

Säteilyannokset ja säteilyn vaimeneminen

Tapio Hansson

31. lokakuuta 2016

Säteilyannos

- ▶ Ihmisen saamaa säteilyannosta voidaan tutkia kahdella tavalla.
- ▶ *Absorboitunut annos* kuvaa absoluuttista energiamäärää, joka säteilystä jää kudokseen.
- ▶ Ekvivalenttiannos ja efektiivinen annos kuvaavat paremmin säteilyn haitallisuutta.

Absorboitunut annos D

- ▶ Absorboituneen energian suuruutta kuvaa kaksi suuretta: Kerma (K) ja Cema (C).
- ▶ Kerma (Kinetic energy release per mass unit) kuvaa *varauksettomien* hiukkasten luovuttamaa energiaa.
- ▶ Cema (Converted energy per unit mass) kuvaa energiaa, jonka varaukselliset hiukkaset menettävät kohteen atomeihin.
- ▶ Molempien yksikkö on $1 \text{ J/kg} = 1 \text{ Gy}$ (Grey).
- ▶ Absorboitunut annos kuvaa siis suoraan yhteen kilogrammaan absorboituneen energian määrää.

Absorboituneiden annosten vaikutuksia

- ▶ 1-2 Gy: Säteilysairaus
- ▶ 2-6 Gy: Hengenvaarallinen annos, voi pelastua hoidolla
- ▶ >12 Gy: Potilas menehtyy viimeistään 2 viikon kuluessa
- ▶ >50 Gy: Potilas menehtyy 2 päivässä

Ekvivalenttiannos H_T

- ▶ Absorboitunut annos kuvaa vain energiamäärää, ei kunnolla säteilyn haitallisuutta, ts. eri säteilylajeilla on erilaisia biologisia vaikutuksia.
- ▶ Esim. 0,1 Gy α -säteilyä on huomattavasti haitallisempaa kuin vastaava määrä β - tai γ -säteilyä.
- ▶ Jokaisella säteilylajilla on oma painokerroin.



$$H_T = w \cdot D$$

eli ekvivalenttiannos saadaan kertomalla absorboitunut annos painokertoimella.

- ▶ Fotonien ja elektronien (γ , röntgen ja β) kerroin on 1. α -säteilyn ja fissiona syntyneiden ytimien 20.

Ekvivalenttiannoksen yksikkö

- ▶ Ekvivalenttiannoksen yksikkö on edelleen J/kg, mutta nyt sitä kutsutaan erikoisnimellä sievert (Sv).
- ▶ Säteilylajikohtainen painokerroin on siis yksikötön.
- ▶ Useimmiten törmää millisieverteihin (mSv) ja mikrosieverteihin μSv .
- ▶ Yhden sievertin annos lisää siis syöpäriskiä yhtä paljon riippumatta säteilylajista.
- ▶ 1 sievertin altistus lyhyessä ajassa aiheuttaa säteilytauti-oireita ja 8 sievertiä voi johtaa jo kuolemaan.

Efektiivinen annos E

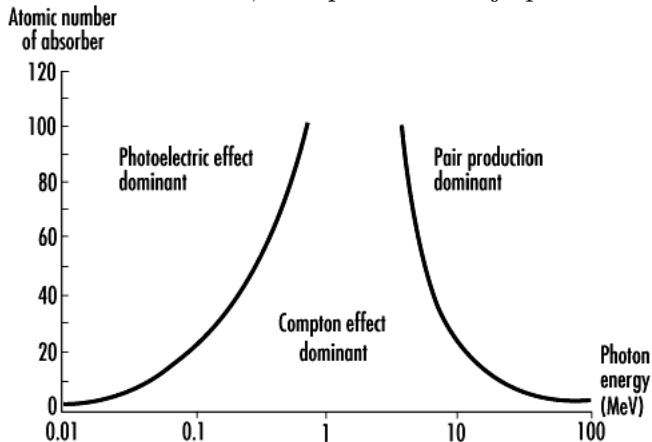
- ▶ Jotta säteilyn vaikutuksia saadaan kuvattua vielä tarkemmin, tulee huomioida myös kohdekudos, sillä kaikki kudokset eivät ole yhtä herkkiä.
- ▶ Efektiivinen annos saadaan kertomalla ekvivalenttiannos kudoksetkohtaisella painokertoimella W_T

$$E = W_T \cdot H_T.$$

- ▶ Esimerkkejä painokertoimista:
 - ▶ iho ja luun pinta 0,01
 - ▶ kilpirauhanen, virtsarakko 0,05
 - ▶ luuydin, keuhkot, mahalaukku 0,12
 - ▶ kivekset ja munasarjat 0,20

Vaikutusmekanismit

Aine ja säteily vuorovaikuttavat kolmella mekanismilla, jotka ovat Valosähköinen ilmiö, Comptonin ilmiö ja parinmuodostus.



Lineaarinen absorptiolaki

Säteily vaimenee aineessa absorptiolain mukaisesti:

$$I = I_0 e^{-\mu x},$$

jossa I on säteilyn intensiteetti väliaineen jälkeen, I_0 säteilyn intensiteetti ennen väliainetta, x väliaineen paksuus ja μ väliainekohtainen lineaarinen vaimenemiskerroin.

Lineaarinen vaimenemiskerroin riippuu säteilylajista ja väliaineen materiaalista.

Materiaalin puoliintumispaksuudeksi kutsutaan paksuutta jonka jälkeen säteilyn intensiteetti on laskenut puoleen.