin isotooppeja voi vapautua ilmaan vakavassa ydinonnettomuudessa. Säteilyturvallisuuden kannalta merkittävä on jodi-131, jonka puoliintumisaika on kahdeksan vuorokautta.

Kolmasosa ihmiskehoon joutuneesta jodista kertyy kilpirauhaseen. Kilpirauhasen saama säteilyannos lisää kilpirauhassyövän riskiä.

Joditableteilla suojataan kilpirauhasta. Ohjeen mukaisesti otettuna joditabletin sisältämä ei-radioaktiivinen kaliumjodidi täyttää kilpirauhasen niin, että radioaktiivisen jodin imeytyminen rauhaseen estyy.

Tabletin antama suoja säilyy noin vuorokauden. Joditabletti suojaa ainoastaan kilpirauhasta, eikä anna suojaa muilta radioaktiivisilta aineilta kuin jodilta.

Joditabletti otetaan vasta kun viranomaiset antavat suosituksen sen ottamiseksi.

Oikea ajoitus on olennaista, sillä liian aikaisin tai myöhään otettuna tabletin suojavaikutus heikkenee. Kun voimassa on kehoitus suojautua sisätiloihin, joditabletteja ei pidä lähteä hankkimaan, jos se edellyttää liikkumista ulkona.

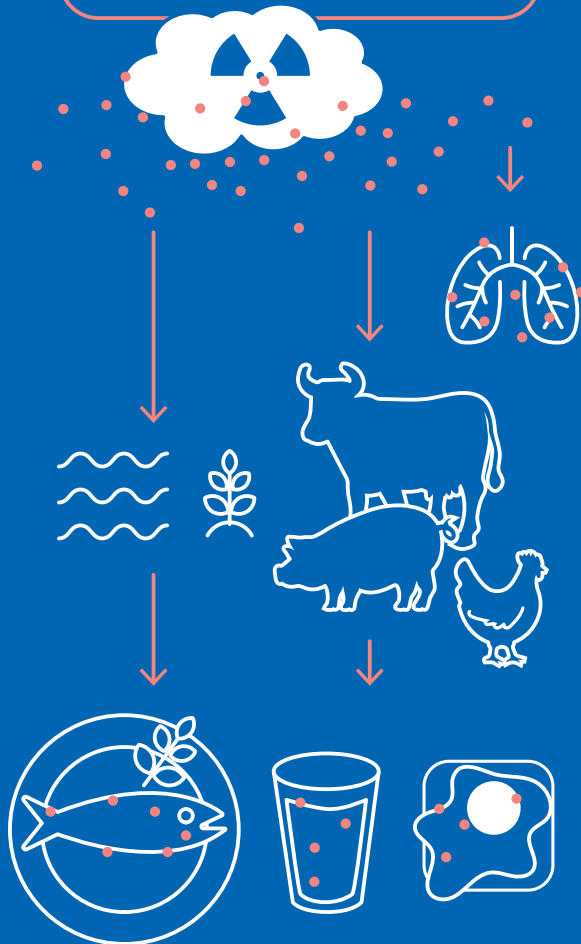
Joditablettien ottaminen on erityisen tärkeää lapsille ja raskaana oleville, sillä lasten ja sikiön kilpirauhaset ovat herkempiä säteilylle kuin aikuisten.

Jos tabletteja ei ole riittävästi kaikille alueella oleville, annetaan tabletit lapsille ja raskaana oleville.

Joditablettia ei pidä ottaa, jos on aiemmin saanut vakavan allergisen reaktion jodista, sairastaa tai on sairastanut jotain kilpirauhassairautta tai kilpirauhanen on poistettu tai toimimaton.

Näin altistumme säteilylle

- Ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden hengittäminen.
- Säteily maaperässä ja rakennuksissa olevista radioaktiivisista aineista.
- Maaperässä olevien radioaktiivisten aineiden päätyminen elintarvikkeisiin tai juomaveteen.



Sekä luonnollisten että keinotekkoisten radioaktiivisten aineiden aiheuttama sisäinen säteilyaltistus voidaan määrittää usealla eri tavalla.

Tärkein mittausmenetelmä, jolla ihmisessä olevat radioaktiivisten aineiden määrät voidaan selvittää, on gammaspektrometrinen mittaus suoraan kehon ulkopuolelta. Se perustuu ihmiskehossa olevien radioaktiivisten aineiden lähettämän gammasäteilyn havaitsemiseen. Mittauksessa ihmiseen ei kohdistu säteilyä.

Koko kehon radioaktiivisuuden lisäksi suorilla mittauksilla voidaan selvittää myös eri elinten sisältämien radionuklidien määrät. Esimerkiksi kilpirauhasessa olevan radioaktiivisen jodin määrä voidaan mitata tarkoitukseen suunnitelluilla ilmaisimilla.

Epäsuoria mittausmenetelmiä käytetään silloin, kun kehon sisältämiä radionuklideja ei voida havaita suoraan mittauksin. Esimerkiksi alfa- ja beetasäteilyn lyhyen kantaman takia näitä säteilylajeja lähettävien radionuklidien määriä ei voida mitata suoraan ihmisestä. Tällaisia ovat esimerkiksi strontium-90 ja tritium. Niistä aiheutuva altistus voidaan määrittää mittaamalla eritteiden aktiivisuuspitoisuuksia.

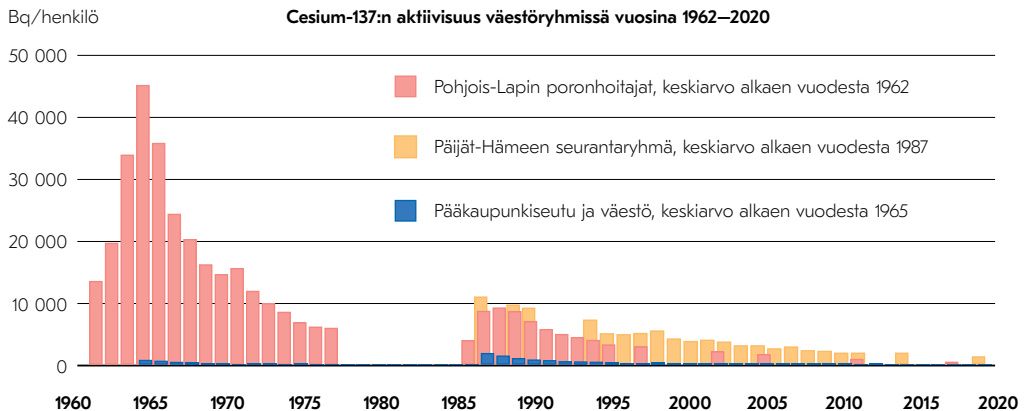
Epäsuoria menetelmiä käytettäessä kehossa olevien radioaktiivisten aineiden määrän arviointi joudutaan tekemään ihmisen aineenvaihduntaa kuvaavien mallien avulla. Arvioon liittyy aina suurempi epävarmuus kuin käytettäessä suoria mittausmenetelmiä.

Väestömittaukset Suomessa

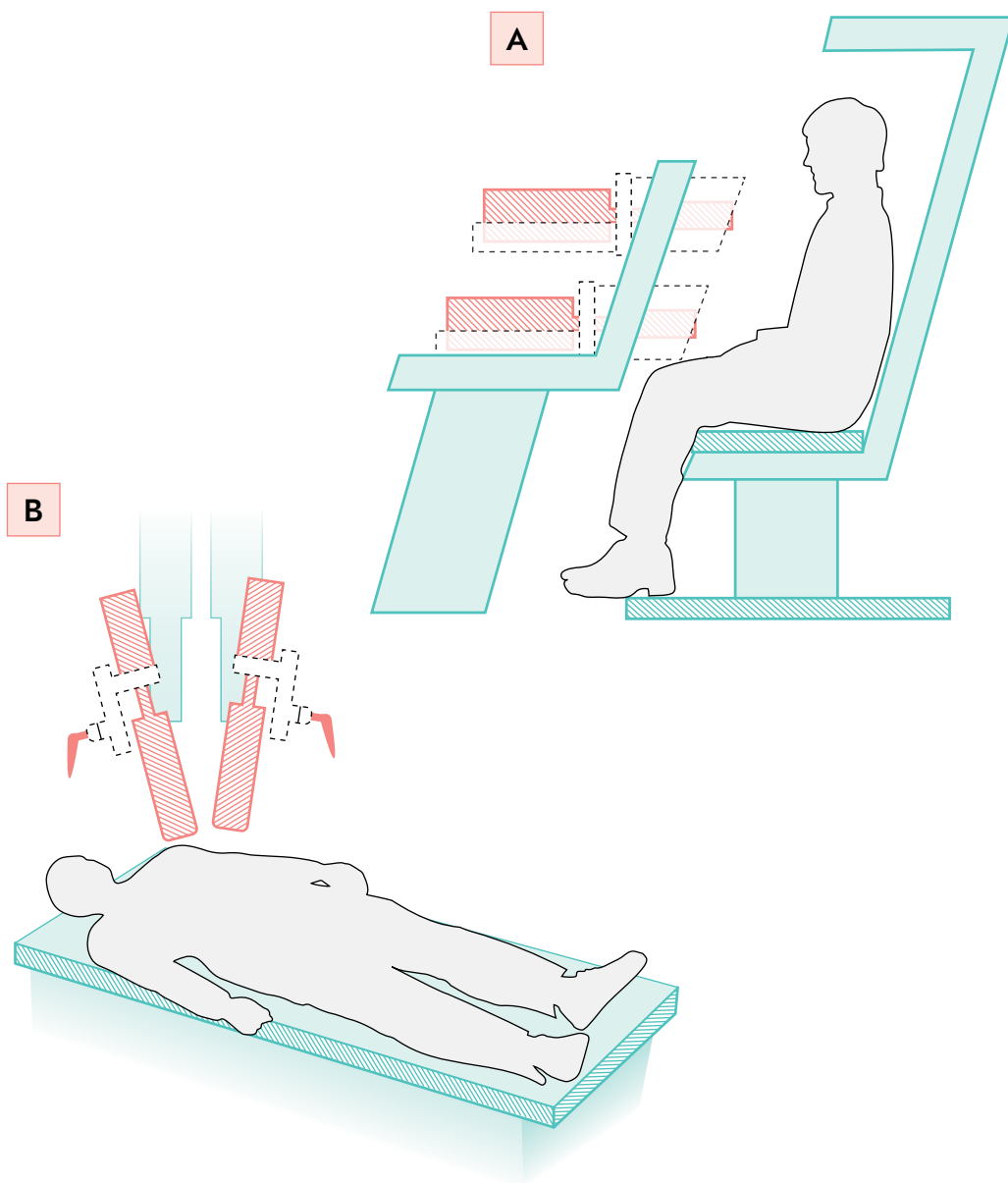
Suomessa on 1960-luvulta lähtien seurattu suorien mittausten avulla väestön sisäistä säteilyaltistusta. Mittauksilla on voitu seurata sekä ydinasekokeista että Tšernobylin ydinvoimalaitosonnettomuudesta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden poistumista ihmiskehosta.

Koko väestön altistuksen lisäksi arvioidaan myös sellaisten ryhmien altistumista, joiden ruokavalio sisältää poikkeuksellisen paljon cesium-137:ää. Tällaisiin ryhmiin kuuluvat muun muassa paljon poronlihaa ravinnokseen käyttävä väestö sekä sellaiset henkilöt, jotka asuvat eniten Tšernobylin laskeumaa saaneella alueella ja lisäksi käyttävät ravinnokseen runsaasti paikallisia luonnontuotteita.

Tšernobylin onnettomuudesta aiheutuva säteilyaltistus on nykyisin alle yksi prosentti suomalaisten keskimääräisestä vuotuisesta kokonaisannoksesta. Kaikkiaan Tšernobyl-laskeumasta on arvioitu kertyvän koko elämän aikana noin kahden millisievertin säteilyannos. Tämä on noin puolet siitä annoksesta, joka keskimäärin saadaan huoneilman radonista yhden vuoden aikana.



CESIUM-137:N AKTIIVISUUS pääkaupunkiseudun väestöä ja Pohjois-Lapin poronhoitajia edustavissa ryhmissä sekä paljon luonnontuotteita syövässä ryhmässä Päijät-Hämeessä. Ennen vuotta 1986 cesium on peräisin ilmakehässä tehdyistä ydinräjäytyksistä aiheutuneesta laskeumasta. Poronhoitajien muita suuremmat cesium-aktiivisuudet aiheutuvat poronlihaan ravintoketjussa jäkälä–poro rikastuvasta cesium-137:stä ja poronlihan suuresta osuudesta poronhoitajien ruokavaliossa.



STUKISSA ON kaksi ihmisen radioaktiivisuuden mittauslaitteistoa, joilla tehdään vuosittain noin 500 mittausta. Toinen laitteisto on sijoitettu kuorma-autoon (A) ja toinen on asennettu STUKin laboratorioon (B). Autoon asennetulla laitteistolla voidaan tehdä mittauksia eri puolilla Suomea.

Työperäinen säteilyaltistus

Säteilytyötä tehdään esimerkiksi ydinvoimalaitoksissa ja radionuklidi-laboratoriossa. Vuosittain noin 300 säteilytyöntekijää käy gamma-spektrometrisessä mittauksessa sisäisen säteilyannoksen arvioimiseksi. Lisäksi säteilytyössä saatua altistusta arvioidaan muilla menetelmillä, kuten henkilödosimetreillä, koska Suomessa työperäinen säteilyaltistus aiheutuu pääasiassa kehon ulkopuolella olevista säteilylähteistä.

Mittauksista saatu tieto auttaa parantamaan työturvallisuutta. Huolelliseen työskentelyyn ja suojavaarusteisiin kiinnitetään enemmän huomiota, kun saadaan tietoa omaan kehoon joutuneista radioaktiivisista aineista.

Mittausten yhteydessä on myös mahdollista antaa työntekijöille tietoa säteilyn käyttöön liittyvistä riskeistä ja säteilysuojelusta.

Esimerkkejä säteilyannoksista	
0,01 milliSv	Hammusröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos.
0,1 milliSv	Keuhkojen röntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos.
2 milliSv	Tšernobylin onnettomuudesta ennen onnettomuutta syntyneelle suomalaiselle aiheutuva keskimääräinen annos koko elinaikana. Korkeimmalla laskeuma-alueella runsaasti luonnontuotteita käyttävälle annos on 10 milliSv koko elinaikana.
2 milliSv	Annos, jonka lentokoneessa työskentelevä saa kosmisesta säteilystä vuodessa.
5,9 milliSv	Suomalaisten saama säteilyn (esim. sisäilman radon, röntgentutkimukset) aiheuttama keskimääräinen efektiivinen annos vuonna 2018.
20 milliSv	Säteilytyöntekijälle suurin sallittu annos vuoden aikana.
1000 milliSv	Annos, joka alle vuorokaudessa saatuna aiheuttaa säteily sairauden oireita, esimerkiksi suolistovaurioita ja pahoinvointia. Pitkällä aikavälillä saatuna ei aiheuta säteily sairauden oireita, mutta lisää syöpäriskiä.
6000 milliSv	Annos, joka alle vuorokaudessa saatuna aiheuttaa säteily sairauden ja saattaa johtaa henkilön kuolemaan. Pitkällä aikavälillä saatuna ei aiheuta säteily sairautta, mutta lisää syöpäriskiä.

Termit tutuiksi

RADIOAKTIIVISEN AINEEN

ytimet ovat epävakaita ja hajoavat itsestään toisiksi ytimiksi. Samalla vapautuu energiaa ionisoivana säteilyinä.

RADIOAKTIIVISEN AINEEN AKTIIVISUUS

kuvaa aineessa tapahtuvien hajoamisien lukumäärää tietyssä ajassa. Sen yksikkö on becquerel (Bq). Yksi becquerel tarkoittaa, että aineessa tapahtuu yksi hajoaminen sekunnissa. Elintarvikkeissa olevien radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuudet ilmoitetaan becquereleinä kiloa tai litraa kohti (Bq/kg, Bq/l).

PUOLIINTUMISAIKA

Radioaktiivisen aineen puoliintumisaika tarkoittaa aikaa, jonka kuluessa puolet aineesta on hajonnut. Puoliintumisajat vaihtelevat suuresti. Lyhytikäisten aineiden puoliintumisajat ovat sekunnin osia ja pitkäikäisimmät puoliintuvat vasta miljoonien vuosien kuluessa. Esimerkiksi cesium-137 puoliintuu 30 vuodessa ja jodi-131 kahdeksassa päivässä.

BIOLOGINEN

PUOLIINTUMISAIKA

kuvaa sitä, kuinka nopeasti kehoon joutuneet radioaktiiviset aineet poistuvat elimistöstä normaalin aineenvaihdunnan kautta. Esimerkiksi cesium-137 kertyy ihmisessä lihaksiin ja puolet siitä poistuu noin kolmessa kuukaudessa, eli sen biologinen puoliintumisaika on kolme kuukautta.

SISÄINEN JA

ULKONEN SÄTEILY

Puhuttaessa kehossa olevien radioaktiivisten aineiden lähettämästä säteilystä käytetään usein termiä sisäinen säteily. Ulkoinen säteily puolestaan kohdistuu ihmiseen kehon ulkopuolella olevista lähteistä.

SÄTEILYANNOS,

SIEVERT (Sv)

Säteilyannos kuvaa säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa. Sen yksikkö on sievert (Sv). Annos ilmoitetaan usein sievertin tuhannesosina eli millisieverteinä (mSv) tai miljoonasosina eli mikrosieverteinä (μSv).



ISBN 978-952-309-476-5 (pdf)
ISBN 978-952-309-477-2 (painettu)



STUK
Säteilyturvakeskus
Strålsäkerhetscentralen
Radiation and Nuclear Safety Authority

Marraskuu 2020

Puh. (09) 759 881
www.stuk.fi