



# Radiotherapy

*What does the future hold,  
van historie tot  
nieuwe toepassingen in de komende decennia*

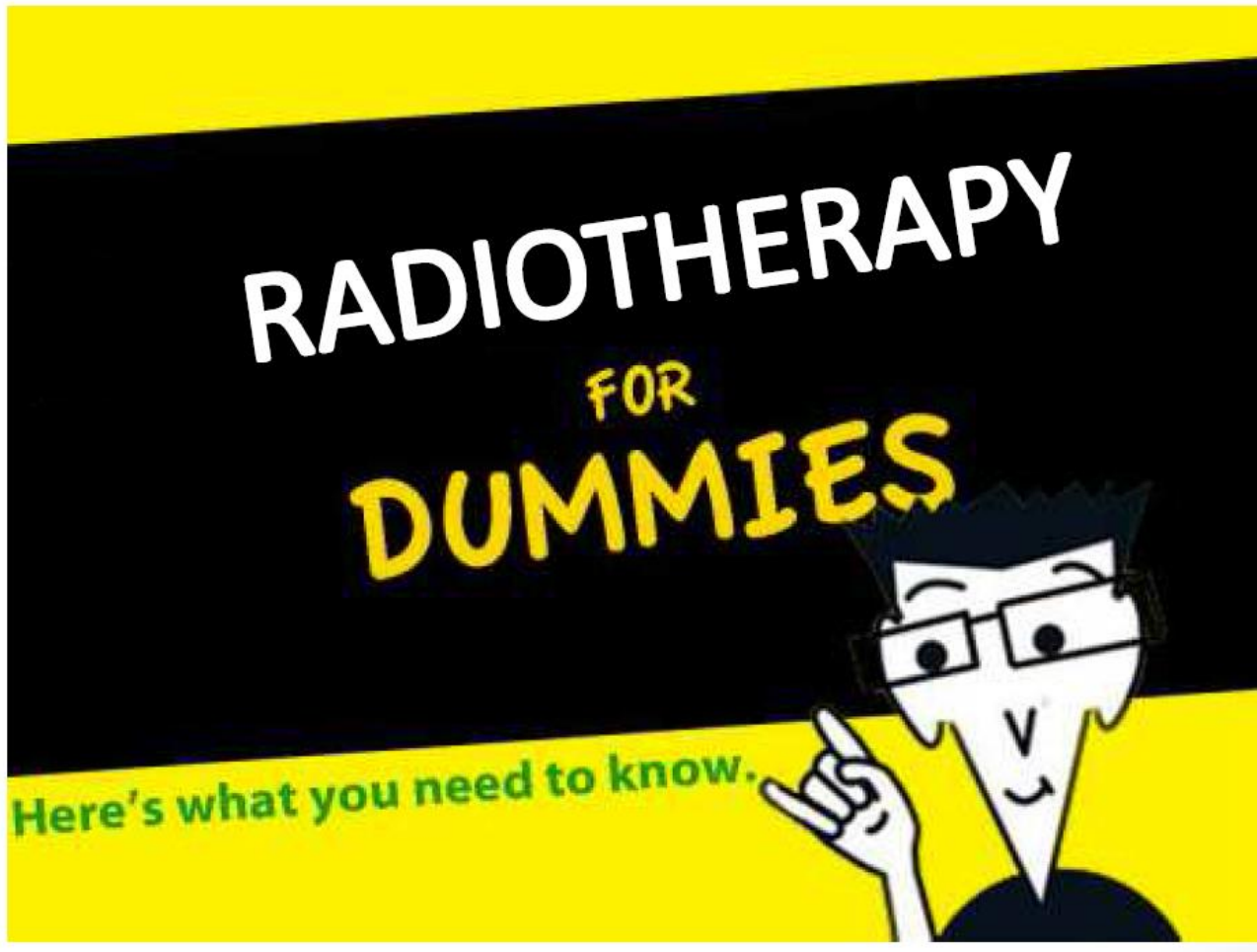
Desi van den Boogaard  
Verpleegkundig Specialist GE Oncologie  
Jeroen Bosch Ziekenhuis  
[d.v.d.boogaard@jbz.nl](mailto:d.v.d.boogaard@jbz.nl)



# Disclosure belangen spreker

Potentiele belangenverstrengeling	
Voor bijeenkomst mogelijk relevante relatie met bedrijven	Geen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sponsoring of onderzoeksgeld</li></ul>	Geen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Honorarium of andere (financiële vergoeding)</li></ul>	Geen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aandeelhouder</li></ul>	Geen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Andere relatie, namelijk...</li></ul>	Geen





**RADIO THERAPY**  
**FOR**  
**DUMMIES**

Here's what you need to know.





# Radiotherapie

- Wat is Radiotherapie
  - Indicaties
  - Fractionering
  - Bijwerking
- Verschillende technieken
  - Inwendige/uitwendige bestraling
- Nieuwste ontwikkelingen
  - IMRT, Protonen, MRI versneller
  - Protonen NL





# De feiten

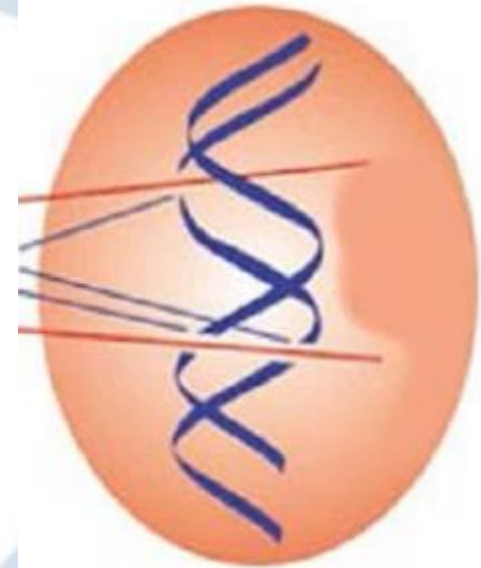
- 60% van de kankerpatiënten komt in behandeltraject in aanmerking voor radiotherapie
- 14% van kankerpatiënten krijgt alleen bestraling
- Orgaan sparend
- De totale kosten voor radiotherapie bedragen slechts 5% van de totale kosten voor de behandeling van kanker





# Basisprincipes

- Ionisatie beschadigt DNA
- Lokale behandeling
- Vernietiging van kankercellen
- Zoveel mogelijk gezond weefsel sparen





# Wat is Radiotherapie

Therapeutisch gebruik van ioniserende straling

Versneller maakt fotonen

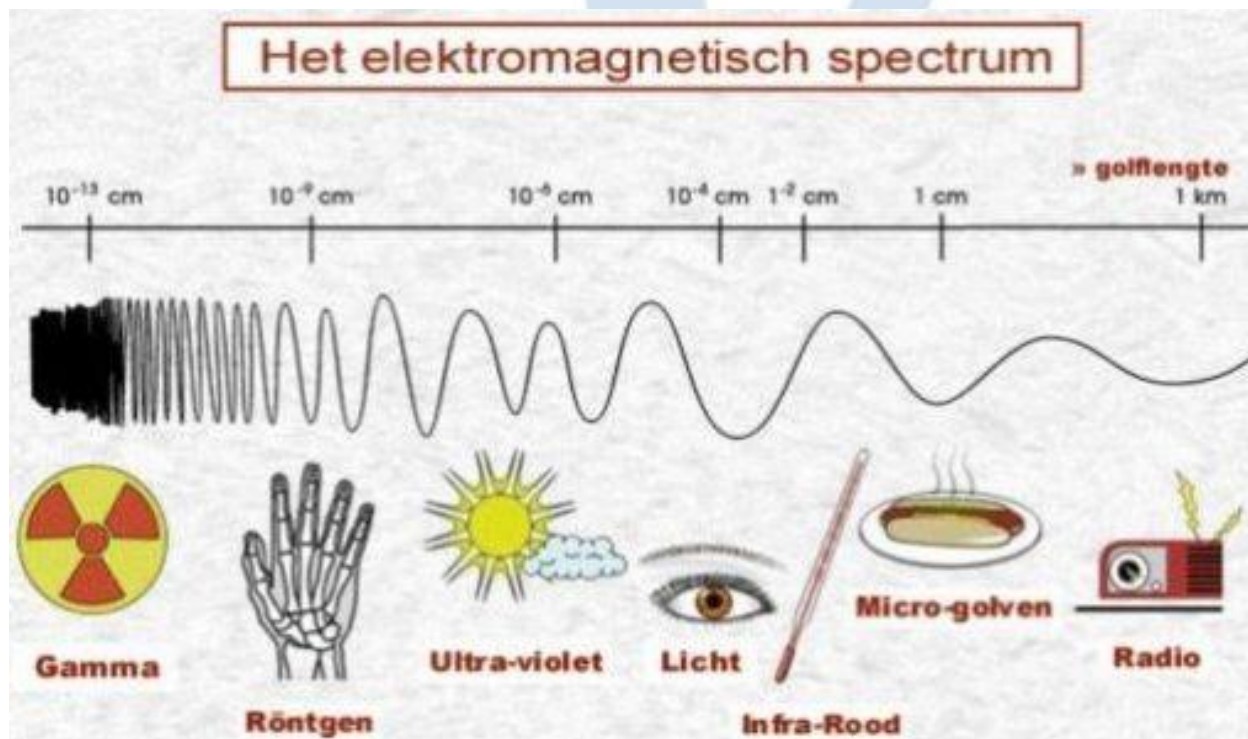
Hogere energie dan bij diagnostische röntgenstralen

Brachytherapie: Radioactieve bronnen (Jodium, Iridium, Ruthenium)





## Het spectrum van elektromagnetische straling:



Kortere golflengte > hogere frequentie > hogere fotonenergie





# Ontwikkelingen in de tijd

Wilhelm Conrad Röntgen 1895  
Ontdekt röntgen stralen



Marie Curie 1898  
Ontdekte polonium en radium  
Overleden tgv leukemie





# Ontwikkelingen in de tijd



1907



1953



Nu





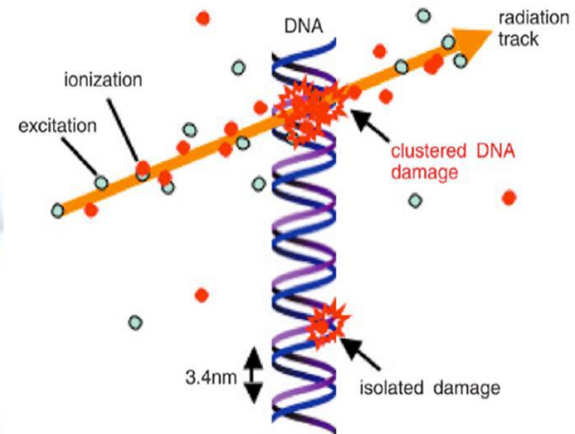
# Radiotherapie

Stralen (fotonen) dringen door in weefsels en richten door ionisatie schade aan in het DNA

Enkel en dubbelstrengsbreuken

Hoge energie 6-15 MV vs 120 KV bij diagnostische straling

→ dus meer schade





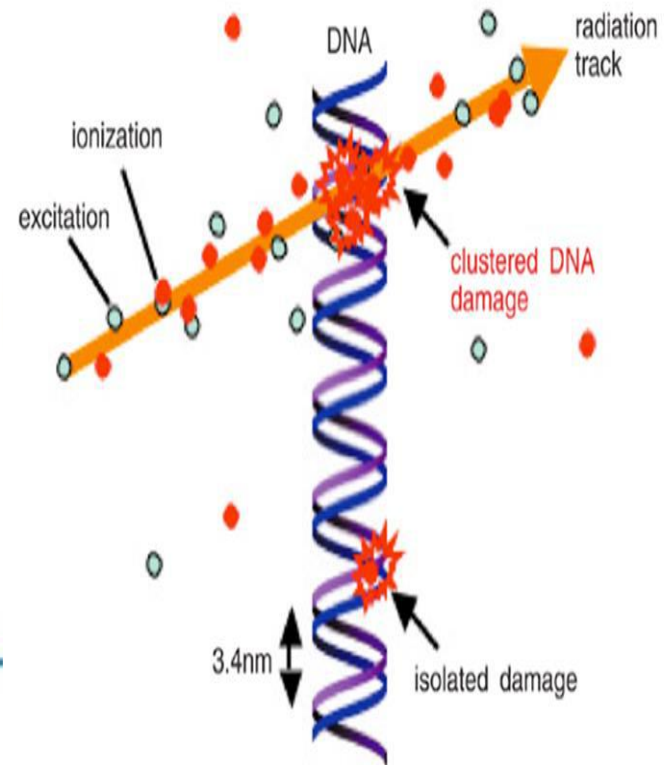
# Radiotherapie

## *Maligne cellen*

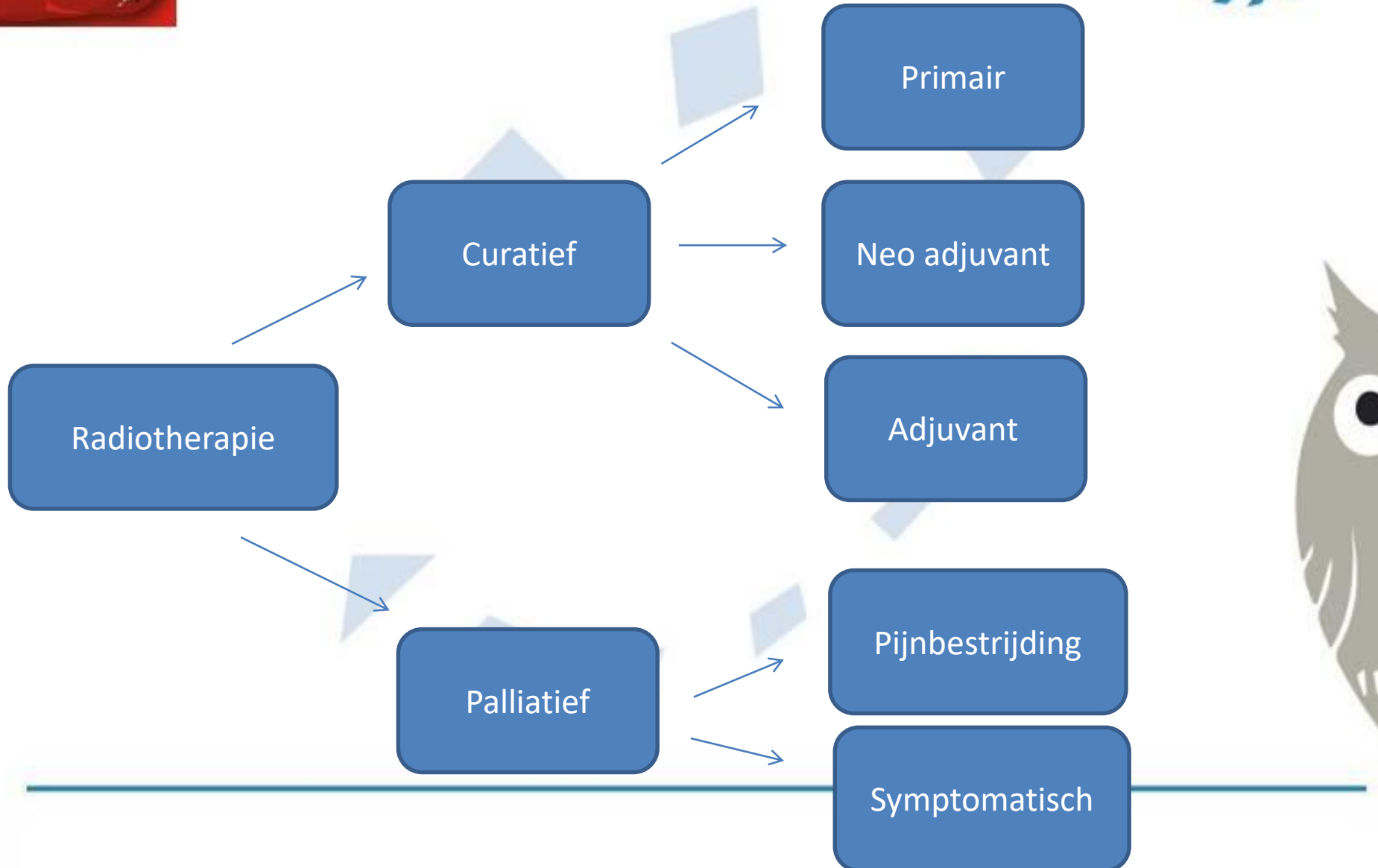
- Zijn gevoeliger voor schade en hebben minder herstelcapaciteit dan normale cellen, omdat het DNA al vele beschadigingen bevat

## *Gezonde cellen*

- Kunnen schade herstellen of nieuwe cellen aanmaken uit de omgeving



# Radiotherapie



# Indicaties radiotherapie

Stichting Oncowijs



	<b>Palliatief</b>	<b>Curatief</b>
<b>Doel</b>	Symptoom controle/QoL	Genezing
<b>Bijwerkingen</b>	Zo kortdurend en min mogelijk	Worden evt. geaccepteerd
<b>Dosis</b>	"Net genoeg"	"Zo veel als nodig of mogelijk"
<b>Fractionering</b>	Hoge dosis per fractie	Lage dosis per fracties
<b>Aantal fracties</b>	1-10 fracties	tot 40 fracties
<b>Behandelduur</b>	Kort (max 2 weken)	Lang (tot 7 weken)
<b>Te herhalen</b>	In principe: ja	Meestal niet



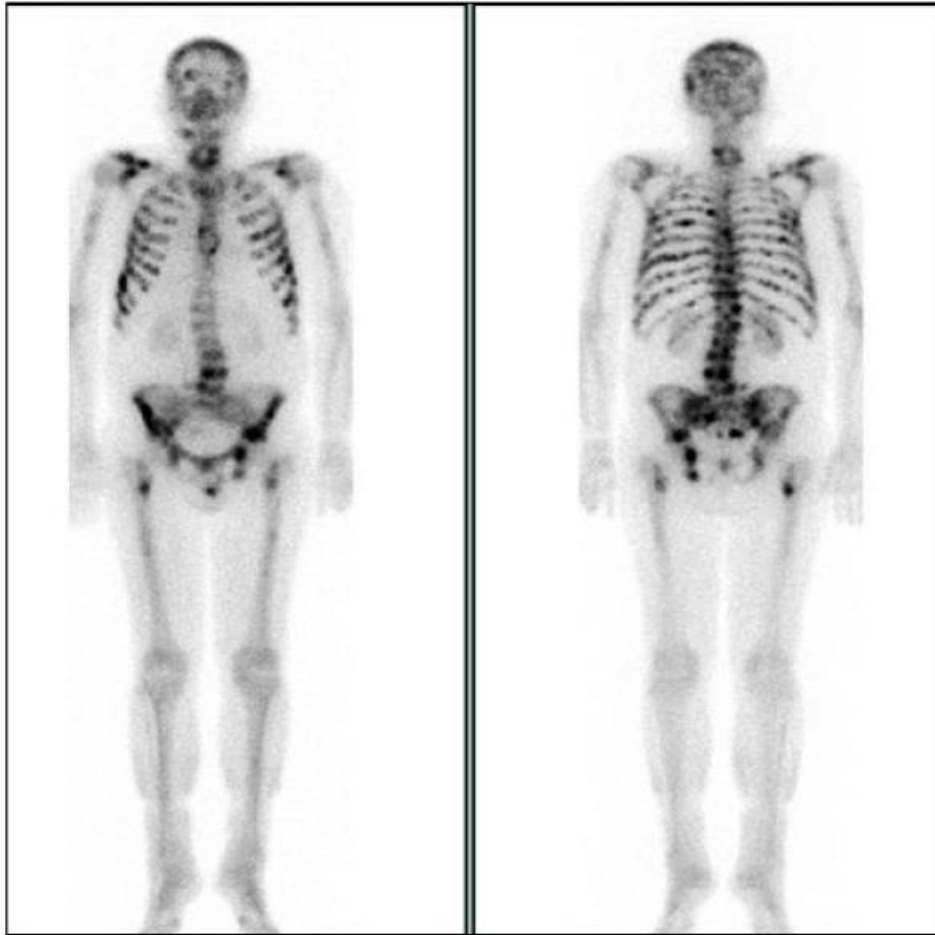
# Voorwaarden palliatieve radiotherapie



- Te pallieren klachten
- WHO performance status 0-2
- Redelijke levensverwachting (langer dan enkele weken/maanden)
- Kort schema/een schema met een maximaal palliatief effect en zo min mogelijk bijwerkingen



# Palliatieve radiotherapie



Pijn in verband  
met botmetastasen





# Palliatieve radiotherapie

## Dreigende dwarsleasie

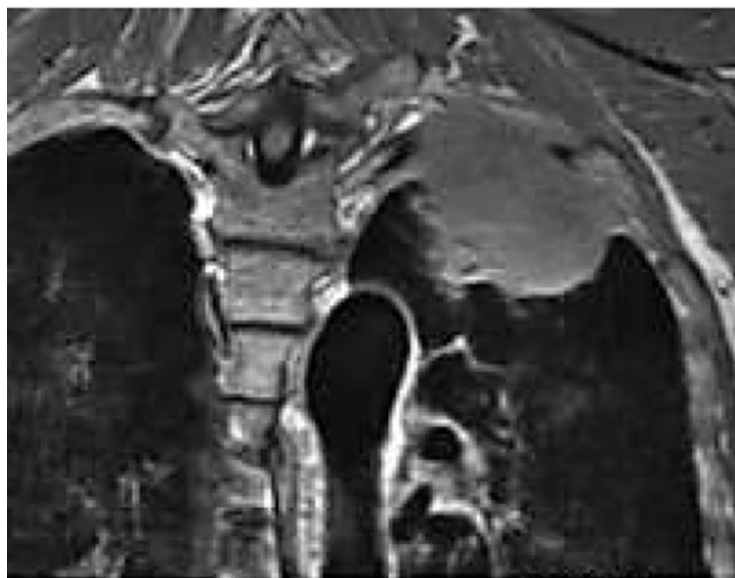


Vena Cava Superior Syndroom



# Palliatieve radiotherapie

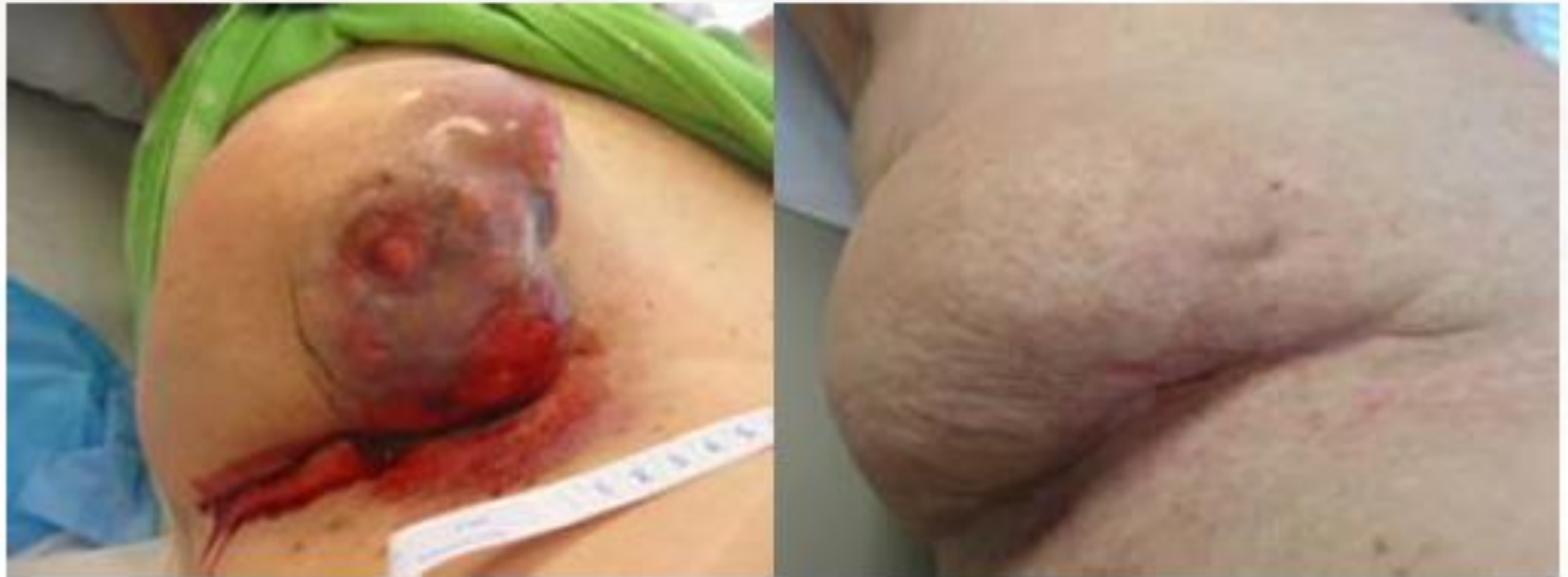
Pijn door lokale doorgroei



- 93 year-old woman
- Bilateral breast cancer
- Long history of declining recommended treatment
- Symptomatic breast tumor









# Radiotherapie

- Hogere dosis = betere tumorbestrijding, maar:
- Hogere dosis = ook meer schade aan gezond weefsel

## *Fractionering*

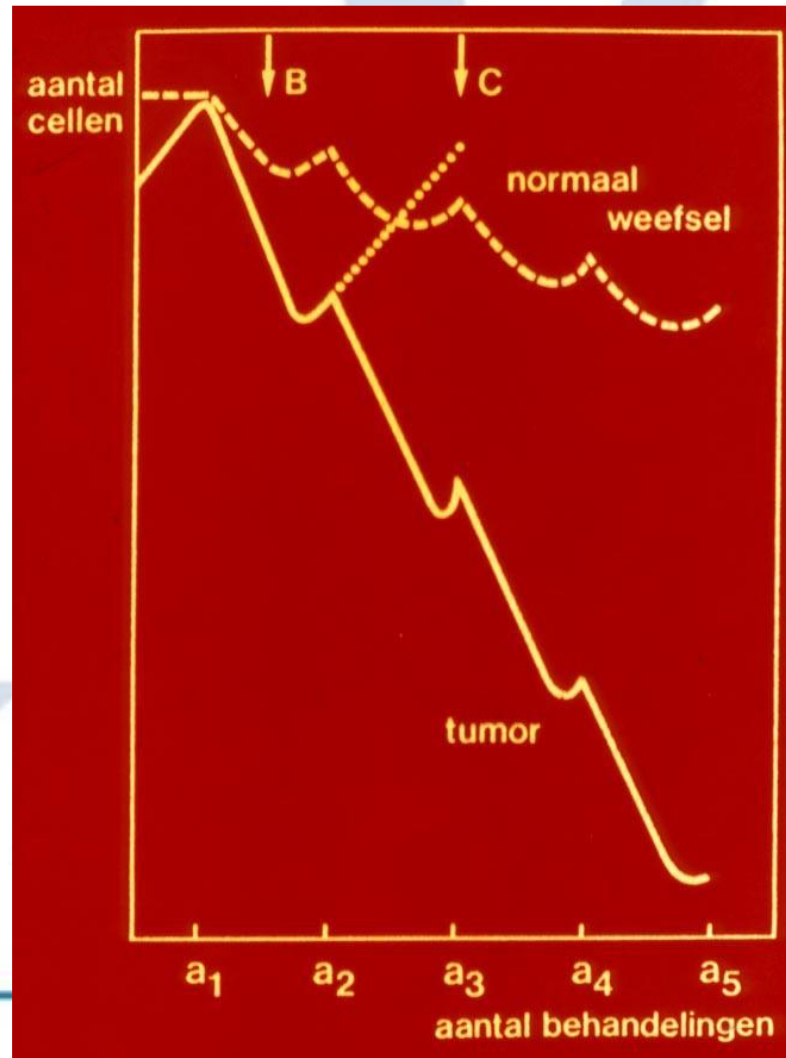
Opdelen van de dosis in meerdere kleinere porties, hierdoor beter herstel van gezond weefsel mogelijk

---





# Fractionering





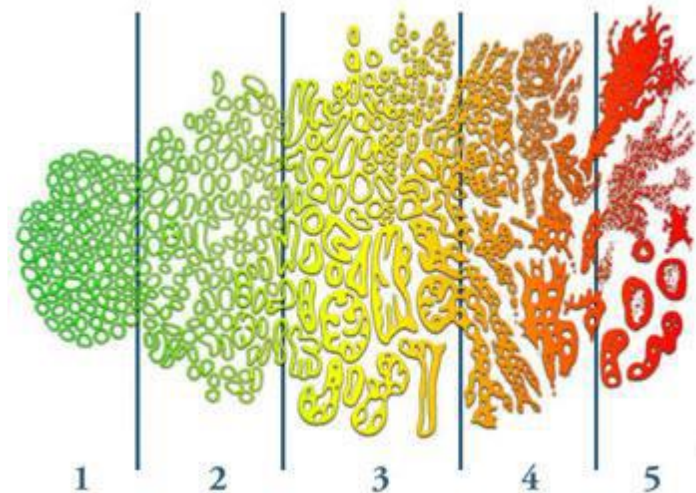
# Radiotherapie

- Effect van bestraling → totale dosis en het aantal fracties bepaald door:
    - Histologie en graad
      - Verschillende tumorsoorten, verschillende gevoeligheid
    - Tumorgrootte, locatie en gezond weefsel in de omgeving
      - Groter = meer cellen = meer dosis
    - Leeftijd en algehele conditie
      - Kans herstel bijwerkingen en afronden van de behandeling
    - Intentie curatie of palliatie
- 





- Basis gaat uit van 2 Gy per fractie per dag
  - Verschillende schema's
    - 35 x 2 Gy
    - 16 x 2,66 GY
    - 5 x 4 Gy
    - 1 x 8 Gy





# Stralingsgevoeligheid

## Gevoelig

- Testiscarcinoom
- Ziekte van Hodgkin
- Sommige kindertumoren

## Redelijk gevoelig

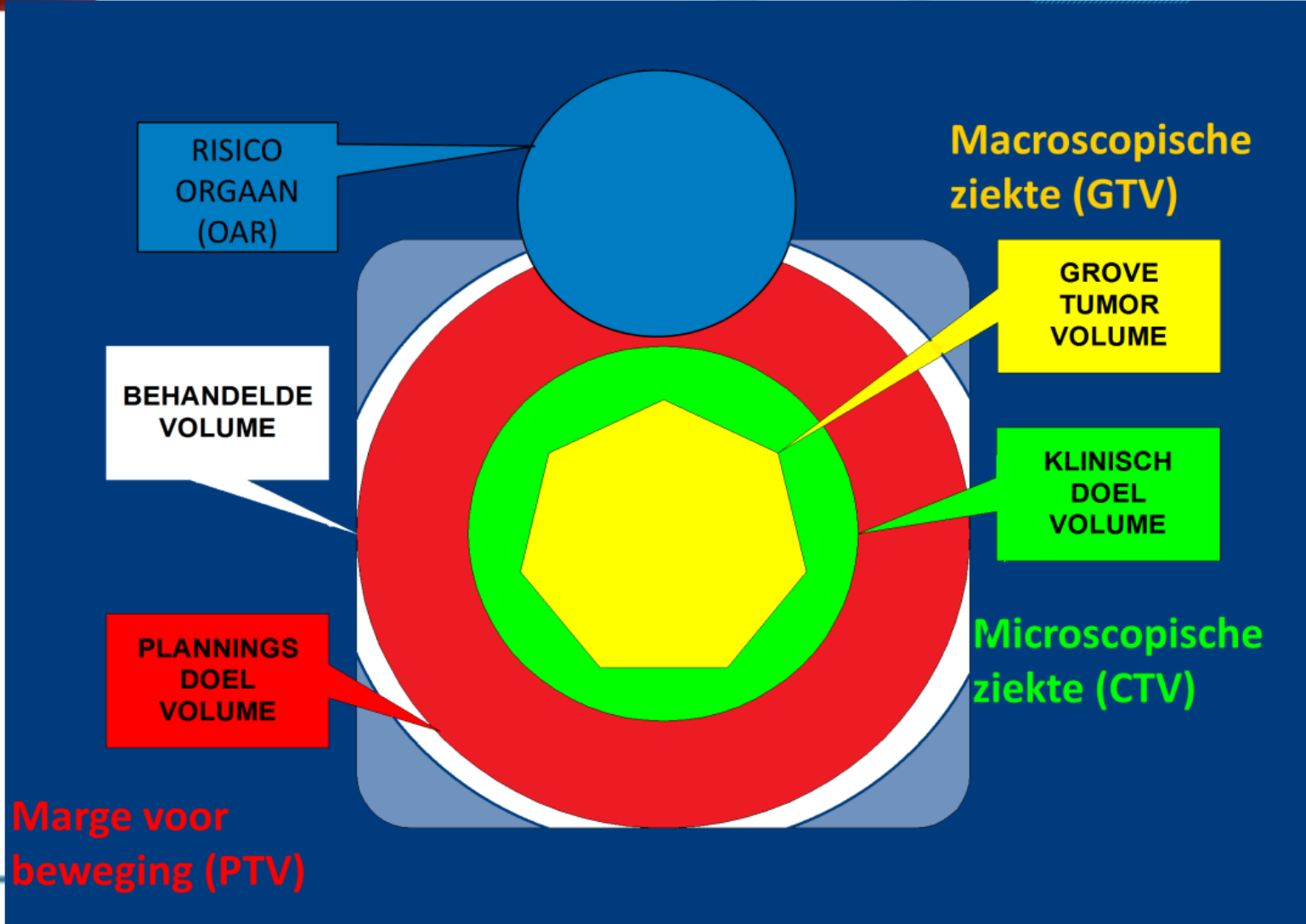
- hoofd/hals tumoren
- Mammacarcinoom
- Cervixcarcinoom
- Blaascarcinoom
- Rectumcarcinoom

## Matig tot slecht gevoelig

- Tumoren uitgaande van zenuwstelsel
- Wekedelen tumoren



# Doelvolumina

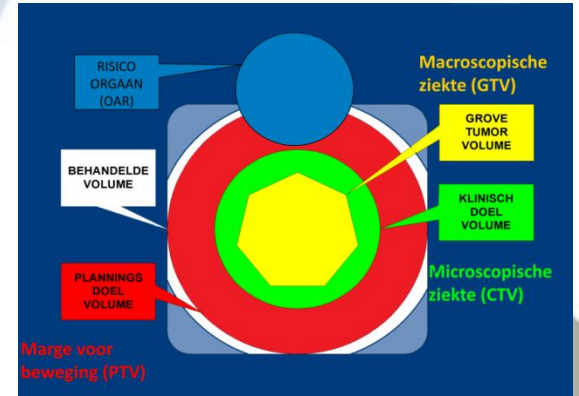




# Brachytherapie

## Inwendige bestraling

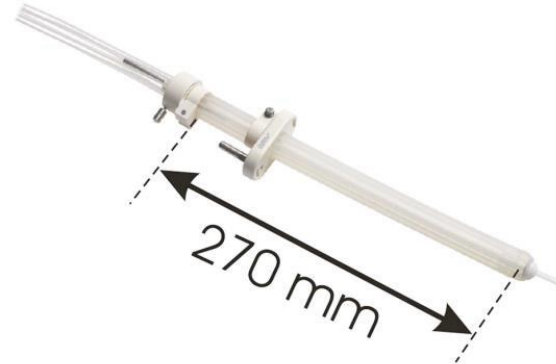
- Voordeel
  - Applicator dicht op tumor (geen PTV)
  - Stijler dosis afval
    - Hoge dosis tumor
    - Lage dosis omliggende weefsel
- Nadeel
  - Radioactieve bron(nen) (Jodium, Iridium)
    - Stralingshygiene
  - Invasief
    - Belastend voor patient
    - Intensief voor hulpverleners





# Brachytherapie

- Iridium
  - Fletcher applicaties cervix
  - Vaginale cilinders
  - Oesphagus sonde
- Jodium
  - Prostaat implantaties
- Intra-operatieve radiotherapie
  - Mammatumoren
  - Rectumtumoren



## Lip Implant





# Brachytherapie

- Vroeg ontwikkelde techniek, principe onveranderd
- Verbetering gericht op patiënt comfort, stralingshygiëne en visualisatie doelgebied
  - MRI gestuurde beeldvorming
  - Uitbreiding applicatoren





# Teletherapie

- Uitwendige bestraling
- Voordeel
  - Snel, makkelijk uit te voeren
- Nadeel
  - Straling moet door het lichaam heen om bij de tumor te komen
    - Altijd extra dosis in omliggende gezonde weefsels
  - Bewegelijkheid van patiënt en tumor/organen







# Specifieke zorgproblematiek radiotherapie

- Korte en lange termijn effecten
- Huid
- Lokale bestralingsproblemen
- Psycho-sociale problemen





# Nieuwste ontwikkelingen



## Doel

*Hogere dosis en/of lagere dosis in omliggende weefsel*

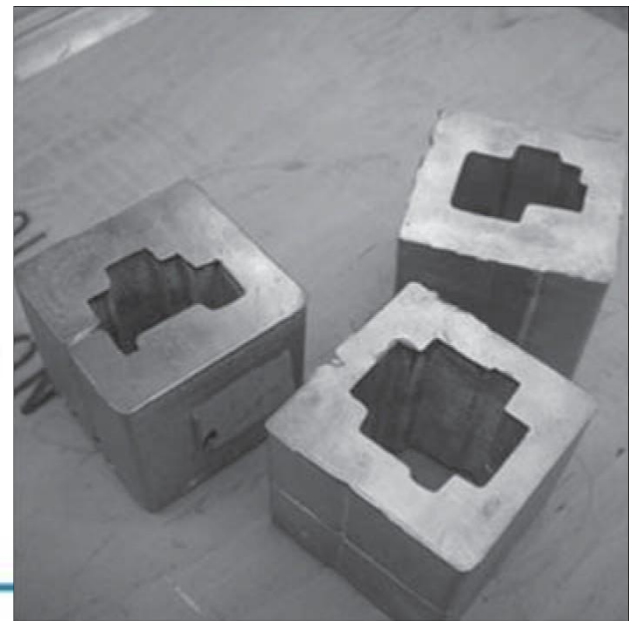
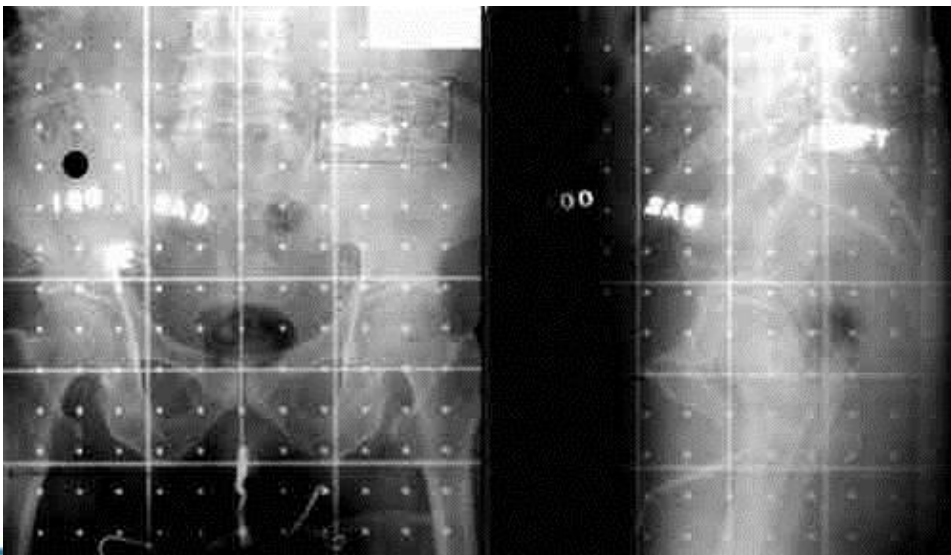
- Vorm van doelgebied zo precies mogelijk namaken met stralingsbundel
  - IMRT, VMAT, Protonen
- Tumor/orgaan volgen tijdens de behandeling
  - Online, markers, MRI, ademhaling





# Conventionele 2D velden

- Afdekken met zwaar metaal
- Rechte velden
- Simulator met conventionele röntgenfoto's



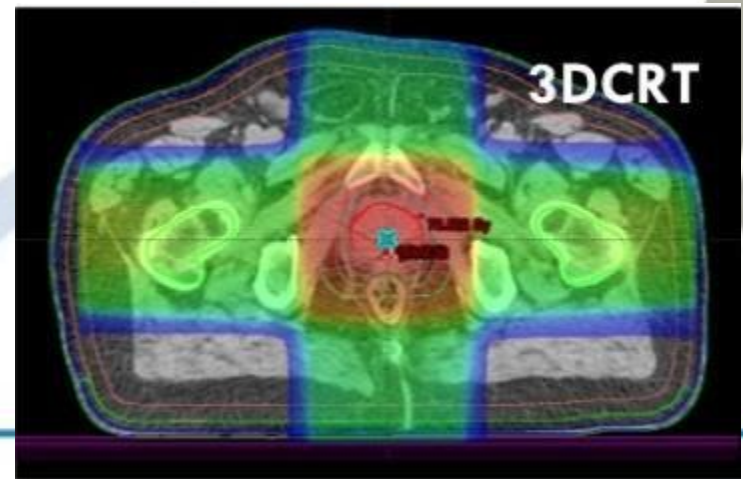


# 3D planning

- Geen afdekking maar schuifjes (leaves) om veld te vormen
- Homogene dosisverdeling, rekening houdend met verschil in omvang



CT Simulator

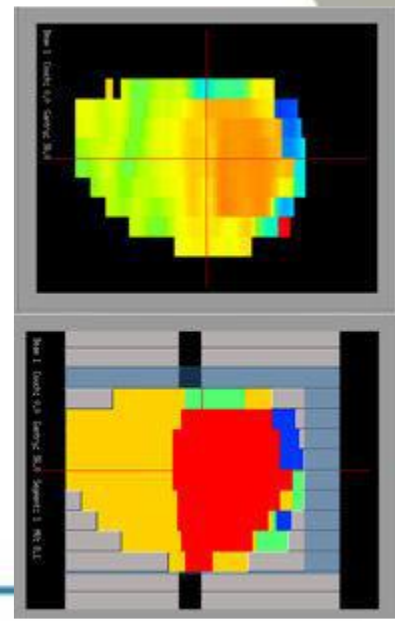
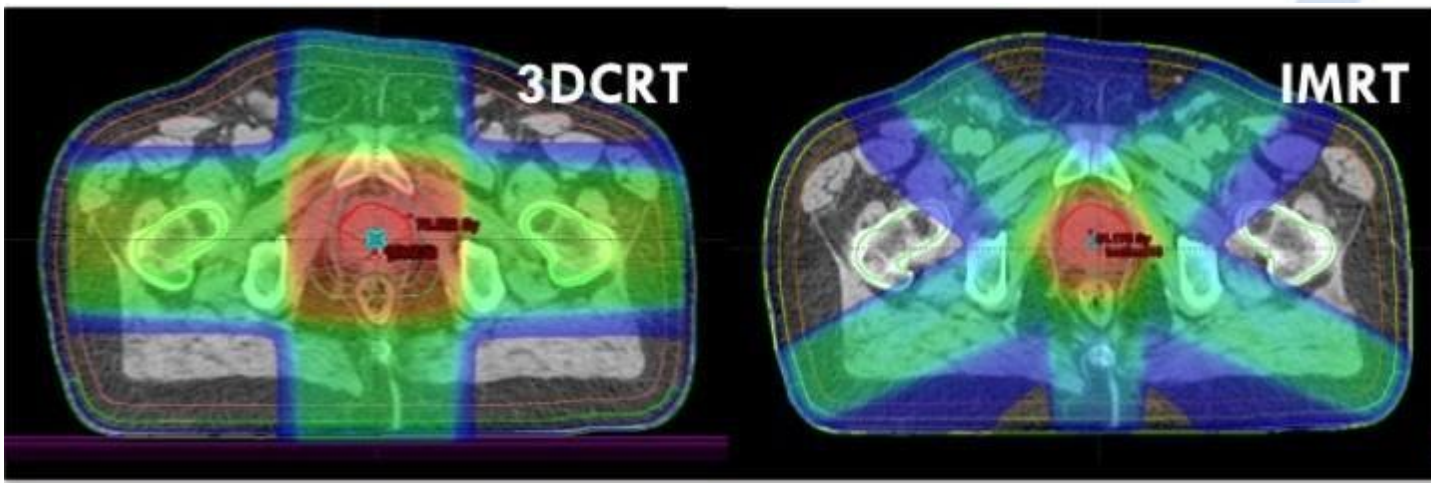




# IMRT

Intensity Modulated Radiation Therapie

- Meer velden uit verschillende richtingen
- Leaves schuiven in en uit tijdens bestraling
- Intensiteits gemoduleerde radiotherapie





# Vormen van IMRT: VMRT, Tomotherapie

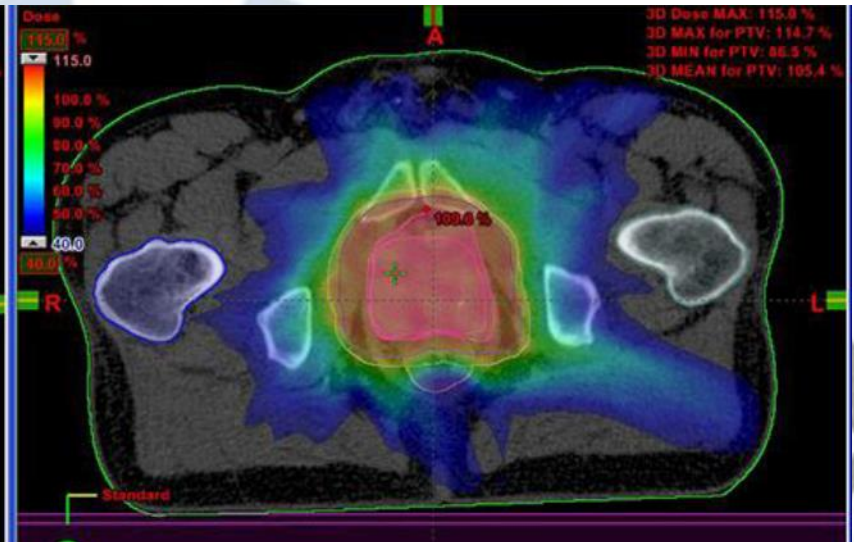
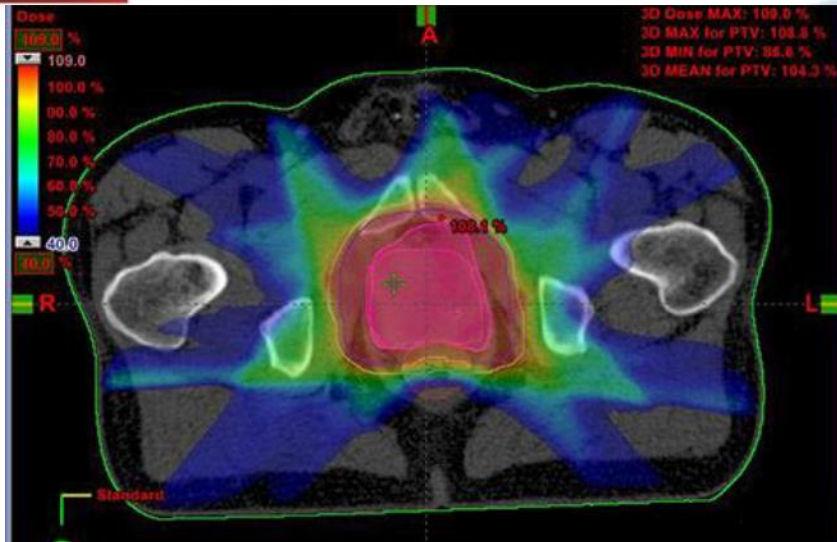


- VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapie) : bestralingskop draait om de patiënt tijdens de bestraling
- TOMO: bestralingskop draait als een helix om patient
- Nog meer precisie en snelheid



# IMRT

# VMAT

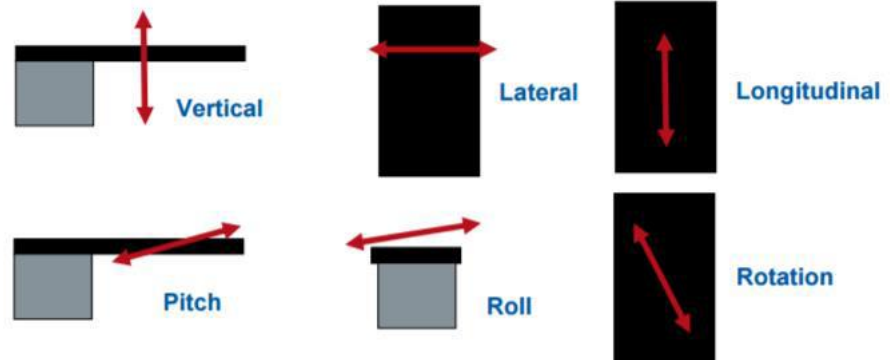
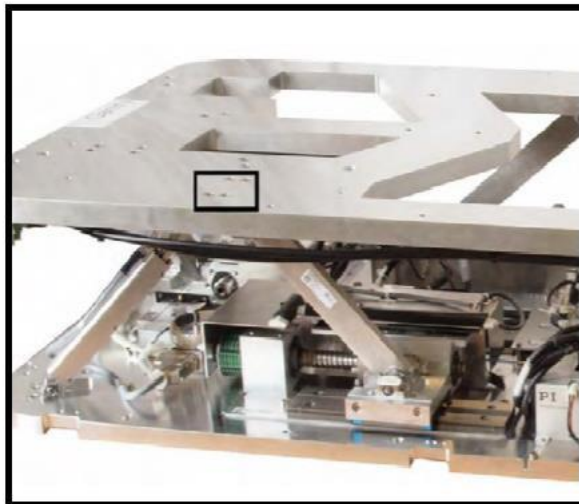




# Tumor/orgaan volgen tijdens bestraling

## Image Guided Radiotherapy IGRT

- Beelvorming voorafgaand aan fractie
- Correctie met tafel
- Markers voor zichtbare tumor





# IGRT met MRI

- Met MRI meer contrast tussen weke delen
  - Veel tumoren of risico organen beter zichtbaar dan op CT
  - Technisch lastig te combineren met bestralingstoestel
  - 2 varianten beschikbaar in NL
    - MRIdian 0.35 Tesla MRI, 3 cobalt bronnen (VUMC)
    - MRI-versneller 1.5 Tesla MRI, lineaire versneller (UMC Utrecht/NKI)
- 





# IGRT met MRI

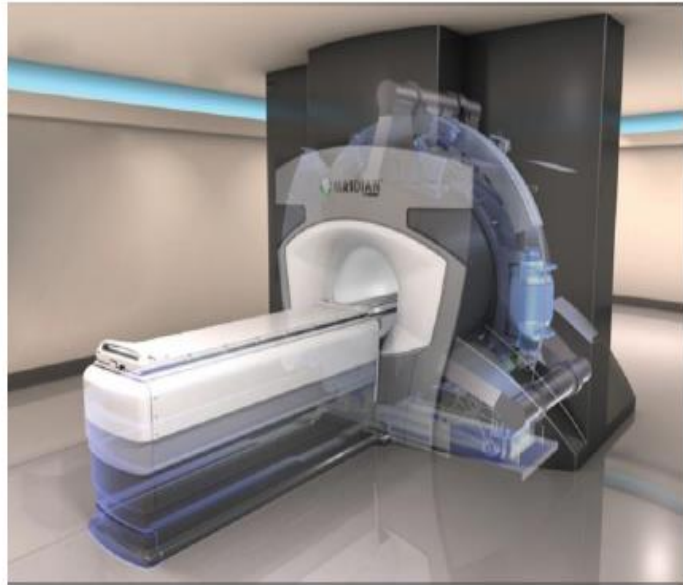
- Tumor te volgen tijdens radiotherapie (met ademhaling)
- Zo nodig plan aanpassen (kost nu veel tijd)
- Nieuwe techniek
- Studies nodig om nut aan te tonen en extra kosten te rechtvaardigen



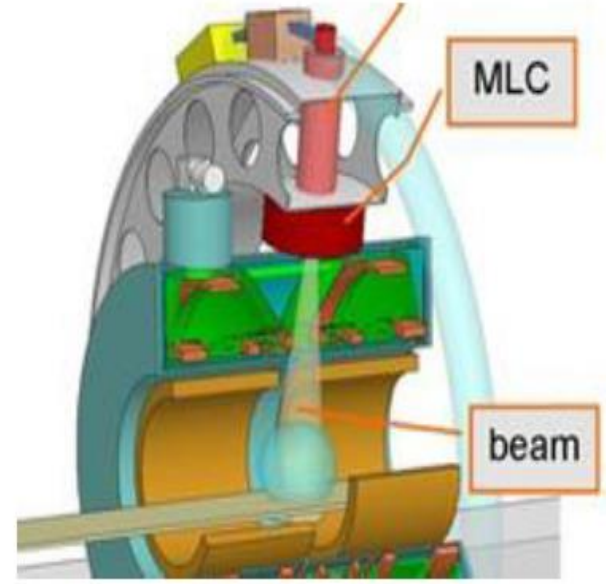


# IGRT met MRI

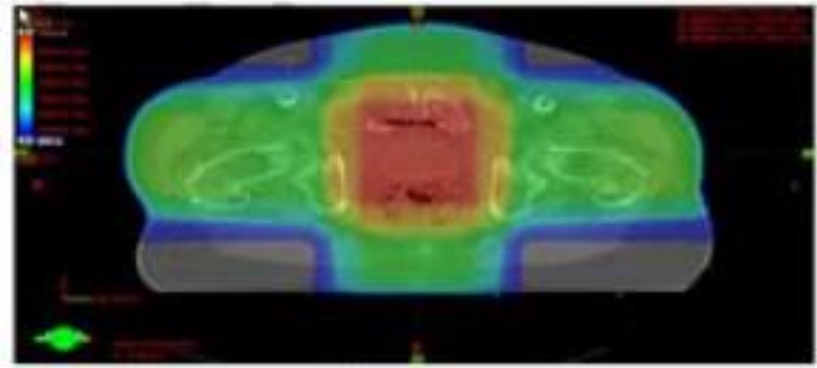
**MRIdian**



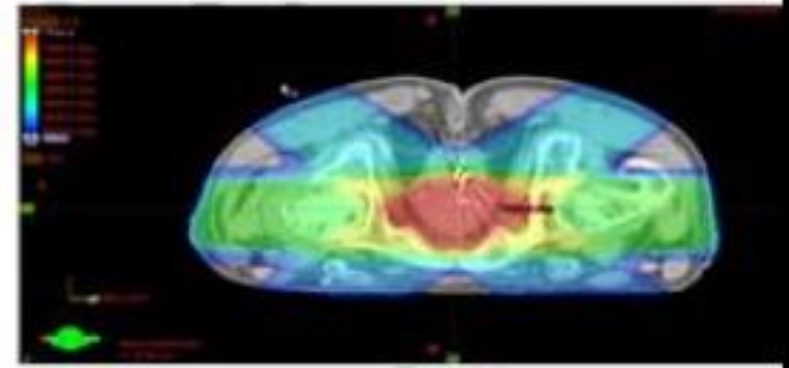
**MRI-versneller**



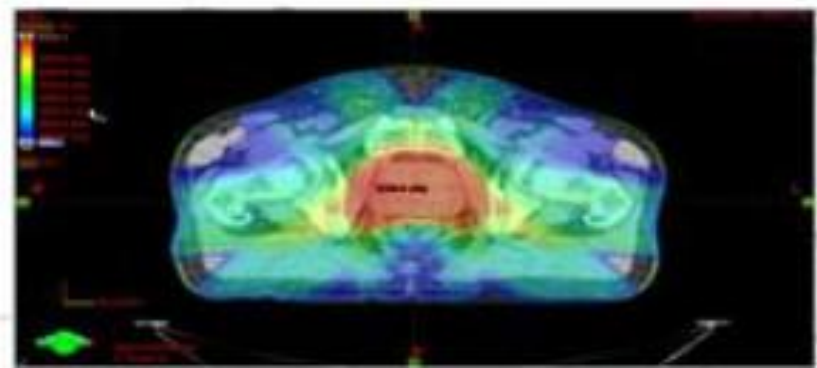
2D RT



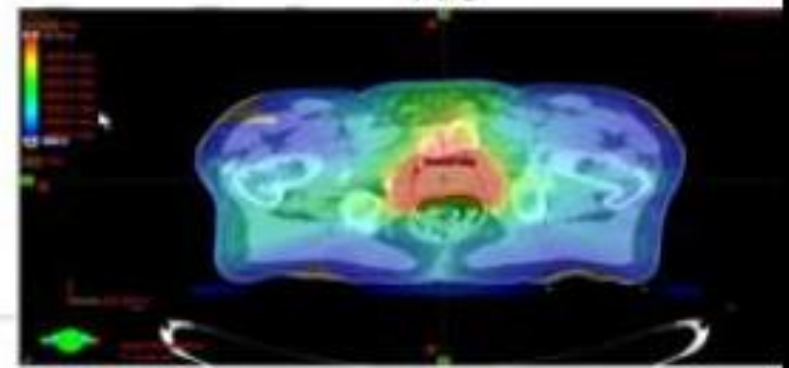
3DCRT



IMRT



Rapid Arc



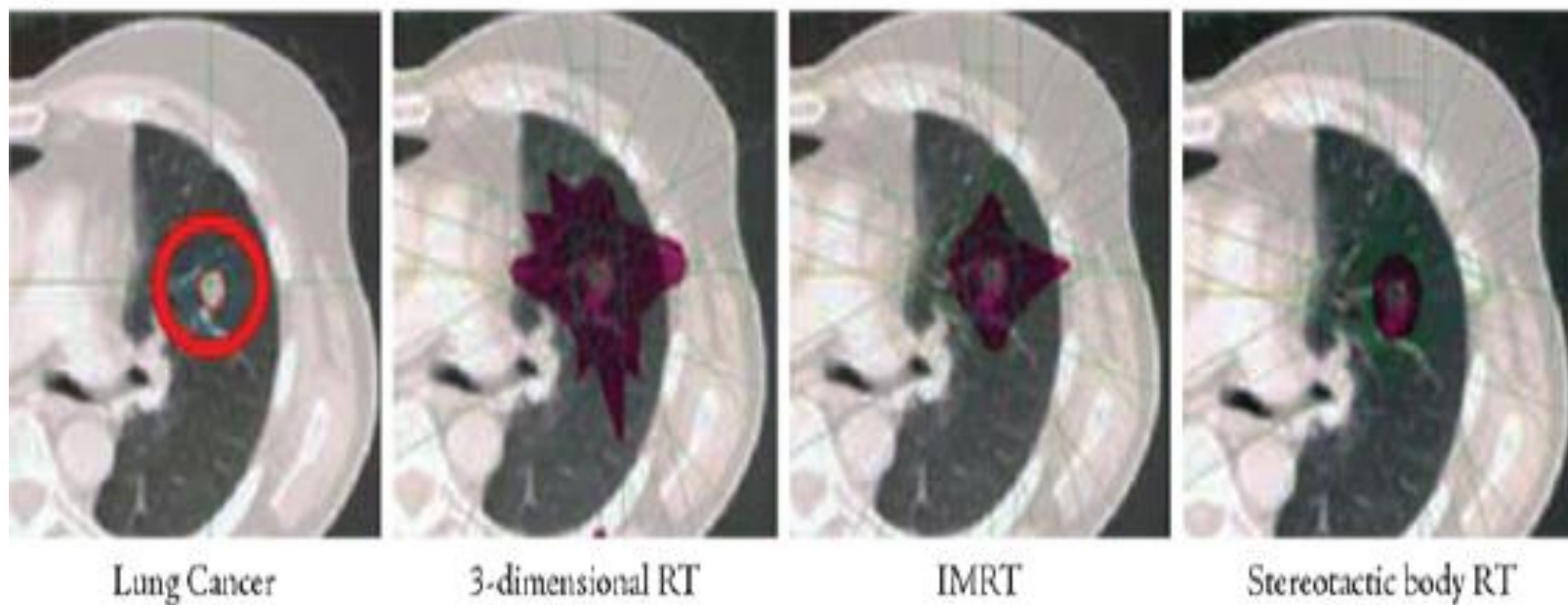


# Stereotaxie

- Combinatie van:
  - Conformele dosis & kleine PTV marge
  - Veel kleine bundels uit verschillende richtingen
  - Extra fixatie strak masker/matras
  - Online correctie voor verschuivingen
  
- Meestal kleine doelgebieden, zonder electieve gebieden



Figure 1





# Vormen van stereotaxie

## CyberKnife

- Kleine 6 MV versneller op robotarm
- Veel hoeken en bundels mogelijk
- Correctie voor ademhaling
- Extra fixatie met matras
- Klein aantal fracties



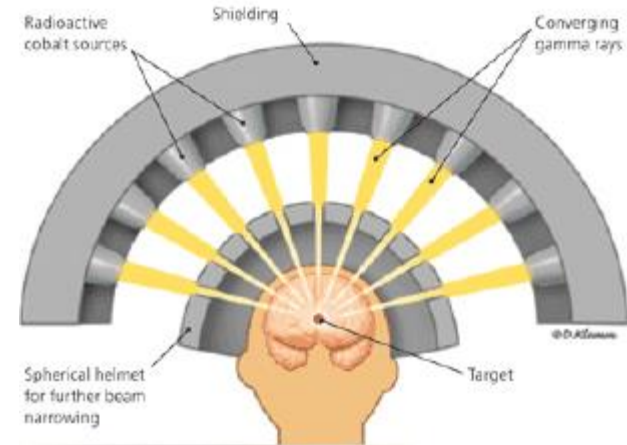




# Vormen van stereotaxie

## Gamma knife

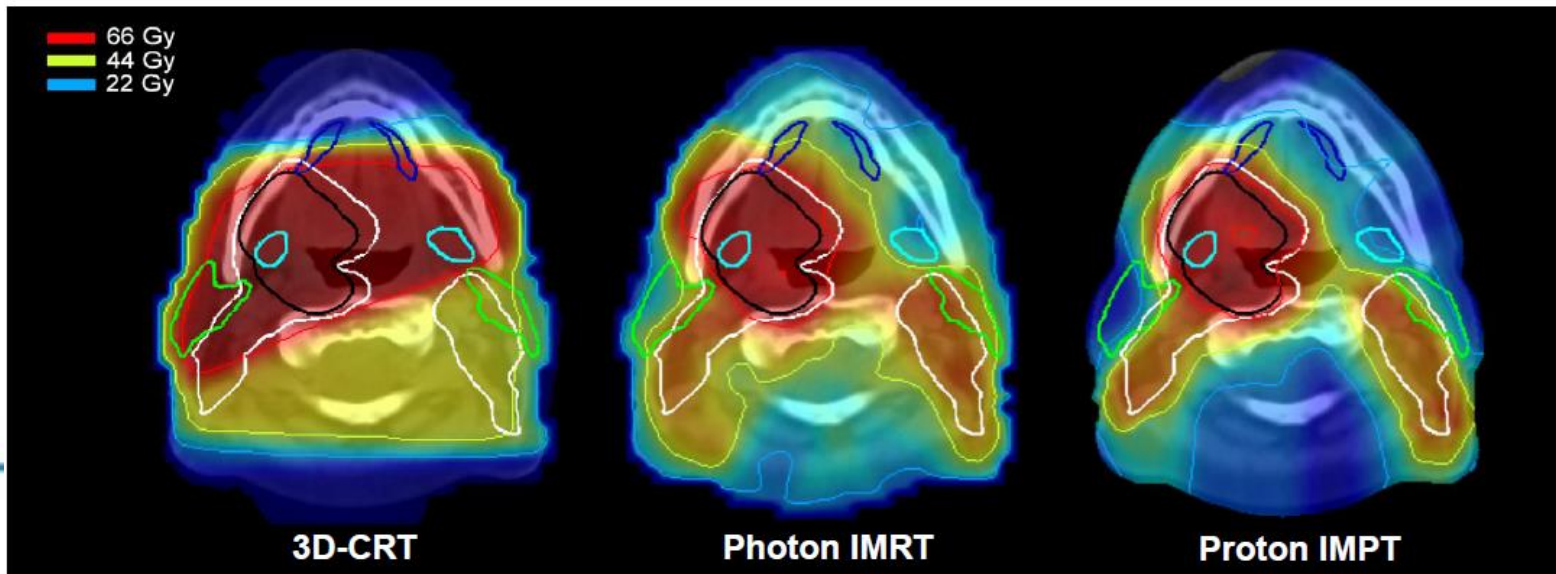
- Cobalt-60 bronnen
- Invasief frame
- Radiochirurgie, eenmalig hoge dosis
- Intercraniele tumoren
  - Hypofyse, brughoek, metastasen





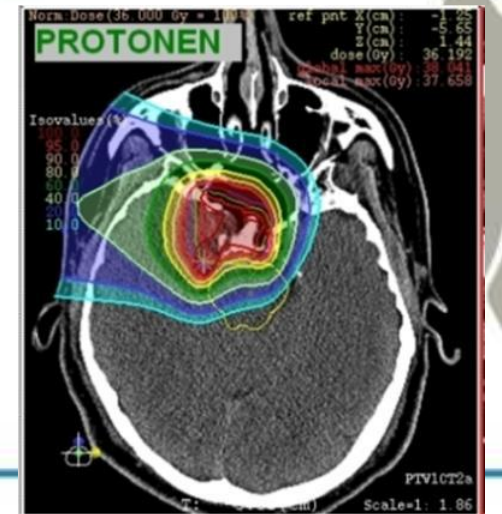
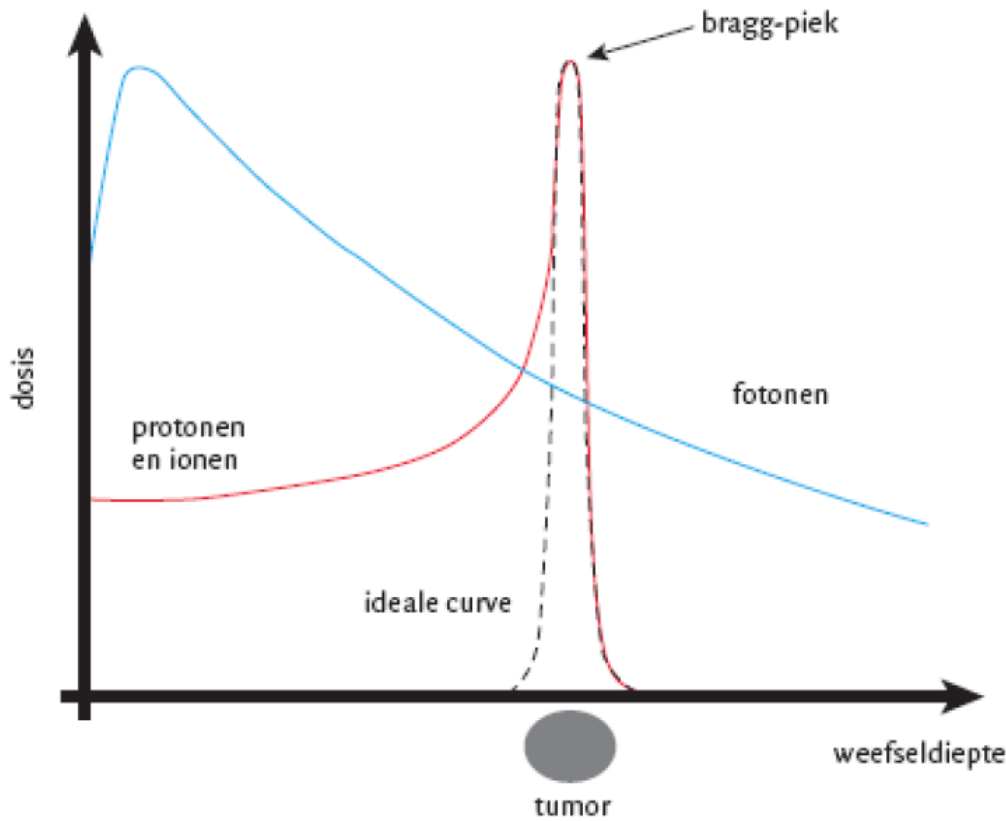
# Protonen

- Nog conformeler
- Geen uittredende dosis
- Beter sparing van gezond weefsel
- Beschikbaar in NL sinds kort





# Protonen bestraling





# Indicatie Protonen

Categorie indicatie	Tumorplaatsen
<b>Standaard indicaties</b> Internationaal geaccepteerd	Oogtumoren Schedelbasis & paraspinaal kindertumoren
<b>Potentiele indicaties</b> RCT's nodig	Hoofdhals, hersenen, prostaat en long
<b>Model-based indicaties</b> Bijwerkingen verminderen	Meningeoom, HH, prostaat, blaas, long, mamma, gyn, sarcomen, GI
<b>Preventie secundaire T</b> Vooral bij jonge patienten	Mamma, Hodgkin, testis

→ Standaard indicatie nu buitenlands straks in NL

→ Potentiele indicatie ivm hoge dosis. Effectiever?

→ Model-based indicatie proefplanning via RT afdeling Fotonen versus Protonen

→ Prospectieve database met QoL





# Protonen in NL



- 3 centra (4 vergunningen)
- Samenwerking
- Prospectieve database





# Casus

69 jarig matig vitale vrouw met een gemetastaseerd slokdarmcarcinoom met slikklachten.

Scopie: stenose van de slokdarm nog net doorgankelijk?

Beleid:

- Palliatieve stent
  - Palliatieve brachytherapie
  - expectatief
- 





*Single-dose brachytherapy versus metal stent placement for the palliation of dysphagia from oesophageal cancer: multicentre randomised trial*



Stent (n=108) versus brachytherapie (n=101)

- Slikklachten verbeteren sneller na plaatsen stent
- Beter lange termijn afname dysfagie na brachytherapie
- Stent meer complicaties
- Geen verschil in persisterende of recidief slikklachten
- QoL beter bij brachytherapie
- Kosten gelijk

Holms Lancet 2004





# Casus

Dhr Jans, 67 jaar.

Coloscopie: Rectumcarcinoom op 4 cm ab ano.

Dissiminatieonderzoek:

CT adomen en x thorax → geen metastasen op afstand.

MRI → T3N2M0

Advies MDO: chemoradiatie gevolgd door een operatie.

---







# Casus



Dhr Jans wordt opgenomen ivm toenemende rectale pijn. Is inmiddels gestart met chemoradiatie.

MRI rectum → groot abces

Draineren?



# Casus



72 jarige matig vitale man met gemetastaseerd rectumcarcinoom met ossale metastasen

- Pijn heup rechts
- X femur: grote osteolytische leasie

Beleid:

- Chemotherapie
- Operatie
- Radiotherapie ivm pijn
- Operatie en postoperatief radiotherapie





# Dank voor jullie aandacht





# Referenties

- Czito, B. Meijer, J., (2016). Overview of Gastrointestinale toxicity of Radiation therapy. UptoDate
- Fernandez-Castro M. , Martin-Gill ea, (2017) Effectiveness of semi-permeable dressings to treat radiation induces skin reactions. A systematic review. Eur J Cancer Nov 26 (6)
- Frankel-Kelvin, J. (2010). Radiation therapy. Cancer Basics (p 173-193) Pittsburg; Oncology Nursing Society
- Haas, M.L., Hogle, W.P. Moore-Higgs, G.J. (2007). Radiation a guide to patient care. St Louis.
- Holms, M.Y.V., Steyerberg E.W., Eijkenboom W.M.H., ea. (2004) Single-dose brachytherapy versus metal stent placement for the palliation of dysphagia from oesophageal cancer: multicentre randomised trial. The Lancet Volume 364, Issue 9444, Pages 1497-1504
- Iwamoto, R.R., Haas, M.L. ea (2012) Manuale for radiation oncology nursing practice and education. Pittsburgh Oncology Nursing Society
- Rombouts AJM, Hugen N, Verhoeven RHA, Elferink MAG, Poortmans PMP, Nagtegaal ID, de Wilt JHW. 'Tumor response after long interval comparing 5x5Gy radiation therapy with chemoradiation therapy in rectal cancer patients'. Eur J Surg Oncol. 2018 Mar 27. pii: S0748-7983(18)30986-7.

## Websites

- American Brachytherapie Society (2018) [www.americanbrachytherapy.org](http://www.americanbrachytherapy.org)
- The Radiosurgery Society [www.therss.org](http://www.therss.org)
- Radiologie sSociety of North America [www.rsna.org](http://www.rsna.org)

