

# Kvantitativ SPECT - Dosimetri

---

Johan Blakkisrud

May 23, 2018

Avd. for Diagnostisk Fysikk, Oslo Universitetssykehus

# Innhold

---

Introduksjon

SPECT-kameraet

Fantomstudier - hvor er SPECT nå?

SUV-SPECT og dosimetri

xSPECT

# Introduksjon

---

# Hvem er jeg?

---

- Stipendiat ved Oslo Universitetssykehus (på tredje året)
- Fysiker (egentlig siv. ing.)
- Aldri brukt xSPECT
- Prosjektet jeg jobber i bruker SPECT/CT-bilder av den kvantitative formen

# Kvantitering

---

Kvantitering (verb) - måle, telle. Tilordne til en *kvantitet*

# Kvantitering

---

- Infinitiv (hint: sett å foran)

# Kvantitering

---

- Infinitiv (hint: sett å foran)
  - Kvantitere

# Kvantitering

---

- Infinitiv (hint: sett å foran)
- Presens (hint: hva vi gjør nå)
  - Kvantitere

# Kvantitering

---

- Infinitiv (hint: sett å foran)
- Presens (hint: hva vi gjør nå)
  - Kvantitere
  - Kvantiterer

# Kvantitering

- Infinitiv (hint: sett å foran)
- Presens (hint: hva vi gjør nå)
- Preteritum futurum  
perfektum, Kondisjonalis II  
(hint: hva vi ikke vil si)
- Kvantitere
- Kvantiterer

# Kvantitering

- Infinitiv (hint: sett å foran)
- Presens (hint: hva vi gjør nå)
- Preteritum futurum perfektum, Kondisjonalis II (hint: hva vi ikke vil si)
- Kvantitere
- Kvantiterer
- Ville/skulle ha kvantitert

## Kvantitere ifm. SPECT

---

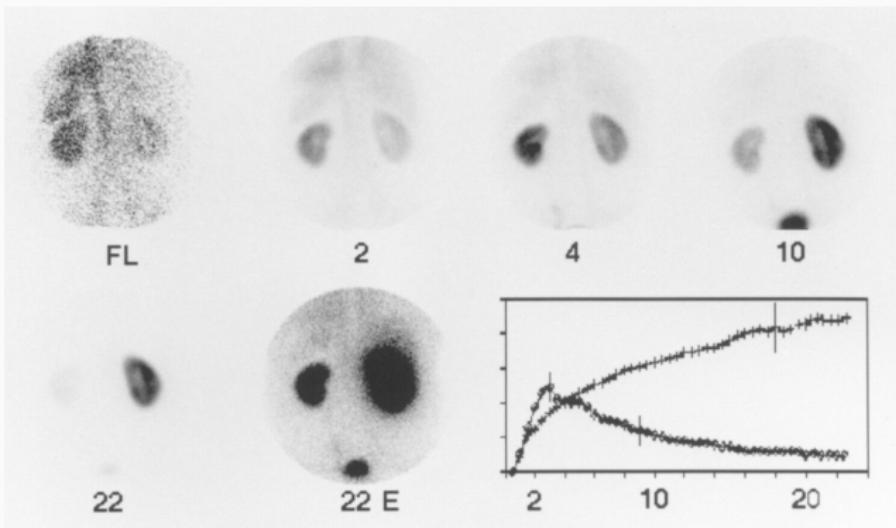
Avbildning der bildene har enhet MBq/ml (eller lignende)

## Et dogme

---

PET er kvantitativt - SPECT er det ikke!

# Relative verdier helt ok?



# Kvantitering åpner opp!

**Terapiplanlegning** Dosering av radionuklideterapi

**Myocard-perfusjonsavbildning**  $^{99m}\text{Tc}$  for å måle  
blodgjennomstrømning i ml/g-min eller  
SUV-SPECT

**Lungescan** Pre-operativ funksjon både ventilasjon og  
perfusjon

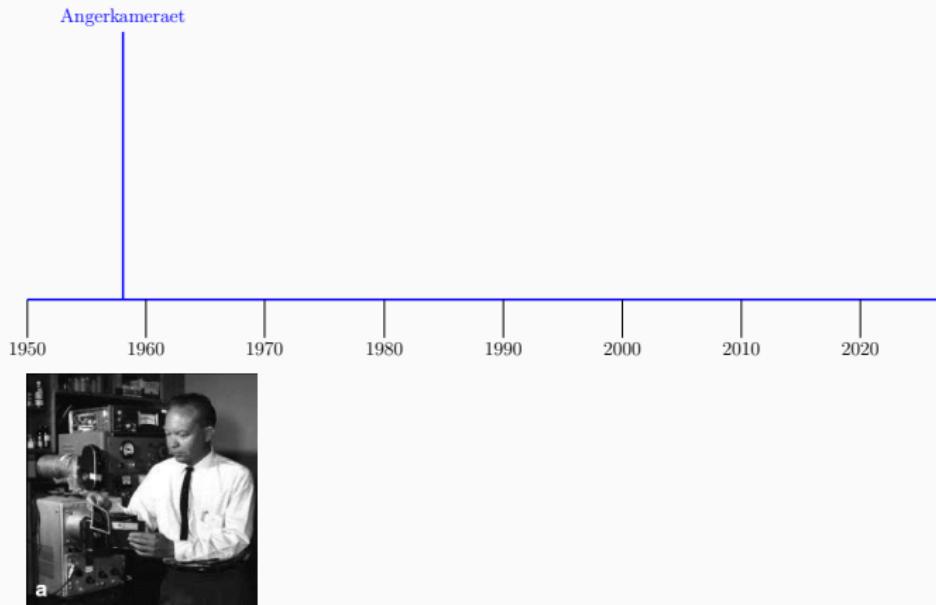
**$^{131}\text{I}$**  Opptak post-terapi for å monitorere effekt

**Biodistribusjon** Utprøving av nye radiofarmaka

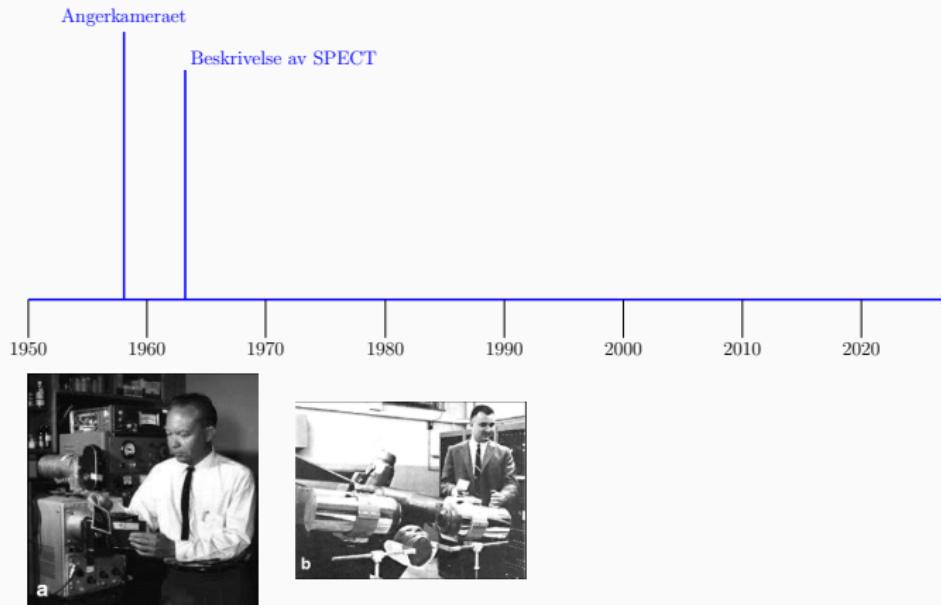
## SPECT-kameraet

---

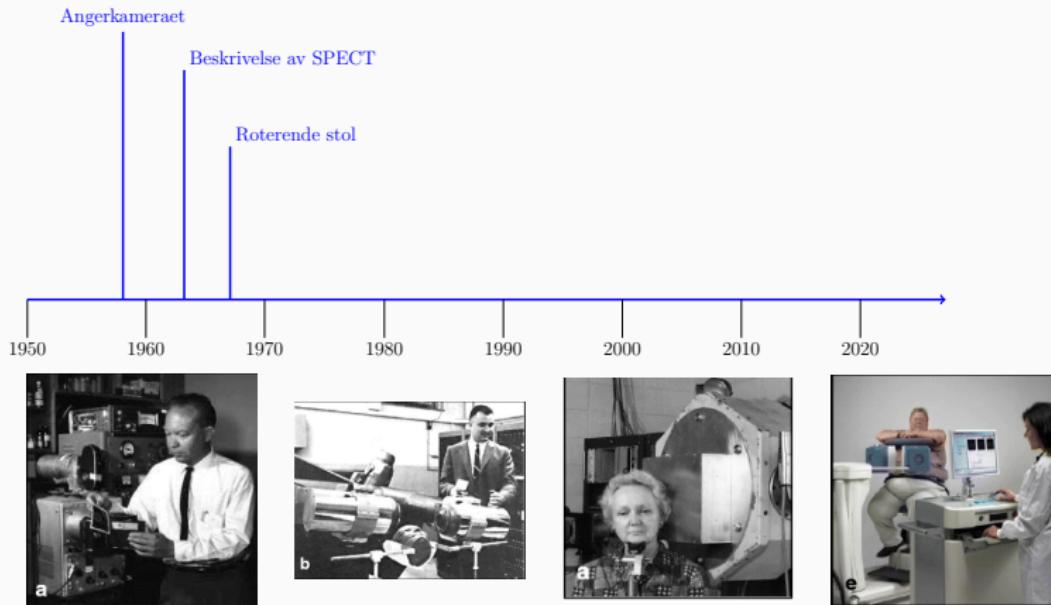
# Et lite tilbakeblikk



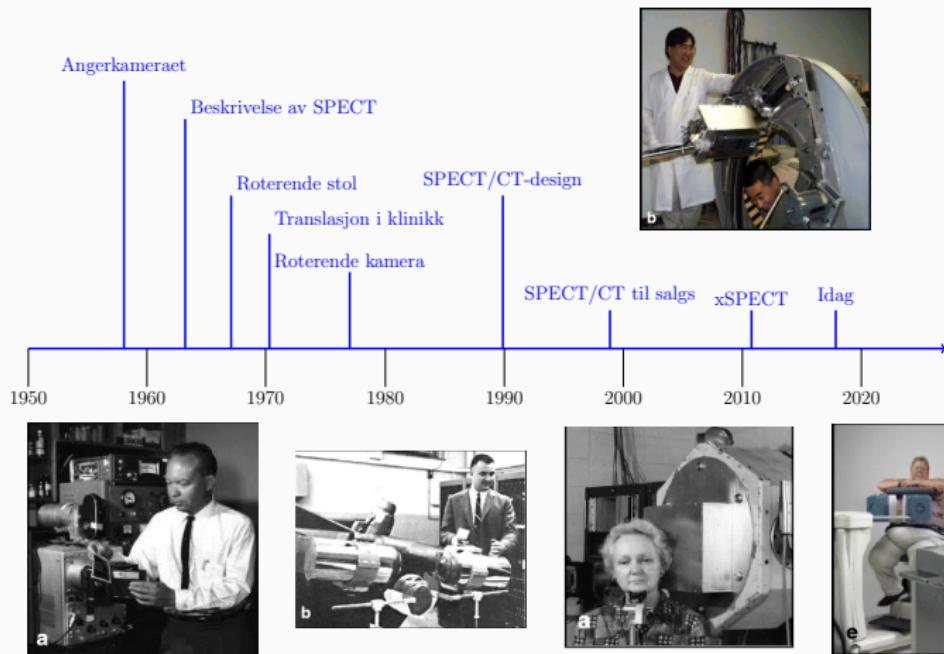
# Et lite tilbakeblikk



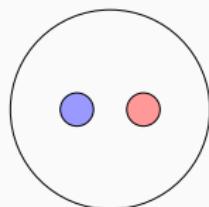
# Et lite tilbakeblikk



# Et lite tilbakeblikk

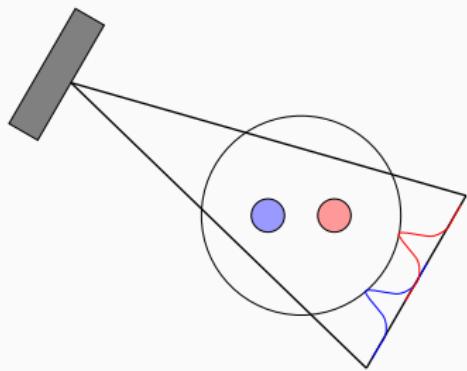


# SPECT-kameraet



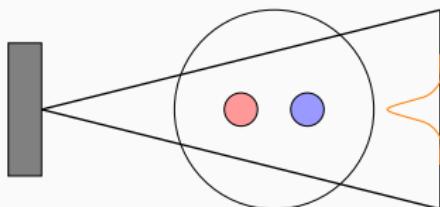
- To radiaktive kilder

# SPECT-kameraet



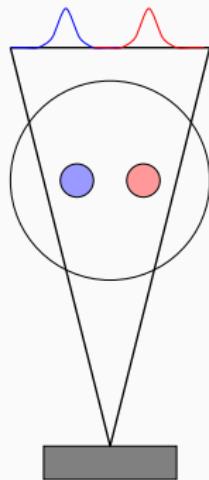
- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde

# SPECT-kameraet



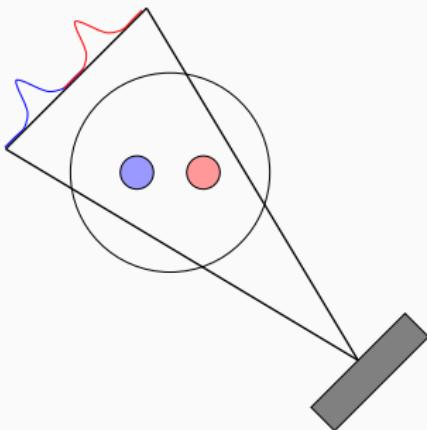
- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde
- Roterer og tar et nytt bilde

# SPECT-kameraet



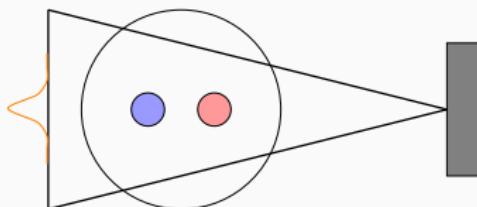
- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde
- Roterer og tar et nytt bilde

# SPECT-kameraet



- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde
- Roterer og tar et nytt bilde

# SPECT-kameraet



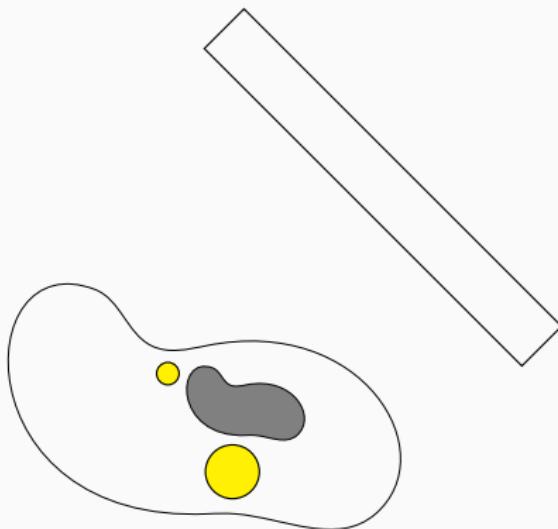
- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde
- Roterer og tar et nytt bilde

## SPECT-kameraet

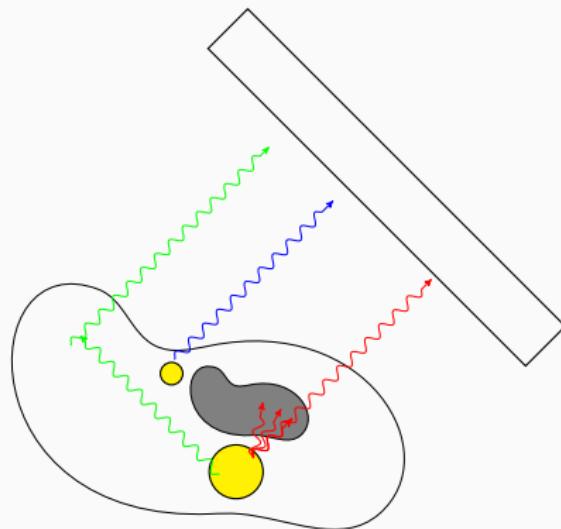
---

Dette er ikke alltid like enkelt!

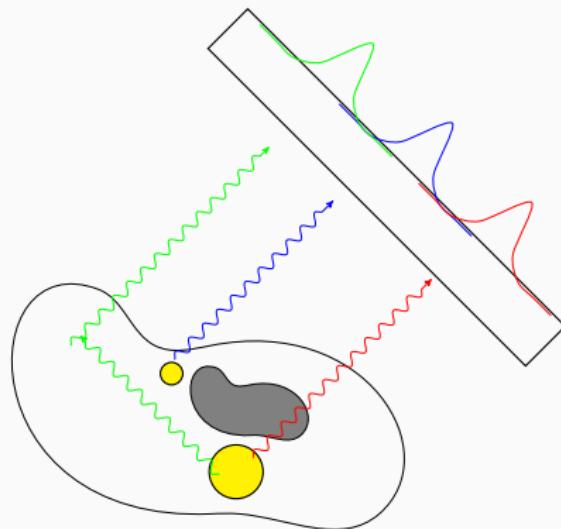
# Attenuasjon og spredning



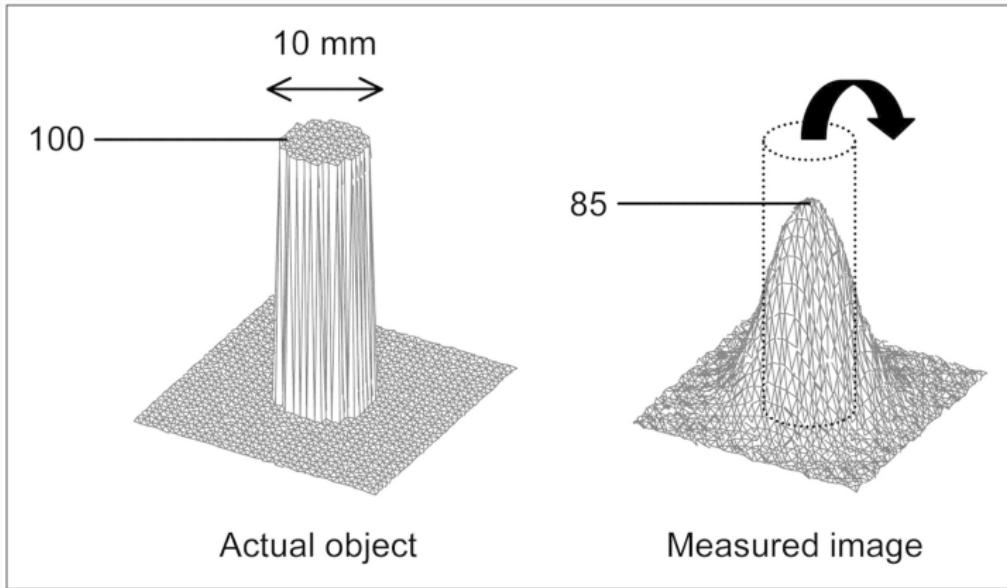
# Attenuasjon og spredning



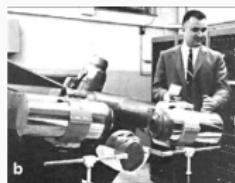
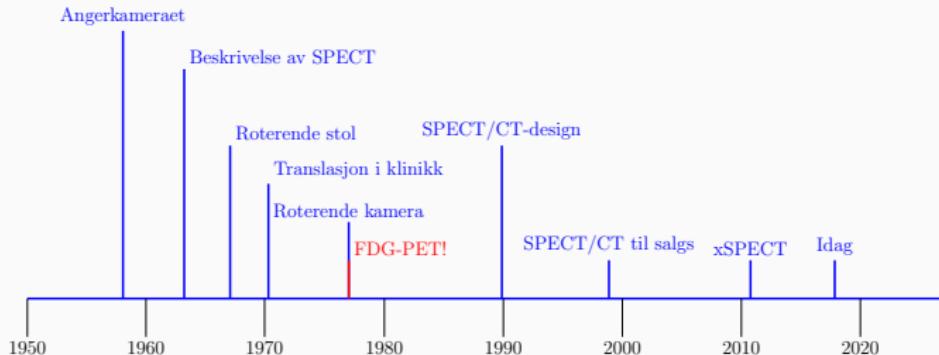
# Attenuasjon og spredning



# Partiell volumeffekt



# PET kvantitativt, men ikke SPECT?



## PET kvantitativ, men ikke SPECT?

- Spredt stråling (var) et større problem (<5 % i tidlig PET, nå 35 - 50 > % for både 3D PET og SPECT)
- PET ble "gjemt bort" i 20 år som forskningsobjekt - kinetikk med arteriell aktivitetskonsentrasjon som input
- Attenueringskorreksjon (var) mer rett frem i PET

## PET kvantitativt, men ikke SPECT?

---

Påstand: Dette leie dogmet er kun historisk begrunnet

## Fantomstudier - hvor er SPECT nå?

---



# Fantomstudier

---



# Fantomstudier



Hvor nøyaktig kan vi måle aktivitet?

Dette er et veldig vanskelig spørsmål!

*$^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{131}\text{I}$*  "To summarize: activity can be accurately measured (+/- 10 %) at least in uniformly attenuating parts of the body,..., as small as 40 ml"

- Quantitative SPECT in radiation dosimetry (1989)

*"...the results should be improved image quality and, perhaps, quantitative accuracies of about 10 %"*

- Quantitative SPECT Imaging (1995)

*"quantification based on a calibration procedure similar to the one used in PET seems to be feasible within 10 % error limits and even below if a fine-tuning of all acquisition and reconstruction parameters is performed."*

- Quantitative capabilities of four state of the art SPECT/CT-systems (2012)

Det kommer an på en hel rekke ting:

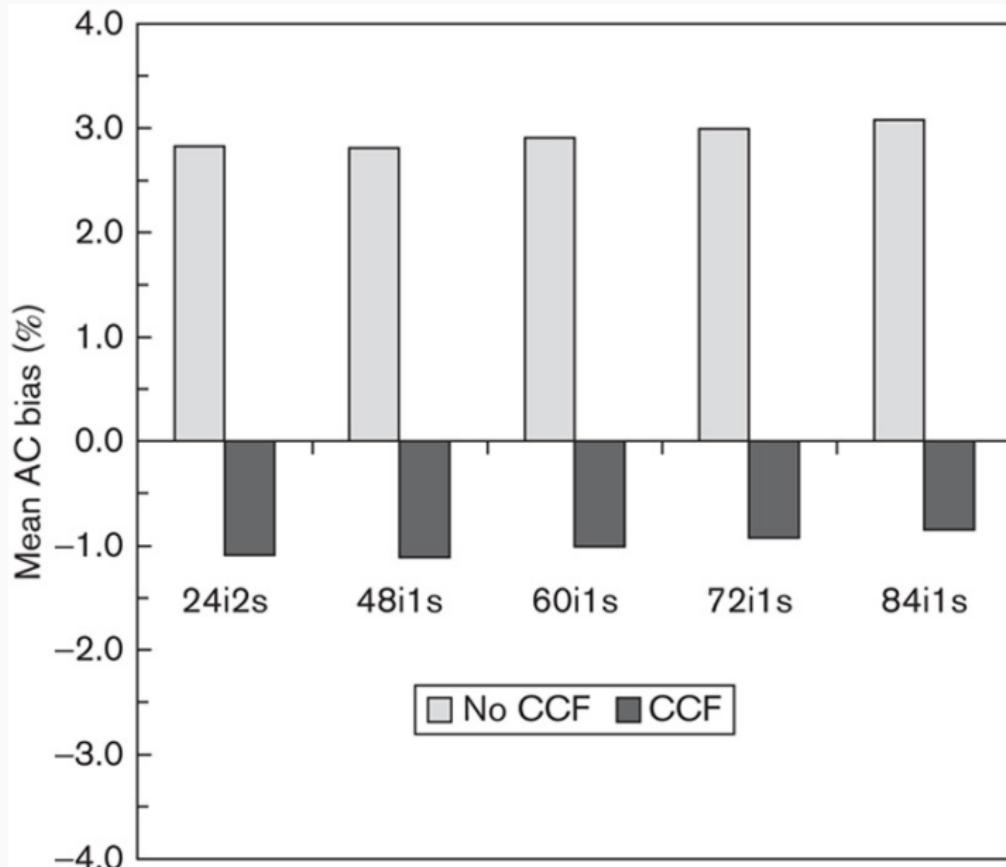
- Nukliden
- Organet man vil måle i (størrelse, form og plassering)
- Bildeprotokoll
- Kalibreringsmetoden
- Segmentering
- ...
- Hvor godt er godt nok?

## La oss se på et eksempel

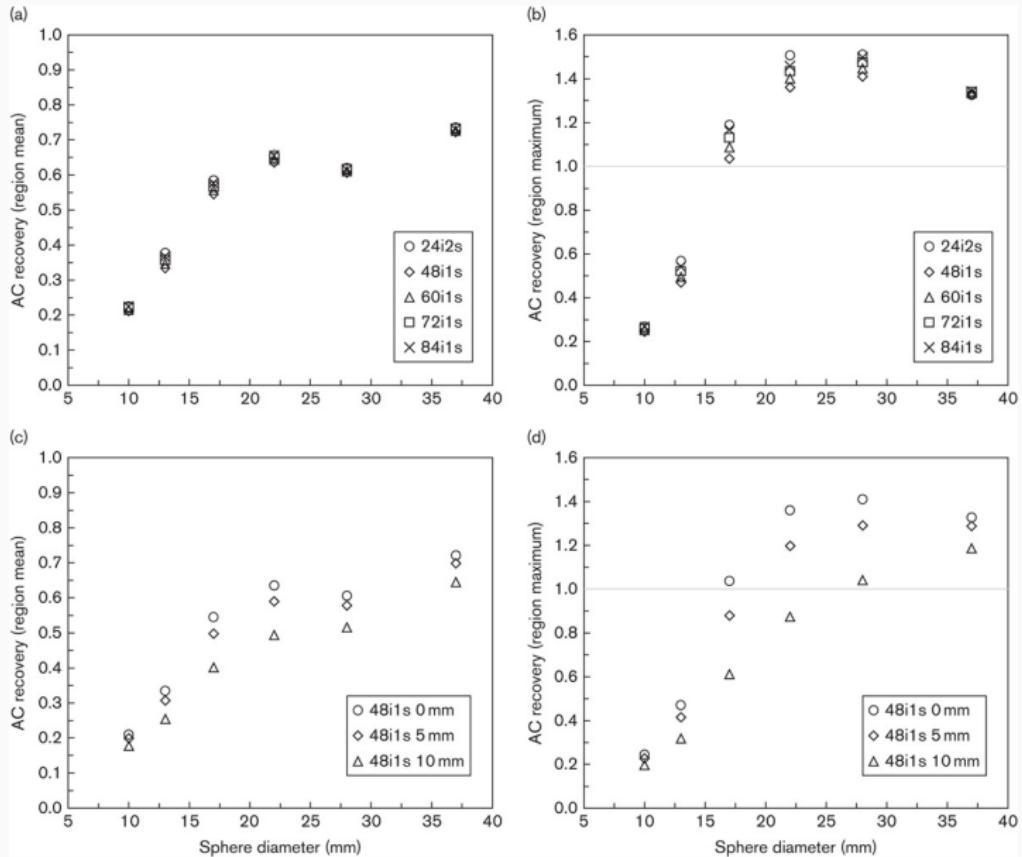
---

Armstrong og Hoffmann så på en stor syllinder, og små kuler

# $^{99m}\text{Tc}$ - m/ xSPECT



# $^{99m}\text{Tc}$ - m/ xSPECT

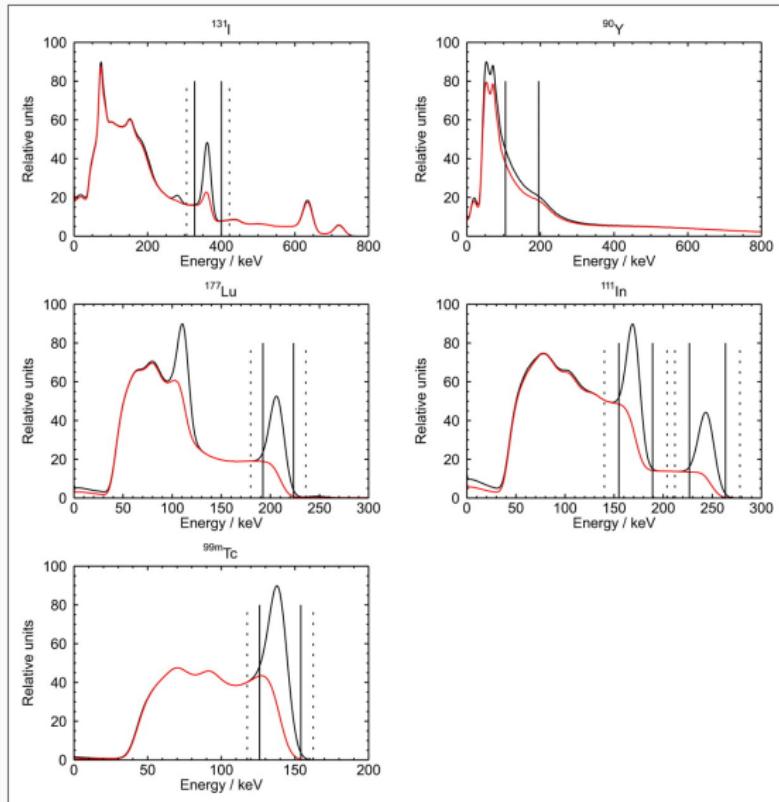


# Fantomstudier

---

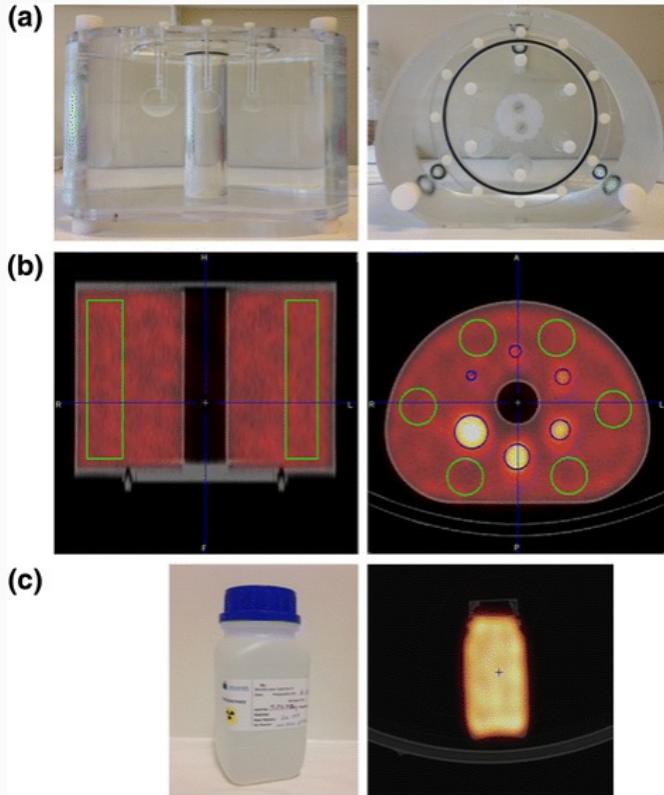
Dette er for  $^{99m}\text{Tc}$  - hva med andre nukliser?

# Andre nuklider

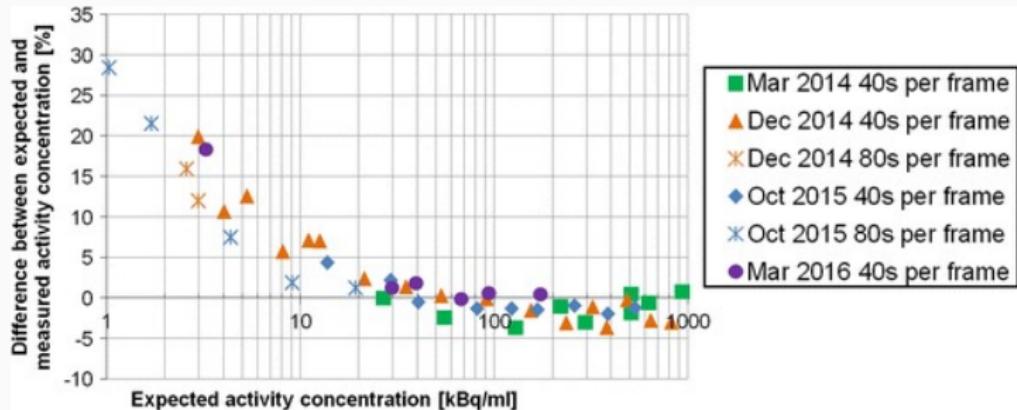


Min personlige favoritt - 177-Lu

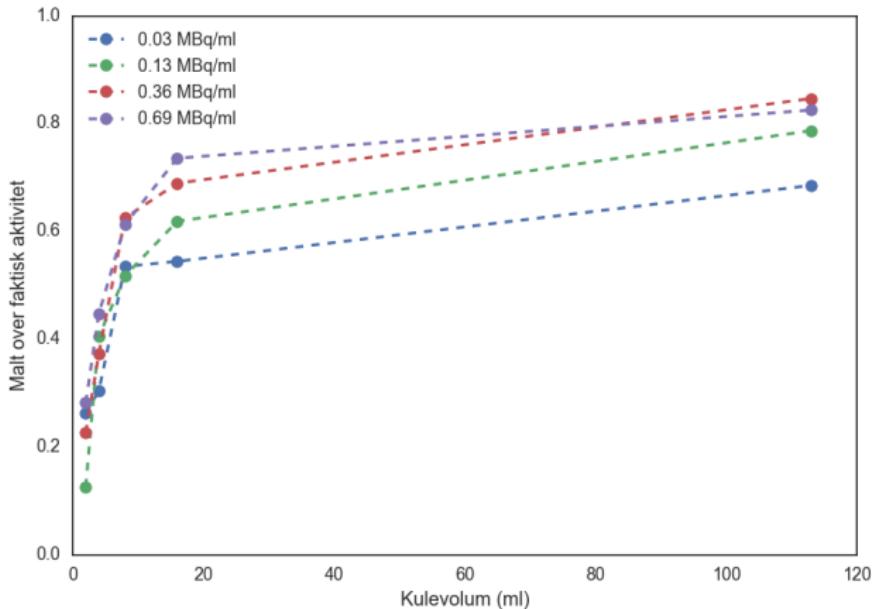
## Fantomstudier



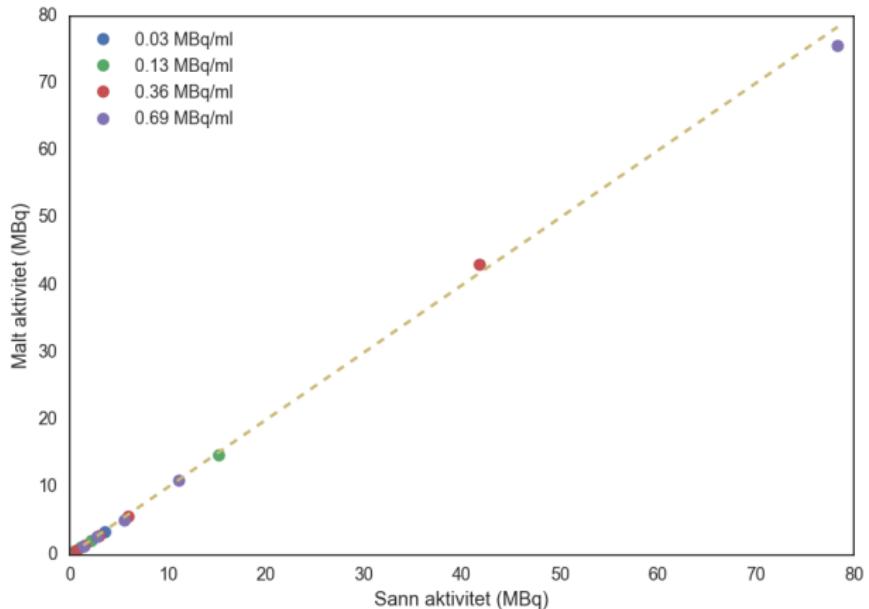
# Fantomstudier



# Kulefantomer - Ikke xSPECT



# Kulefantomer - Ikke xPECT



Uansett hva du gjør:

- Verifiser, verifiser, verifiser
- Gjør fantomeksperimenter der du tar bilder, kalibrerer og måler som i pasienten
- Flere fantomer - ikke kalibrer og mål på samme fantom

Hvor er vi?

Tommelfingerregel Omkring 10 %

Om du vet hva du gjør og har et godt utgangspunkt Muligens  
5 %

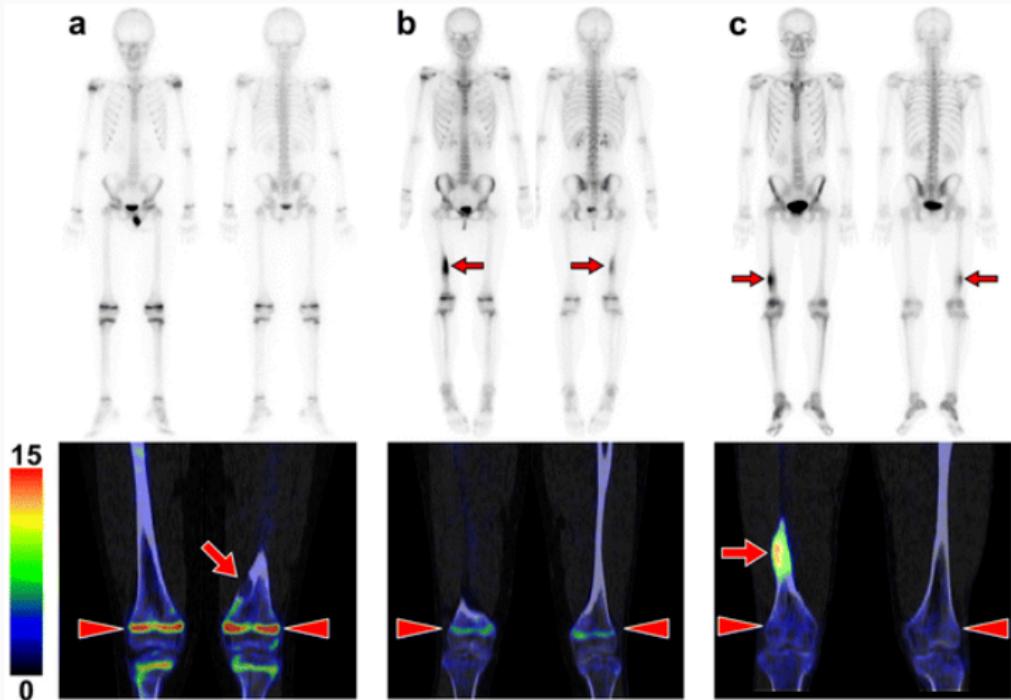
Om du ikke vet hva du gjør Mer enn 50 % (minst)

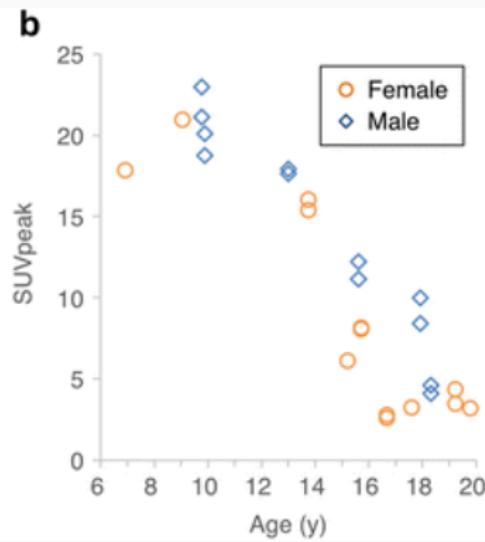
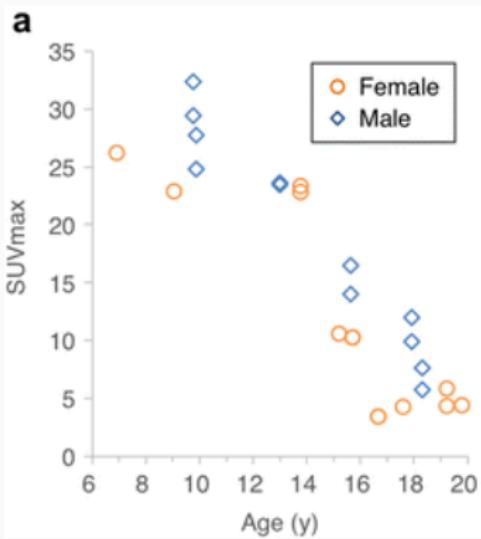
Alltid Verifiser

## SUV-SPECT og dosimetri

---

# Benvekst - mest eksotiske jeg fant





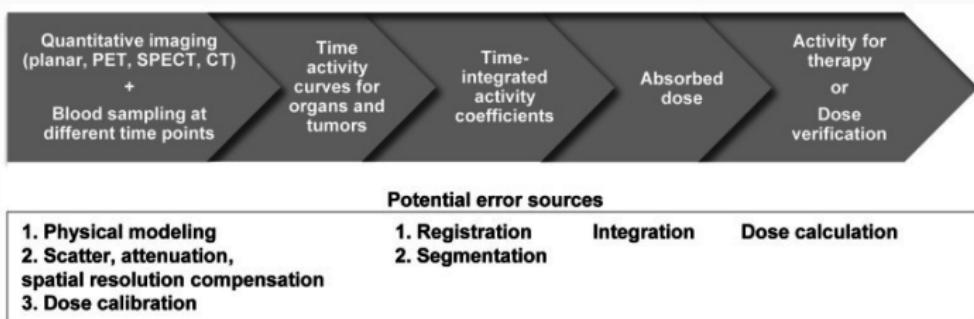
# Dosimetri

---

Møle energi avsatt i pasienten

- Terapiplanlegning (optimere og pasienttilpasse)
- Terapievaluering
- Nye radiofarmaka

# Dosimetri



## Indirect methods

### 1. "Sister" imaging isotope

I-131  $\leftrightarrow$  I-123 (SPECT)

I-131  $\leftrightarrow$  I-124 (PET)

Y-90  $\leftrightarrow$  Y-86 (PET)

### 2. Another imaging isotope on same molecule

Y-90  $\leftrightarrow$  In-111 (SPECT)

- + Good image quality
- More expensive
- Distribution may be different

## Direct methods

### 3. Additional gamma or positron of therapeutic isotope

Lu-177  $\rightarrow$  208 keV (SPECT)

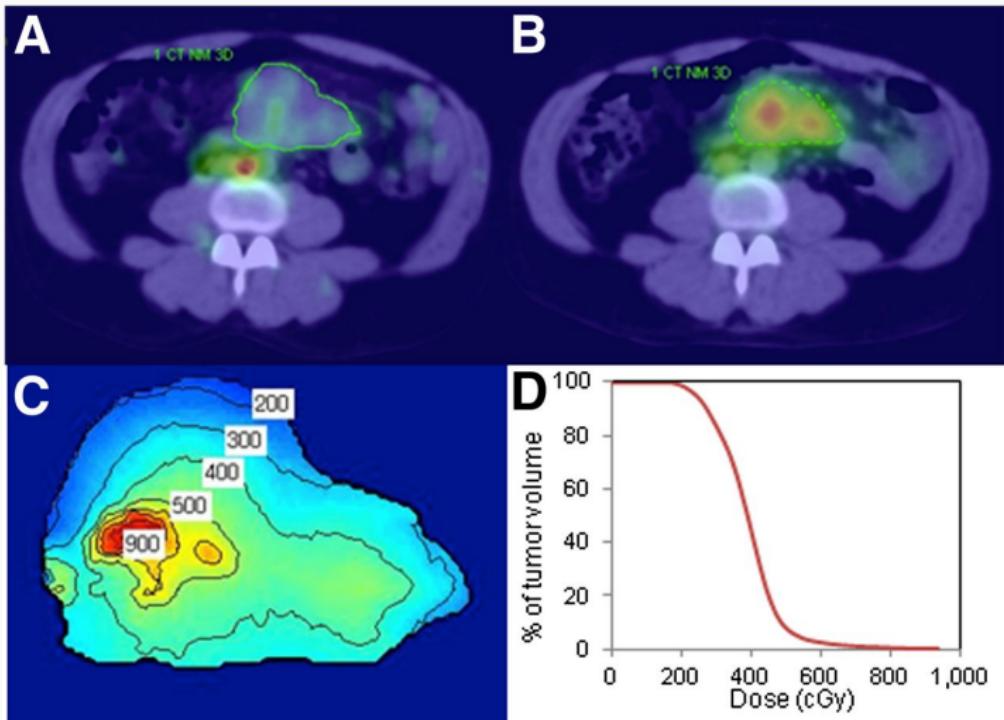
I-131  $\rightarrow$  364 keV (SPECT)

### 4. Secondary bremsstrahlung photons generated by $\beta^-$ particle

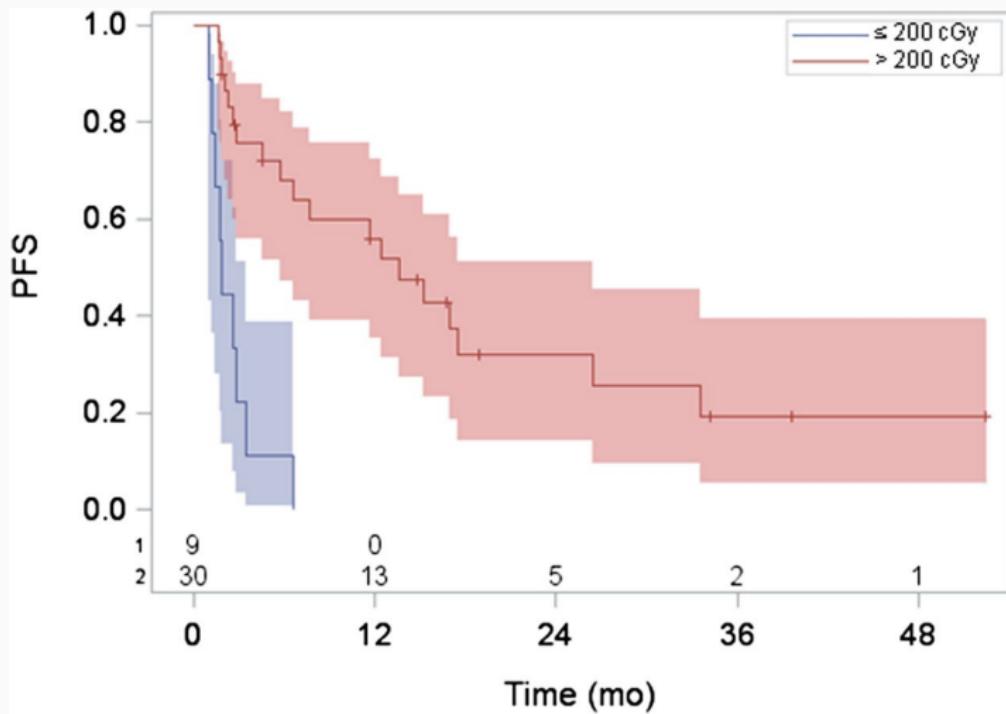
Y-90

- + Therapeutic distribution
- Image quality

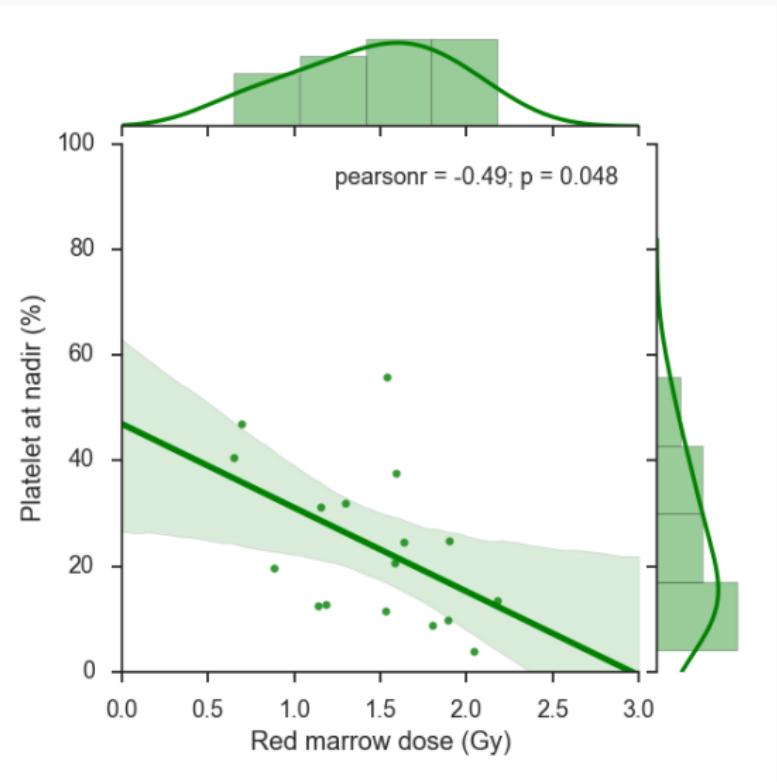
# Dosimetri



# Dosimetri



# Dosimetri



xSPECT

---

Hva er xSPECT?

- Standardisert kvantitering fra Siemens
- Bilder direkte i MBq/ml

xSPECT Quant: Accuracy of Bq/ml Quantification in Reference to NIST, Measured Using NEMA NU2-94 Test Phantom		Symbia Intevo 2, 6 and 16
Isotope/collimator	Uncertainty (95% confidence)	
<sup>99m</sup> Tc LEHR	≤5%	
<sup>99m</sup> Tc LPHR	≤10%	
<sup>123</sup> I LPHR	≤10%	
<sup>123</sup> I MELP	≤10%	
<sup>111</sup> In MELP	≤10%	
<sup>177</sup> Lu MELP	≤5%	
<sup>177</sup> Lu MELP at 310kcps incident count rate	≤10%	

Slettes ikke verst!

Har jeg lyst på xSPECT?

- (Ja)

Har jeg lyst på xSPECT?

- (Ja)
- Naturlig å få kvantiterte bilder

Har jeg lyst på xSPECT?

Har jeg lyst på xSPECT?

- (Ja)
- Naturlig å få kvantiterte bilder
- Nest øverst på ønskelisten min - standarisert kvantitering

Har jeg lyst på xSPECT?

- (Ja)
- Naturlig å få kvantiterte bilder
- Nest øverst på ønskelisten min - standarisert kvantitering
- Må prøve først, verifisere, verifisere, verifisere

## For å oppsummere:

---

- SPECT er minst like kvantitativ som PET
- Nøyaktighet av målingen avhenger av masse faktorer
- Verifiser og ha kontroll så går du deg ikke bort
- Kvantifisering gjør seg

# Avslutning

---

Tusen takk for meg! (epost: johbla@ous-hf.no)

Kontaktinfo



Lysbilder



## Referanser

---

- Nucl Med Commun. 2016 Nov;37(11):1212-7
- Skeletal Radiol. 2018 Jun;47(6):805-810
- J Nucl Med. 2013 Jan;54(1):83-9
- Theranostics. 2017 Oct 13;7(18):4551-4565

## Referanser

- EJNMMI Phys. 2017 Dec; 4: 7.
- J Nucl Med August 1, 1995 vol. 36 no. 8 1489-1513
- EJNMMI Res. 2012; 2: 45.
- Skeletal Radiol. 2018 Jun;47(6):805-810. doi: 10.1007/s00256-017-2861-9. Epub 2018 Jan 11.
- Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2014 May;41 Suppl 1:S3-16