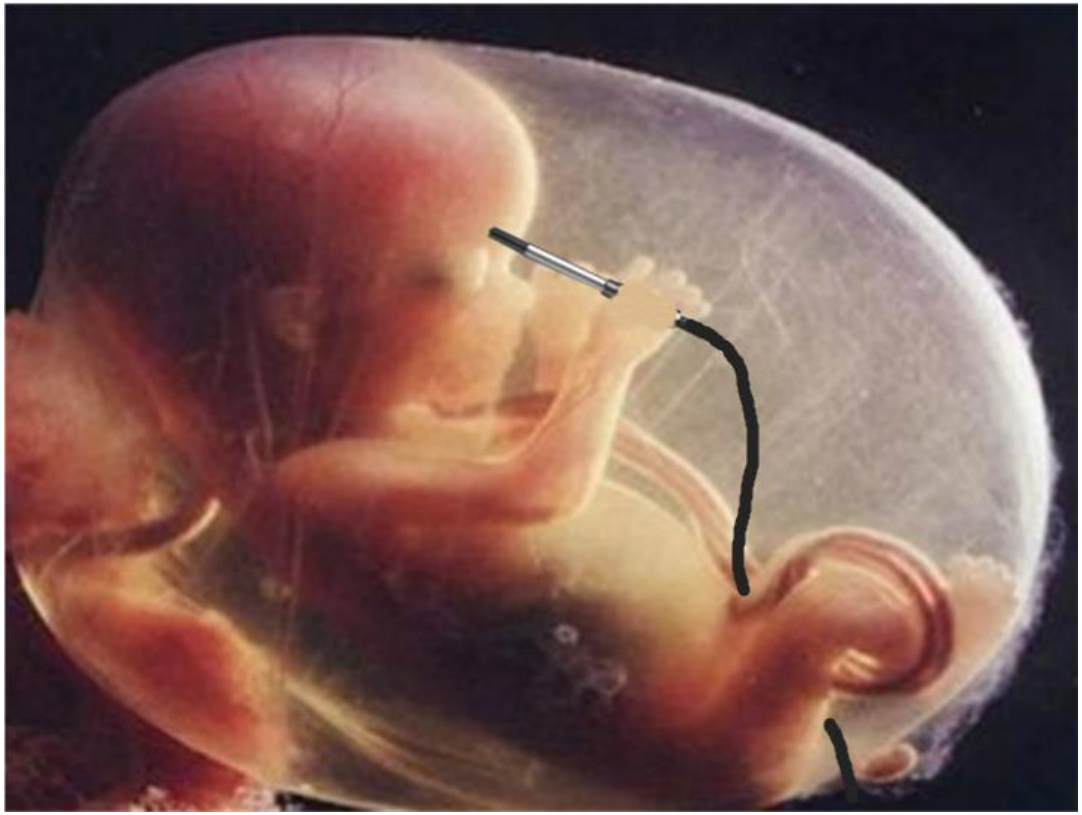
Sikiön sädeannoksen mittaaminen



Sädehoitopäivät Turku 16.4.2015
Vesa-Pekka Heikkilä / Sini Rouhiainen fyys.
OYS

Lähtökohdat

- Potilas raskausviikolla 26
- Hoitoalue kallonpohja
  - Paljon varottavia elimiä ympärillä
- Harvinaista ”herkkua”
- KIIRE!!
- Konsultointia
  - Petri Sipilä, STUK
  - Wendla Paile, STUK
  - Mikko Tenhunen, HUS

OYS

Annos kentän/kohteen ulkopuolella

- Vuotosäteily kiihdyttimen hoitopäästä
- Sironnut säteily hoitopään kollimaattoreista ja kentän muokkaimista *(kiilat, suojat jne)*
- Potilaasta sironnut säteily
- Lisäksi, jos E >10MV
  - Neutronit hoitopäästä
  - Neutronit potilaasta (fotoneutroni vuorovaikutus)
  - Radioaktiiviset isotoopit (fotoneutronien vuorovaikutus)
- Hoitohuoneessa sironnut säteily!

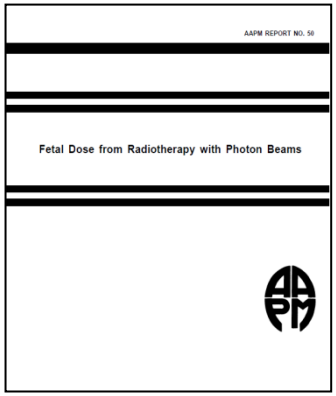
OYS

Kirjallisuutta

- AAPM report no. 50, 1995; Fetal Dose from Radiotherapy with Photon Beams, TG36
- ICRP publication 84, 2000; Pregnancy and Medical Radiation
- Joitain julkaisuja

OYS

AAPM TG36



- Vuodelta 1995!
  - Koneiden suojaus parantunut
  - Kentän muokkainten käyttö (kiilat, suojat) vähentyneet
  - Hoitotekniikat muuttuneet (IMRT, VMAT)
- Kollimaattorisironta+vuotosäteily = suuruusluokkaa potilassironta
  - Vuotosäteily joillakin kiihdyttimillä vaihtelee 2x
  - Kentäinmuokkaimista (kiila, lyijysuoja) sironnan kasvu 2-5x
  - Tärkeää tietää vuotosäteilyn ja sironnan osuus => kriittisen elimen suojaus
- Sikiöannoksen pienentäminen
  - Hoitotekniikka
    - Kenttäkulmat, kenttäkoot, energia,
  - Lyijysuojat

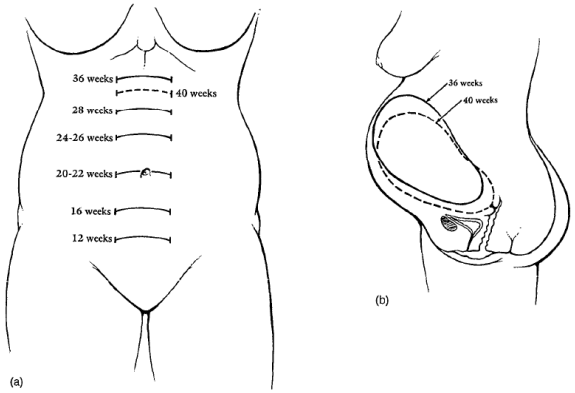
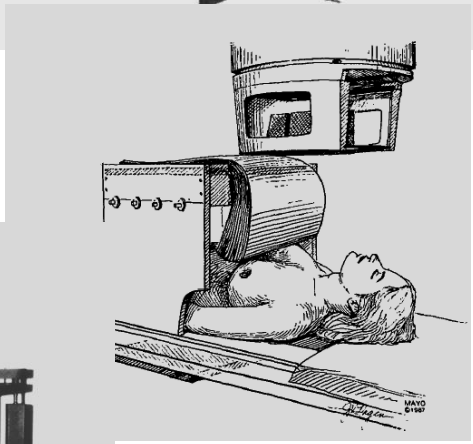
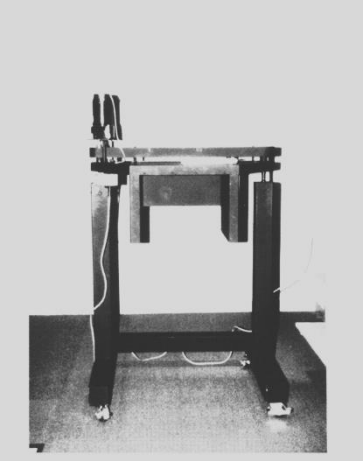


FIG. 2. (a) Anterior and (b) lateral views of height of the fundus at various times during pregnancy.

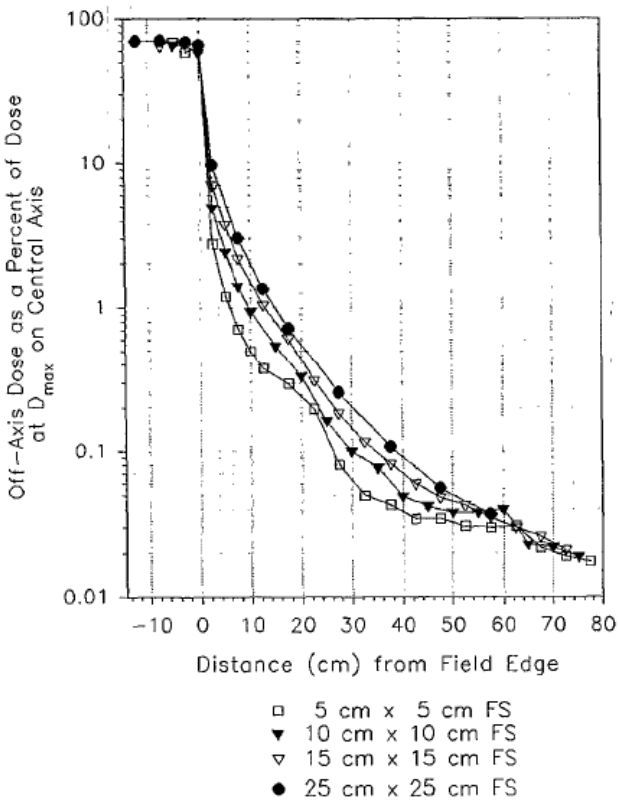
AAPM TG36: Suojausjärjestelyt

- Silta potilaan mahan yli
  - AP-suunnan hoito (mantteli)
  - 5-7 cm lyijyä
  - Siltaromahdusvaara!
- Suojapöytä hoitopöydän yli
  - Sama idea suojaa myös sivut
- Liikutettava suoja
  - Sama idea pyörien päällä

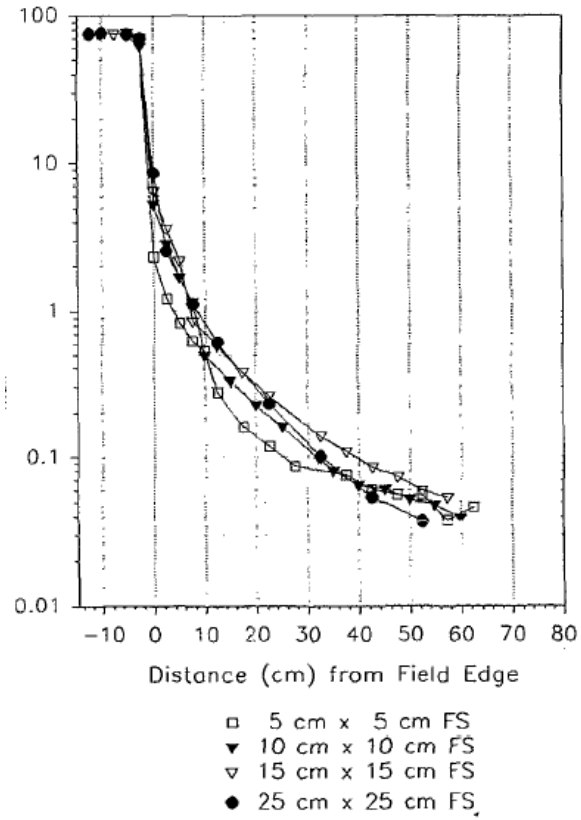




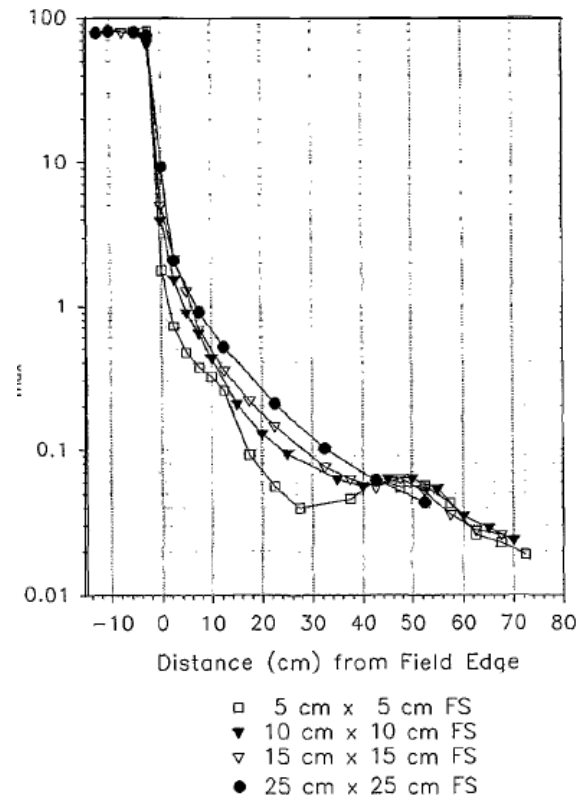
AAPM mittadataa - absorboitunut annos energian ja kenttäkoon funktiona



6MV Varian 2100C



10 MV



18 MV

ICRP 84

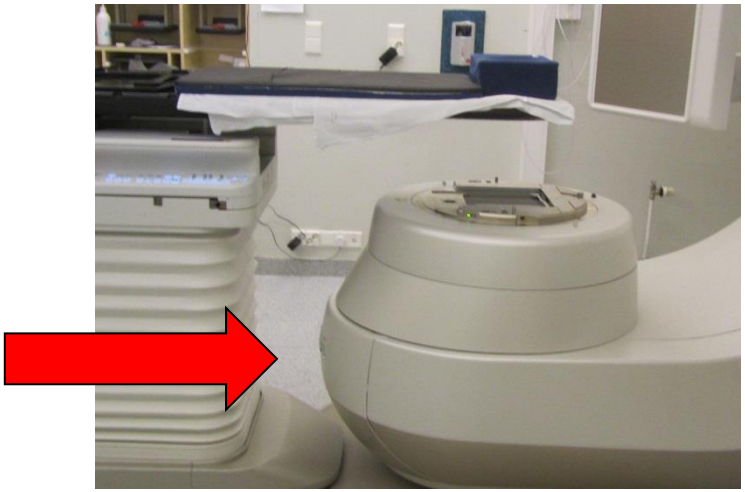
- Yleisluontoinen esitys, sisältää mm:
- Sikiön säteilytyksen riskit
- Sikiöannokset toimenpiteistä
- Raskaana olevat työntekijät
- Tutkimukset raskauden aikana
- Ei suoranaisia ohjeita/työkaluja sädehoitoon

Suojaus käytännössä - lähtökohtia

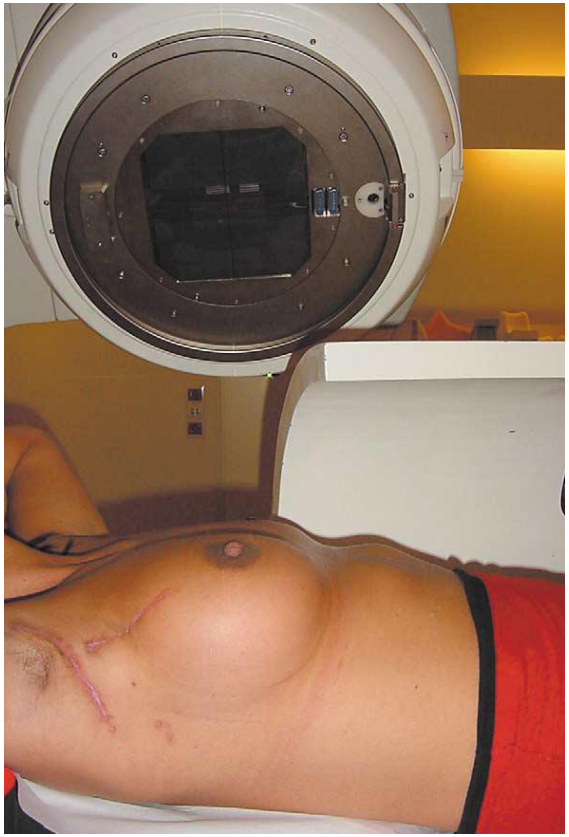
- E = 6 MV, TVL (cm) *NCRP report#151(2005)*
  - Teräs 10 cm, (7.8 g/cm3)
  - Lyijy 5.7 cm, (11.35 g/cm3)
- Työstettävyys ja saatavuus
  - Hoidolla kiire – materiaalin toimittajalla ei!
- Paino
  - Painoksi tulee …paljon!
    - meillä tuli (255 kg + 100 kg)
      (6 cm terästä => ¼-osaan)
  - Jaettiin ylä- ja alapuoliseen suojaukseen, jotta voidaan pienentää painoa
- Liikutettavuus

Suojaus – ongelmakohtia meillä

- Yläosan rakennuspalikat
  - Potilas hermostunut ja panikoiva
  - Entä jos rakennelma sortuu?
- Hoitopään muoto estää alaosan suojan sijoittamisen riittävän lähelle päätä



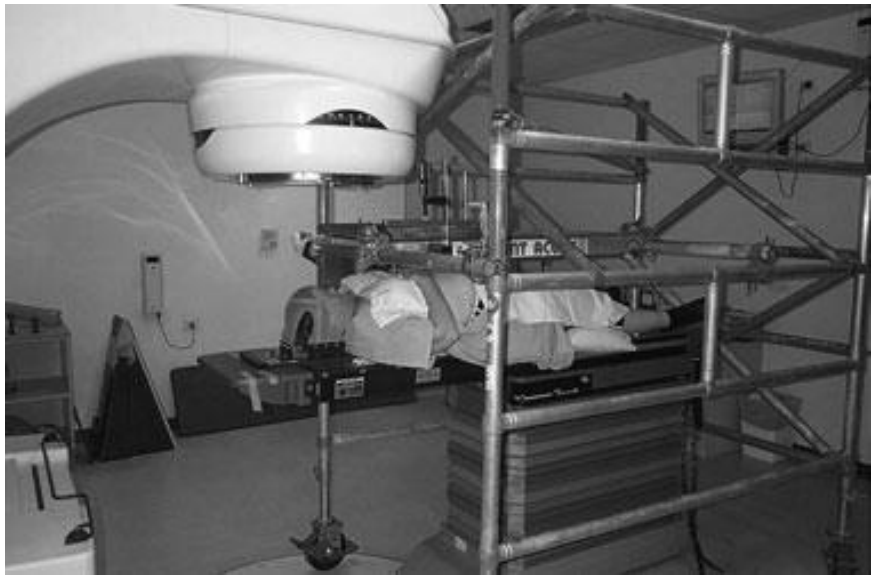
Suojakuvia maailmalta



Henk B Kal, Lancet Oncol 2005; 6: 328–33

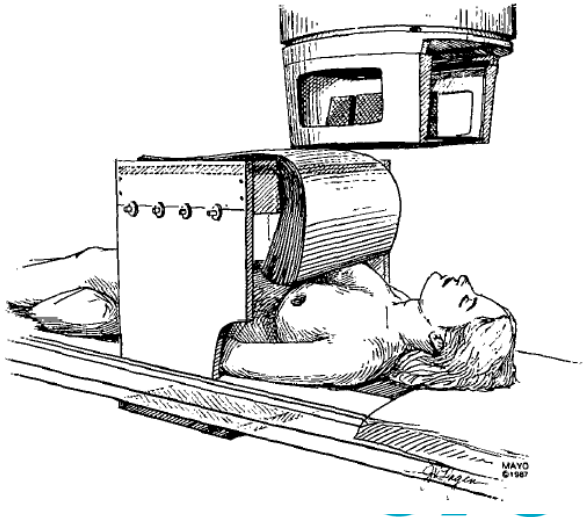
Mohammad K. Islam,
Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 49, No. 5, pp. 1469–1473, 2001

Suojakuvia maailmalta



SA Luis, *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology* **53** (2009) 559–568

AAPM report no 50, TG36

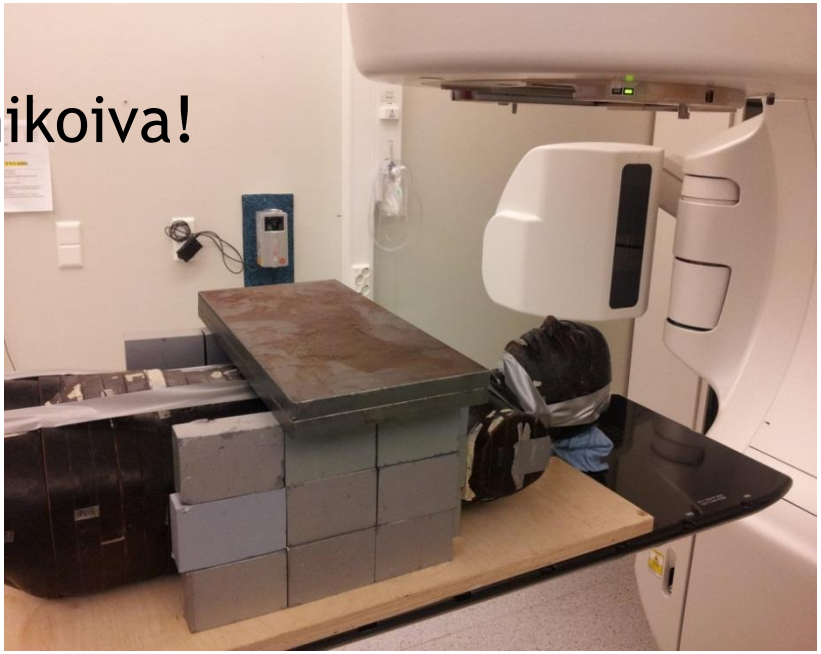


Versio numero yksi

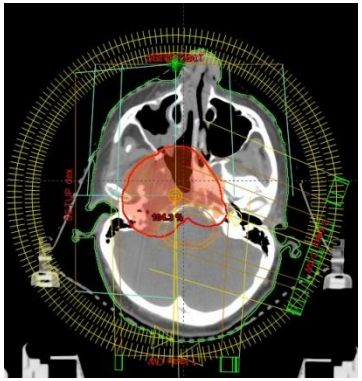
- Suojaus siirrettävällä yksiköllä
  - Alaosa+sivut kiinteä
  - Yläosa irroitettavat levyt
- Etupainoinen
  - Sijoitus mahdollisimman lähelle tukipisteitä
  - 3 levyä = n. 255 kg
  - Päälylevyt á 35 kg
- Hoitopään ”moukku” rajoittaa suojan lng-sijaintia
  - Tulee liian alas potilaassa
- Hyöty/haitta (-)

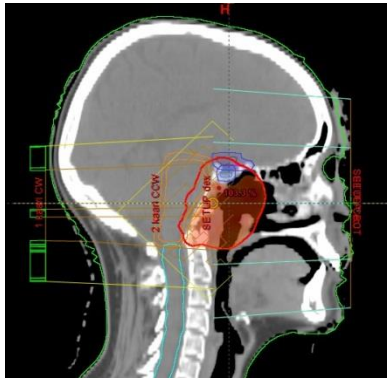
Versio numero kaksi

- Rakennetaan lyijylinnoista sivut ja asetetaan päälle rautalevyt
  - Potilas joko ryömii sisään tai rakennetaan päälle
  - Kuka vastaa, jos romahtaa?
  - Kuka nostelee levyt?
  - Potilas huonokuntoinen ja panikoiva!
  - Suojien paino n.160 kg
    - Pöydän kantavuus…



Annossuunnitelma

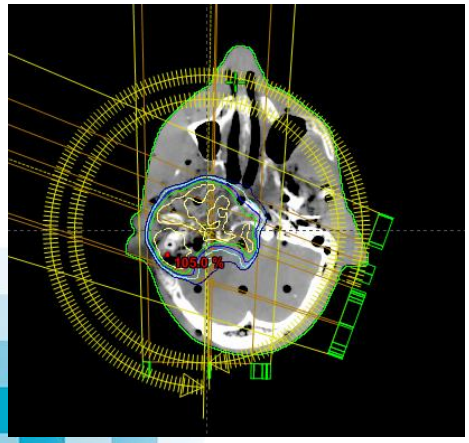


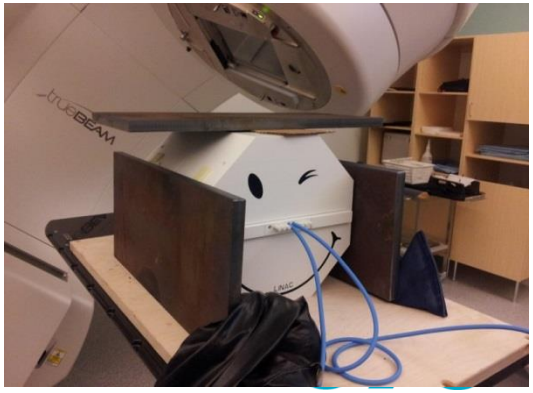


- Hoitokone TrueBeam
  - Energia 6X
    - Minimoidaan neutronituotto
- Mahdollisimman vähäinen MU-määrä
  - Perinteisillä kentillä ei saavuteta haluttua jakaumaa
  - VMAT
- Ei non-koplanaarisia kenttiä
  - Sironnan pienentämiseksi
  - Alkuperäinen suojarakennelma estää pöydän käännöt
- 2 kaarta
  - Koko kaari + sektori

Suunnitelman verifiointi

- Alderson
  - RPL, Annos kohteessa ja ulkopuolella, Eclipse
- Octavius + PTW729 + PTW 31010 io-kammiot
  - Annos kohteessa, Eclipsen verifiointiohjelma
  - Annos kohteen ulkopuolella
  - Mittaus ilmassa, fantomissa ilman suojia ja suojien kanssa (2cm terästä)



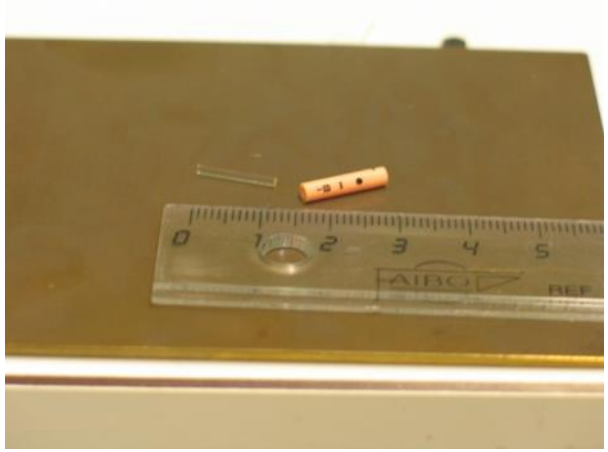


IO-kammio mittaukset

- Mittaus ilmassa ja octavius-fantomin sisällä
  - Isosentristä 40 cm ja 50 cm
- Elektrometrin vuotovirrat korjattu
  - Mittaus ilman säteilyä, vastaava aika

	etäisyys	Kaari1 (mGy)	Kaari 2 (mGy)	Yht (mGy)
Ilmassa	40 cm	1.33	1.12	2.45
Ilmassa	50	1.14	1.06	2.26
Octavius	40	0.58	0.54	1.12
Octavius	50	0.73	0.69	1.42
O+suoja	40	0.56	0.49	1.05
O+suoja	50	0.79	0.74	1.53

RPL-mittaukset



- Lasidosimetri
  - Lineaarinen vaste
  - Jokseenkin energiariippumaton
    - Pienten energioiden antama annos ylikorostuu (ei tinafiltteriä vrt. diagnostinen säteily)
- Potilasmittaus
  - Teipattiin potilaan ihon pinnalle
- Mittaus Alderson fantomissa
  - 5 eri etäisyyttä (n. 30-50 cm hoitokohteen isosentristä)
  - 2 eri syvyyttä (3 cm, 10 cm)
  - Mitattiin kolmen säteilytyksen yhteistuotto, jotta saatiin enemmän annosta (lopputuloksissa jako kolmella)

Eri säteilykomponenttien eriytys: Potilassironnan selvittäminen

- Katkaistaan päästä tuleva sisäinen sironta lyijytiilillä
- Fantomista poistetaan lyijytiilien paksuuden verran tasoja, jotta etäisyys mittapisteisiin säilyy samana
- Annos koostuu: säteilypään vuotosäteily & sironta ja hoitohuoneesta tuleva sironta

Totaalisuojaus

- Tarvitaan arvioitaessa eri sirontojen osuutta
- Suojataan kaikki suunnat
  - Myös potilassironta – ei käytännössä mahdollista
- Tuloksena: Mitä tulee suojien läpi – ”no can do”
  - Myös jalkopäästä huonesirontana

Potilassironnan osuus

- Ei voida suojata/poistaa
- Sivu- ja päälysuojat miinus totaalisuojaus (kaikki suojat)

Taso	Keski	Etu
20	0.296 mGy	0.224 mGy
22	0.188	0.139
24	0.113	0.098
26	0.076	0.069
28	0.039	0.149
ka	0.142	0.136
ka 35 fr (70 Gy)	4.97 mGy	4.76 mGy

RPL-mittaus fantomissa

	Kaikki suojat	Kaikki suojat	Suojaus	Suojaus	Ei suoja	Ei suoja
taso	Keski	Etu	Keski	Etu	Keski	etu
20	0.106 mGy	0.119 mGy	0.402 mGy	0.343 mGy	0.571 mGy	0.600 mGy
22	0.113	0.092	0.302	0.231	0.480	0.431
24	0.128	0.085	0.240	0.183	0.398	0.391
26	0.124	0.095	0.200	0.165	0.345	0.361
28	0.161	0.129	0.200	0.278	0.364	0.376
Ka	0.126	0.104	0.269	0.240	0.432	0.432
Stdev	0.021	0.019	0.085	0.073	0.094	0.098
35 fr (70Gy)			9.4 mGy	8.4 mGy	15.1 mGy	15.1 mGy

Potilasmittaus RPL

- Mittaus ihon pinnalta
- Ei suojarakennelmia
- Potilaan ympärillä 2 x lyijyessu

RPL	Essun alla	(35fr)	Essun päällä	35 fr
Dex	0.45 mGy	15.8 mGy	0.60 mGy	21 mGy
Dex etuv	0.42	14.7	0.49	17.2
Etu	0.44	15.4	0.52	18.2
Sin etuv	0.44	15.4	0.51	17.9
Sin	0.40	14.0	0.57	20.0

Potilasmittaus Io-kammio

- Mittaus ihon pinnalta
- Ei suojarakennelmia
- Potilaan ympärillä 2 x lyijyessu

PTW31010	Essun alla	35 fr	Essun päällä	35 fr
Etuosa	1.42 mGy	49.7 mGy	2.14 mGy	74.9 mGy

Annosmittauksista

- Io-kammiot tuottivat mittauksissa isompia annoksia, mutta nekin < 50 mGy / 35 fr.
- RPL-mittaukset potilaassa ja fantomissa antoivat pienempiä annoksia < 21 mGy / 35 fr.
- Potilas synnytti 21 fr. jälkeen
- Käytettävissä olleet lisäsuojat todettiin hyöty/haitta –analyysissä tarpeettomiksi
  - Lyijyessuviritelmä jäi ”henkiseksi suojaksi”

OYS

Jälkiviisautta

- Varautuminen!
- Olisi hyvä mitata etukäteen eri koneiden vuotosäteilyä/sirontaa
- Suojien testimittauksia etukäteen
  - Materiaali
  - Mikä merkitys suojauksella
  - Valmiita rakennelmia/suunnitelmia
- potilasmittaussuunnitelma

FOR SALE!!

- Vähän käytetty säteilysuoja
- Nyt 3 teräslevyä kahden hinnalla