

Säteilysuojelukoulutukset, säteilyfysiikkaa ja säteilybiologiaa,

Jari Heikkinen

Ylifyysikko, dosentti

Lääketieteellinen fysiikka

Yleislääkäripäivät 28.11.2024, Marina Congress Center Helsinki

Säteilylaki

33 §

Työntekijöiden koulutus ja perehdytys

Toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että kaikilla työntekijöillä, jotka osallistuvat säteilytoimintaan tai joiden tehtävät muutoin edellyttävät erityisosaamista säteilysuojelussa, on toiminnan ja tehtävien edellyttämä kelpoisuus, säteilysuojelukoulutus ja perehdytys tehtäviinsä.

Toiminnanharjoittajan on pidettävä kirjaa vastuullaan olevasta säteilysuojelukoulutuksesta ja perehdytyksestä työntekijäkohtaisesti.

34 §

Ammattitaitoa ylläpitävä täydennyskoulutus

Toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että säteilytoimintaan osallistuvat työntekijät saavat säteilysuojelua käsittelevää täydennyskoulutusta riittävästi ja säännöllisesti.

Toiminnanharjoittajan on pidettävä kirjaa vastuullaan olevasta säteilysuojelun täydennyskoulutuksesta työntekijäkohtaisesti.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella annetaan tarkemmat säännökset säännöllisestä säteilysuojelun täydennyskoulutuksesta ja sen sisällöstä.

Täydennyskoulutusvaatimukset, vähimmäismäärä tunteina per 5 v

- radiologi, runsaasti säteilyä käyttävä lääkäri, onkologi, KFI-lääkäri, hammasradiologi, sairaalafyysikko, röntgenhoitaja:
A-C vähintään 40 tuntia
- muu säteilyä käyttävä lääkäri, säteilyyn perehtynyt työterveyslääkäri, hammaslääkäri, huoltohenkilöstö:
A-C vähintään 20 tuntia
- lähettävä lääkäri ja muu lähetteen antaja:
A-C vähintään 8 tuntia

A. Säteilyfysiikka ja säteilybiologia	• Tuntee alansa kannalta keskeisten sovellusten ja tutkimusmenetelmien periaatteet. • Osaa viestiä tehtävässään erilaisista altistuksista uusimman tiedon mukaisesti. • Osaa tulkita säteilyriskejä.
B. Säteilysuojelu lääketieteellisessä altistuksessa	• Osaa soveltaa säteilysuojeluperiaatteita tehtävänsä mukaisesti. • Osaa tehtävänsä mukaan käyttää lääketieteellisen altistuksen optimointiin tarkoitettuja menettelyjä. • <i>Sairaalafyysikko</i>: osaa lisäksi arvioida ja kehittää soveltuvia säteilysuojelumenettelyjä.
C. Työntekijän ja väestön säteily-suojelu	• Osaa soveltaa säteilysuojeluperiaatteita tehtävänsä mukaisesti. • Osaa tehtävänsä mukaan käyttää työntekijän suojelun optimointiin tarkoitettuja menettelyjä. • <i>Säteilyyn perehtynyt työterveyslääkäri</i>: osaa varmistua työntekijän suojelun optimoinnista yhteistyössä säteilyturvallisuusasiantuntijan ja säteilyturvallisuusvastaavan kanssa. • <i>Kliinisen fysiologian ja isotooppiäätieteen erikoislääkäri ja syöpätautien erikoislääkäri</i>: Osaa suojella väestöä antamalla isotooppihoitoa saaneelle tai implantoituja säteilylähteitä kehoonsa saaneelle potilaalle ohjeita.

Miten kertoa potilaalle ionisoivasta säteilystä?

Röntgensäteilylle altistuminen voi vaurioittaa soluja, mistä saattaa aiheutua myöhemmin kohonnut syöpäriski. Riski kasvaa, mitä useampia röntgentutkimuksia potilaalle tehdään. Jos tutkimusta tehdessä on riittävällä tarkkuudella tiedossa kliininen kysymyksenasettelu, voidaan potilaan saamaa säteilyaltistusta vähentää.



Oikean kuvausmenetelmän valinta ja turhien radiologisten tutkimusten välttäminen kuuluu potilaan oikeuksiin

- Turha säteilyaltistus vältetään.
- Aikaa ei kulu turhan tutkimuksen tekemiseen ja tulosten odottamiseen.
- Oikean tutkimusmenetelmän valinta mahdollistaa oikean diagnoosin.
- Hoito voidaan aloittaa viivytyksettä.
- Kustannukset pysyvät hallinnassa.

Lisätietoa saat **STUKin oppaasta: Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa – opas hoitaville lääkäreille** (julkari.fi > STUK > STUKin omat sarjajulkaisut)

Esimerkiksi näitä Oppiportin kursseja kannattaa käydä ja ottaa niistä todistus.

Useat muutkin koulutukset käyvät säteily-suojelukoulutukseksi.
Niistä annettavista pisteistä voi konsultoida säteilyturvalisuusvastaavaa.

Kaikki osumat (151)

Koulutuskokonaisuudet (1)

Verkkokurssit (8)

Virtuaaliharjoitukset (0)

Korona-aineistot (0)

Oppikirjat (0)

Oppikirja-artikkelit (142)

Anestesiologia ja tehohoito (4)

Endokrinologia (3)

Fysiatria (7)

Gastroenterologia ja hepatologia (3)

Ihotaudit (3)

Immunologia (2)

Infektiosairaudet (1)

Jalkaterveys (1)

Kardiologia (5)

Kehitysbiologia (3)

Keuhkosairaudet (2)

Kipu (4)

Kirurgia (2)

säteilysäteily



Haulla 'säteily' löytyi 151 osumaa.

LAJITTELU

OSUVIMMAT



VERKKOKURSSIT

Säteily isotooppilääketieteessä, perustaso



VERKKOKURSSIT

Säteily isotooppilääketieteessä, vaativa taso



VERKKOKURSSIT

Kvantamistutkimusten perusteltu käyttö



VERKKOKURSSIT

Sädehoito, vaativa taso



VERKKOKURSSIT

Säteilysuojelukoulutuksen järjestäminen



VERKKOKURSSIT

Säteilysuojelun perusteet



VERKKOKURSSIT

Säteilyn käyttö kuvantamisessa – Lähettävä lääkäri



VERKKOKURSSIT

Säteilyn käyttö kuvantamisessa – Röntgenhenkilökunta

Verkkokoulutuksen käyttö osana täydennys

Tässä näet esimerkkejä ammattiryhmistä ja kuinka säteilysuojelun verkkokursseja voidaan hyödyntää osana täydennyskoulutusta.

Verkkokoulutus katsotaan omatoimiseksi opiskeluksi, joten toiminnanharjoittaja määrittelee etukäteen paljonko verkkokoulutuksen osuus on täydennyskoulutuksesta.

	Röntgenhoitaja	Lähetävä lääkäri	Isotooppiyksikössä työskentelevä sairaanhoitaja
Roolin mukaan valitut verkkokoulutukset	Säteilysuojelun perusteet (90 min.)	Säteilysuojelun perusteet (90 min.)	Säteilysuojelun perusteet (90 min.)
	Säteilyn käyttö kuvantamisessa –Röntgenhenkilökunta (90 min.)	Säteilyn käyttö kuvantamisessa –Lähetävä lääkäri (90 min.)	Säteilyn käyttö kuvantamisessa –Röntgenhenkilökunta (90 min.)
	Sädehoito (120 min.)	Kuvantamistutkimusten perusteltu käyttö (60 min.)	Sädehoito (120 min.)
			Säteily isotooppilääketieteessä (120 min.)
Verkkokoulutuksen kesto yhteensä	Kesto noin 5 tuntia (300 min)	Kesto noin 4 tuntia (240 min)	Kesto noin 6,5 tuntia (400 min)

Tervetuloa

Tervetuloa Säteilyn käyttö kuvantamisessa – Lähettävät lääkärit - verkkokurssille!

Kurssin sisältö vastaa STM:n asettamia vaatimuksia täydennyskoulutuksesta. Verkkokoulutuksella voidaan suorittaa osia täydennyskoulutusveloitteesta.

Kurssin asiantuntijoina ovat toimineet Viljami Sairanen, Päivi Metsäniemi ja Mikko Taina.

Kurssin kohderyhmänä ovat kliinisessä työssä potilaita kuvantamistutkimuksiin lähettävät lääkärit sekä ohjeistusta potilaille tarjoava hoitohenkilökunta.

Varaa kurssin läpikäyntiin aikaa noin 90 minuuttia.



Vastuuhenkilöt

- Säteilyturvallisuusasiantuntija (STA)
 - Terveysturvallisuudessa sairaalafyysikko
 - Työntekijöiden ja väestön säteilysuojelun suunnittelu, toteutus ja seuranta
 - Työperäisen tai väestön altistuksen luokka 1 tai 2: STA mukana; luokka 3: STA käytettävissä.
- Säteilyturvallisuusvastaava (STV)
 - Nimettävä turvallisuuslupaa edellyttävässä toiminnassa (= säteilytoiminnassa)
 - Apuna säteilysuojelun toteuttamisessa
 - Vastuut ja tehtävät määritellään johtamisjärjestelmässä
- Lääketieteellisen fysiikan asiantuntija (LFA) = Fyysikko
 - Altistuksen kohteena olevan henkilön eli potilaan säteilysuojelu

	LFA
Sädehoito	Mukana
Isotooppihoidot, TT, toimenpideradiologia	Käytettävä
Natiiviröntgen	Oltava käytettävissä
Hammasröntgen (paitsi intraoraali/ panoraamatomografia)	Käytetään, jos tarvitaan neuvoja

Ionisoiva säteily

= Säteily joka pystyy tuhoamaan soluja

Fotonisäteily

- γ -säteily:
 - Ytimen viritystila purkautuu
 - Fissio
 - Annihilaatio
 - korkeaenergistä sähkömagneettista säteilyä
- Röntgensäteily = keinotekoinen γ -säteily

Hiukkassäteily

- α & β säteily: Ydin hajoaa ja muuttuu toiseksi alkuaineeksi ja hiukkaseksi
 - α -säteily
 - β^- -säteily
 - β^+ -säteily (positroniemissio)
 - > annihilaatio -> gammasäteily
 - (Protonisäteily)

Annosnopeus (10 km)
5,0 $\mu\text{Sv/h}$

Annosnopeus (0 km)
0,1 $\mu\text{Sv/h}$

Radioaktiivisia
aineita ja säteilyä
ympäristöön

Radioaktiivisia
aineita hengityksen
ja ravinnon kautta

Sisäinen
säteily
kehon
radio-
aktiivisista
aineista

Ulkoinen
säteily
rakennus-
materiaaleista

Ulkoinen säteily ilman radioaktiivisista aineista

Ulkoinen säteily elollisen luonnon
radioaktiivisista aineista.

Ulkoinen säteily maaperän
ja laskeuman radioaktiivisista
aineista

Terveystieteiden
säteilevät laitteet

Terveystieteiden
säteilevät potilaat

Säteilyturvakeskus
www.stuk.fi

Etelä-Savon
hyvinvointialue

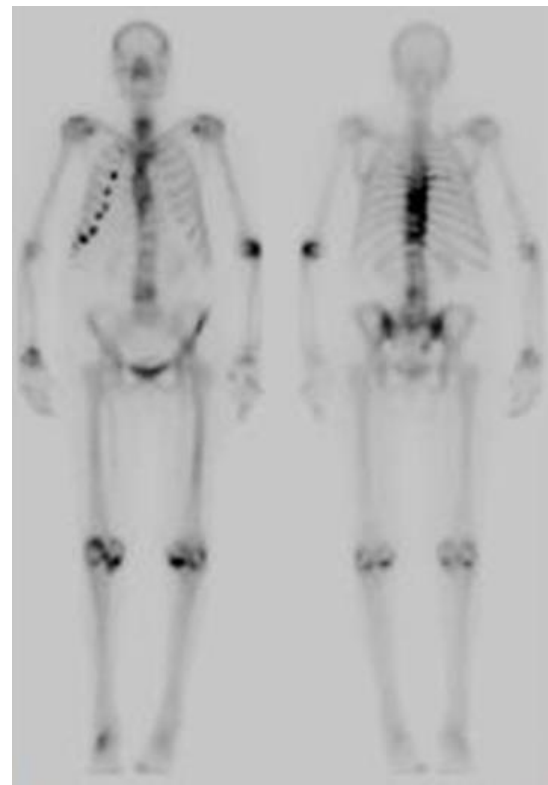
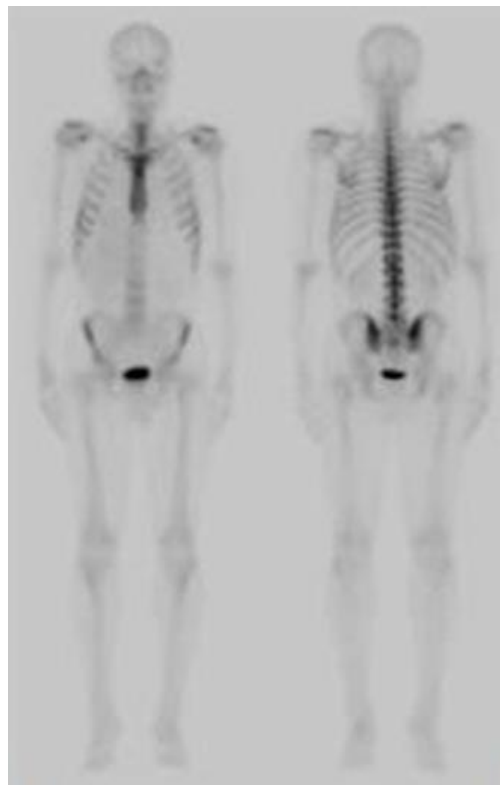


Röntgensäteily

- Elektroni anodille ->
 - jarrutussäteily (Brehmsstrahlung)
 - Karakteristinen säteily

Radioaktiivisuus

- (Radio)Isotooppi: ytimessä liikaa neutroneita
- γ -säteily: Ytimen viritystila purkautuu lähettäen korkeaenergistä sähkömagneettista säteilyä
- Hiukkassäteily: Ydin hajoaa ja muuttuu toiseksi alkuaineeksi ja α/β -partikkeliksi
 - α -säteily, β^- -säteily, β^+ -säteily (positroniemissio)



- Isotooppitutkimuksissa käytetään radioaktiivisia lääkkeitä.
- Yleisin radioaktiivinen aine on teknetium.
- Luuston gammakuvaus on yleisin isotooppitutkimus, jossa teknetium on yhdistetty luustohakuiseen lääkkeeseen.
- Radiolääkkeen jakautuminen luustoon saadaan kuvattua gammakameralla.
- Isotooppikuva kertoo luuston toiminnasta (rtg-kuva kertoo anatomiasta).

Säteilyn yksiköt

- Becquerel = Hajoamistapahtumaa sekunnissa
- Gray = Absorboitunut annos
 - $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$
- Sievert = ekvivalenttiansos = efektiivinen annos
 - $\text{Sv} = \text{Gy} \cdot W_T$
 - W_T riippuu kehon osasta ja säteilytyypistä ja iästä
 - 1 Sv johtaa ~5% todennäköisyydellä syöpään ihmisen elinaikana⁴

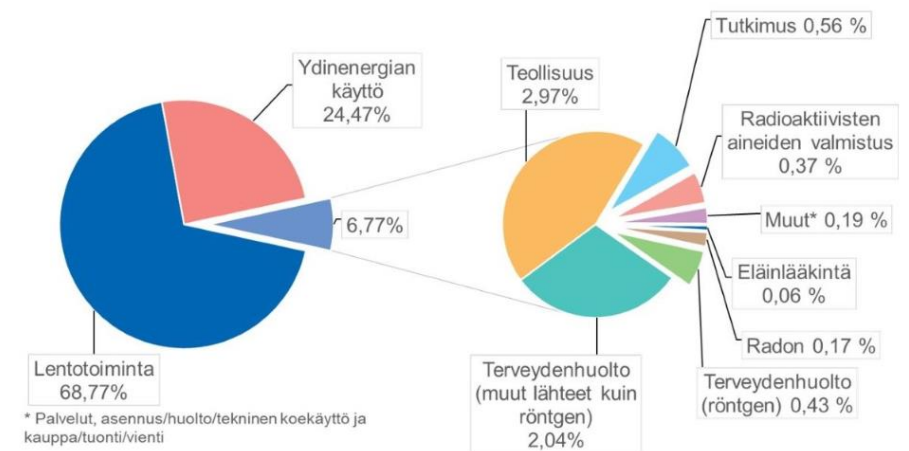
W_T	Elin ⁵
0,12	Suolet, keuhkot, luuydin, rintakudos, [sappirakko, sydän, munuaiset, imusolmukkeet, haima, perna, kohtu, eturauhanen]
0,08	Sukupuolirauhaset
0,04	Virtsarakko, ruokatorvi, maksa, kilpirauhanen
0,01	Luun pinta, iho, aivot, sylkirauhaset

⁴https://www.bir.org.uk/media/389019/1._bir_rs_week_day_1_radiation_risks.pdf

⁵<https://radiopaedia.org/articles/tissue-weighting-factor>

Annoksen suuruus	Mitä annos aiheuttaa
6000 mSv	Annos, joka alle vuorokaudessa saatuna aiheuttaa säteilytautien ja saattaa johtaa henkilön kuolemaan
1000 mSv	Annos, joka alle vuorokaudessa saatuna aiheuttaa säteilytautien oireita (esim. väsymystä ja pahoinvointia)
20 mSv	Säteilytyöntekijöille suurin sallittu annos vuoden aikana
5,9 mSv	Suomalaiselle säteilystä (sisäilman radon, röntgentutkimukset jne.) aiheutuva keskimääräinen annos vuodessa
2 mSv	Annos, jonka lentokoneessa työskentelevä saa kosmisesta säteilystä vuodessa
0,1 mSv	Keuhkojen röntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
0,01 mSv	Hammasröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos

³STUK.fi



Kuva 1. Säteilytyöntekijöiden kollektiivisen efektiivisen annoksen jakautuminen eri toimialoille vuonna 2021.

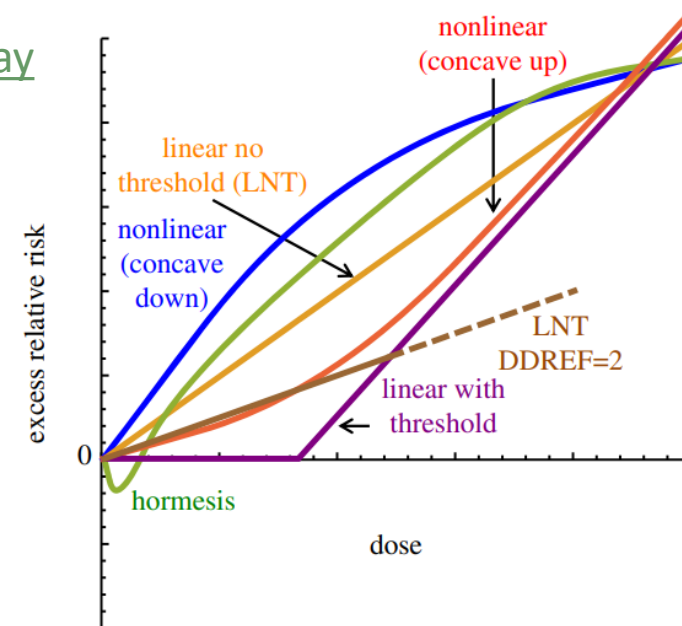
Säteilyn terveysriskit^{1,2}

- Säteilyherkät elimet: rinnat, kilpirauhanen (erityisesti lapset), silmän mykiö (kaihi)
- Säteilyn terveysvaikutuksista useita eri malleja
 - Matalilla (diagnostisilla) annoksilla syöpäriskit todella pieniä
- Suurimmat annokset TT- ja isotooppitutkimuksissa sekä toimenpideradiologiassa

<https://www.radiologyinfo.org/en/info/safety-xray>

Table 3.2 Lifetime cancer induction risk categorisation for medical exposures, based on Martin et al.¹⁴

Effective dose (mSv)	Lifetime cancer induction risk	Risk description	Example radiological procedure
<0.1	<1 in 1 million	Negligible	Radiographs: Chest, Limbs, shoulder, teeth
0.1 to 1.0	<1 in 100,000	Minimal	Radiographs: Head, neck, spine, abdomen, pelvis
1.0 to 10	<1 in 10,000	Very low	Fluoroscopy contrast studies; CT Head; CT thorax, abdomen and pelvis; cardiac angiography; interventional radiology
10 to 100	<1 in 1,000	Low	CT thorax, abdomen and pelvis; Interventional radiology
≥100s	<1 in 100	Moderate	Multiple procedures

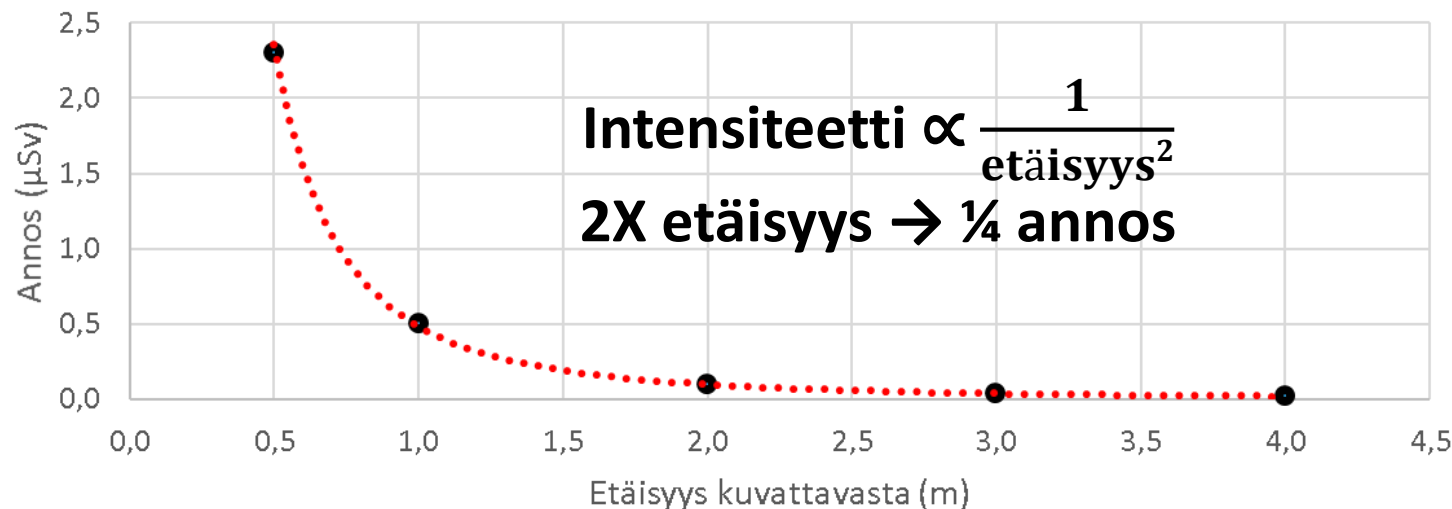


¹McLean et al. A restatement of the natural science evidence base concerning the health effects of low-level ionizing radiation, RSPB 2017

²British Institute of Radiology, Patient Shielding Guidance

Toimenpiteen aikana: etäisyys, suojaus, aika

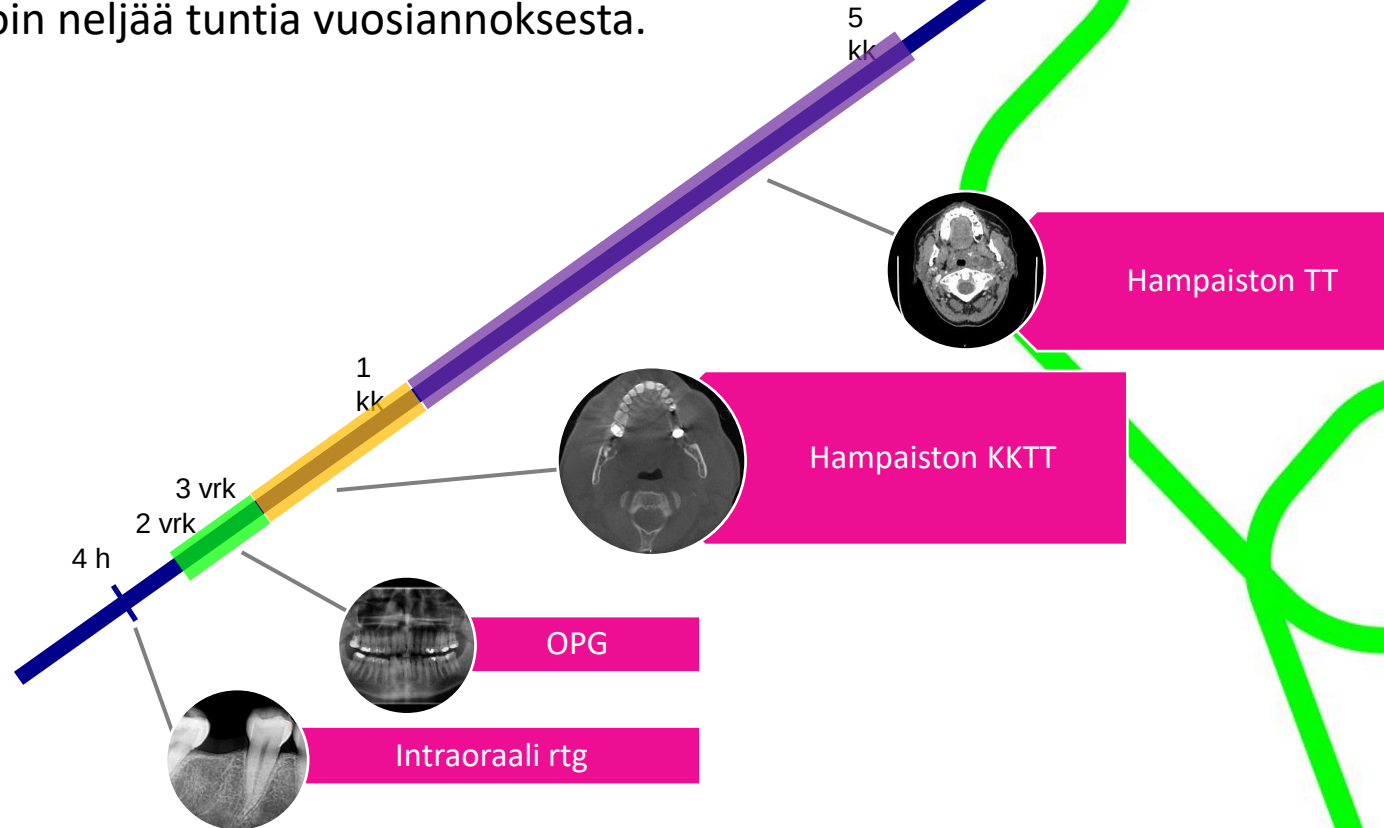
- Altistusta vähentää eniten **etäisyyden kasvattaminen** kuvauslaitteistoon
- Toimenpiteen takia pakko olla lähellä -> liikuteltavat **sädesuojat**
- **Oikeaoppinen sijoittuminen** putkeen nähden!
- Kuvasarjoja otettaessa myös toimenpiteiden suorittajien hyvä siirtyä kauas kuvattavasta (mahdollisuuksien mukaan pois valvonnan puolelle)
- Turhaa oleskelua huoneessa tulisi välttää



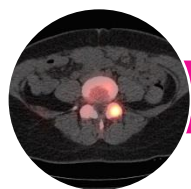
Kuvassa tutkimuksen aiheuttaman säteilyannoksen vertailu vuosittaiseen annokseen.

Suomalaiselle säteilystä (sisäilmanradon, röntgentutkimukset jne.) aiheutuva annos on keskimäärin 5,9 mSv vuodessa.

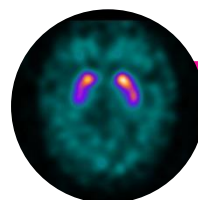
Esimerkiksi yleisimmän hampaiston röntgenkuvauksen (intraoraali rtg) aiheuttama annos vastaa noin neljää tuntia vuosiannoksesta.



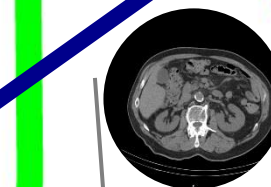
Jussi Aarnio 2017



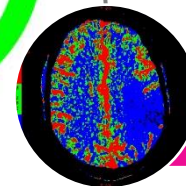
Luuston
SPECT-TT



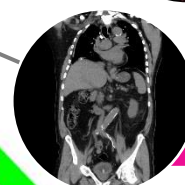
Aivoreseptoreiden SPECT



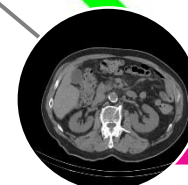
Thoraxin ja ylävatsan TT



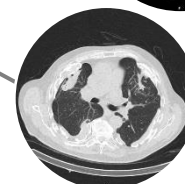
Aivoperfuusion TT



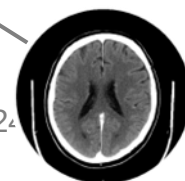
Vartalon TT



Vatsan TT



Keuhkoembolian TT



Pään TT



Thoraxin PA rtg



Vatsan rtg

4 vrk

1 kk

1 v

2 v

3 v

4 v

Jussi Aarnio 2017