

Kvantitativ SPECT - Dosimetri

Johan Blakkisrud

May 23, 2018

Avd. for Diagnostisk Fysikk, Oslo Universitetssykehus

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

- Infinitiv (hint: sett å foran)

- Infinitiv (hint: sett å foran)
- Kvantitere

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

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

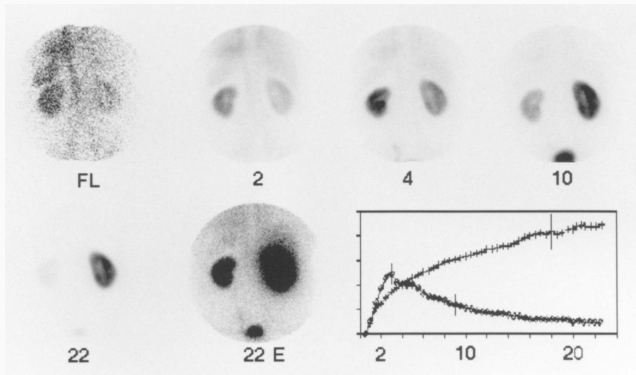
- Infinitiv (hint: sett å foran)
- Presens (hint: hva vi gjør nå)
- Preteritum futurum
perfektum, Kondisjonalis II
(hint: hva vi ikke vil si)
- Kvantitere
- Kvantiterer

- 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

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

PET er kvantitativt - SPECT er det ikke!

Relative verdier helt ok?



Kvantitering åpner opp!

Terapiplanlegning Dosering av radionuklideterapi

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

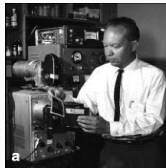
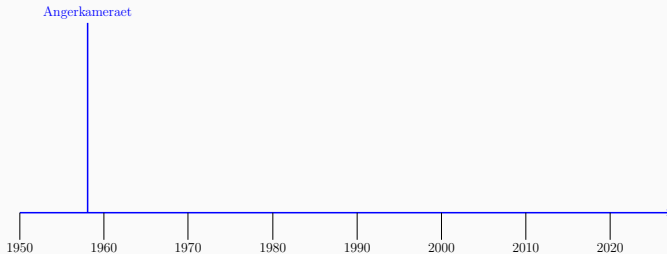
Lungescan Pre-operativ funksjon både ventilasjon og
perfusjon

^{131}I Opptak post-terapi for å monitorere effekt

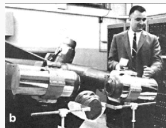
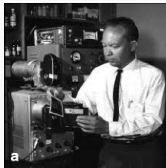
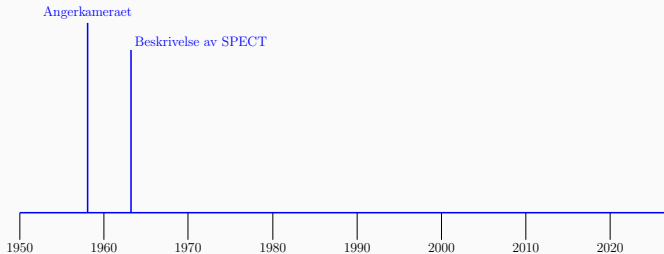
Biodistribusjon Utprøving av nye radiofarmaka

SPECT-kameraet

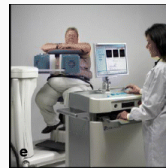
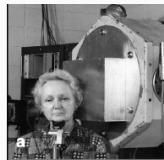
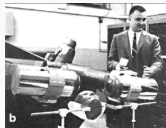
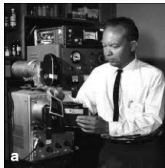
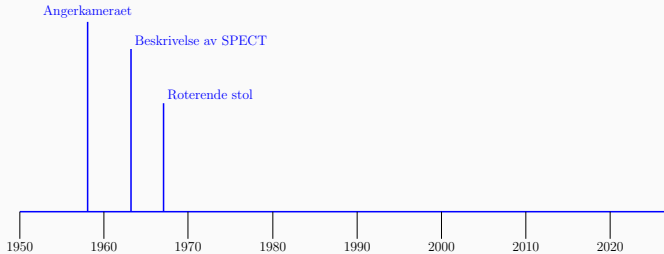
Et lite tilbakeblikk



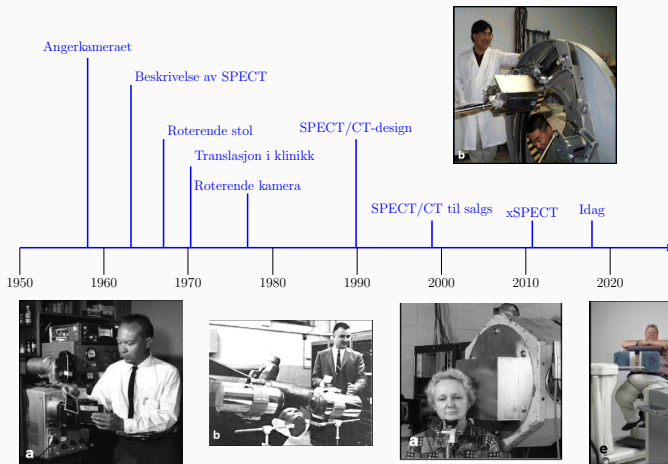
Et lite tilbakeblikk

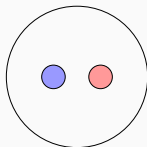


Et lite tilbakeblikk

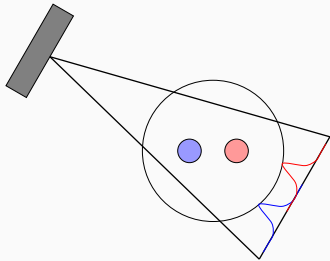


Et lite tilbakeblikk

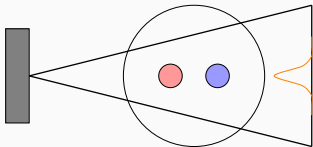




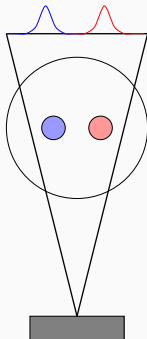
- To radiaktive kilder



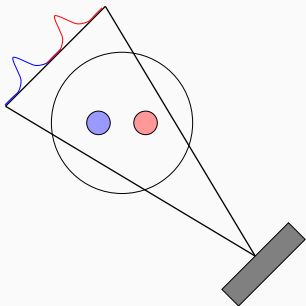
- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde



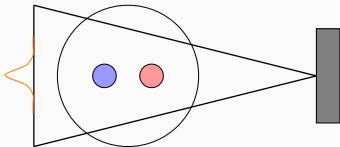
- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde
- Roterer og tar et nytt bilde



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

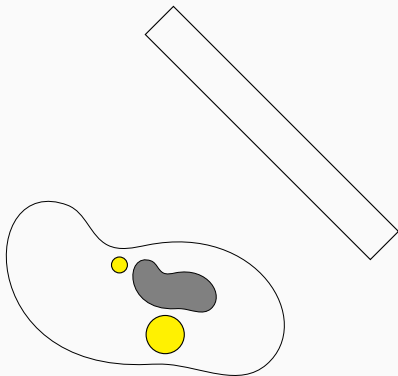


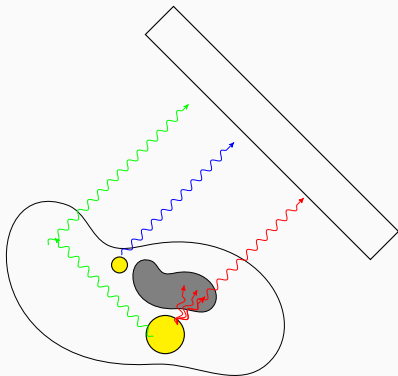
- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde
- Roterer og tar et nytt bilde

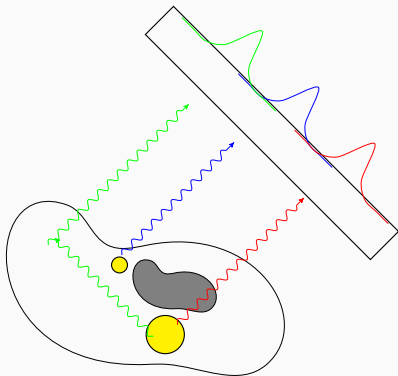


- To radiaktive kilder
- SPECT-kameraet tar et bilde
- Roterer og tar et nytt bilde

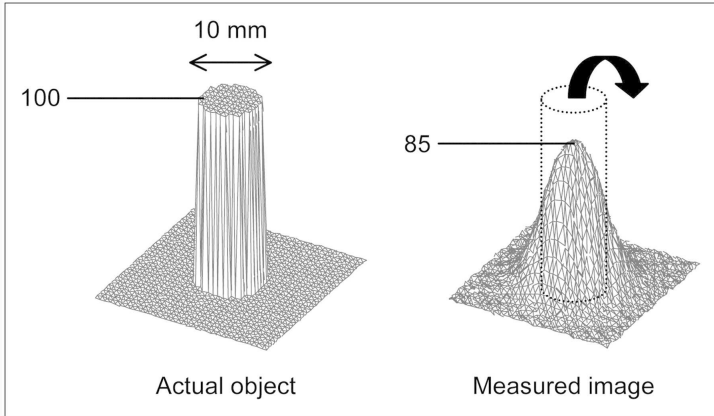
Dette er ikke alltid like enkelt!



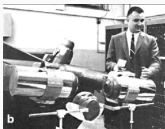
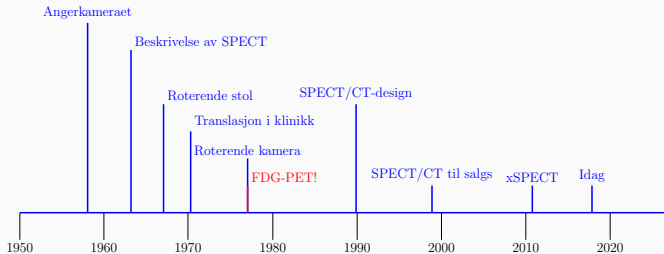




Partiell volumeffekt



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?







Hvor nøyaktig kan vi måle aktivitet?

Dette er et veldig vanskelig spørsmål!

99mTc, 111In, 131I "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."*

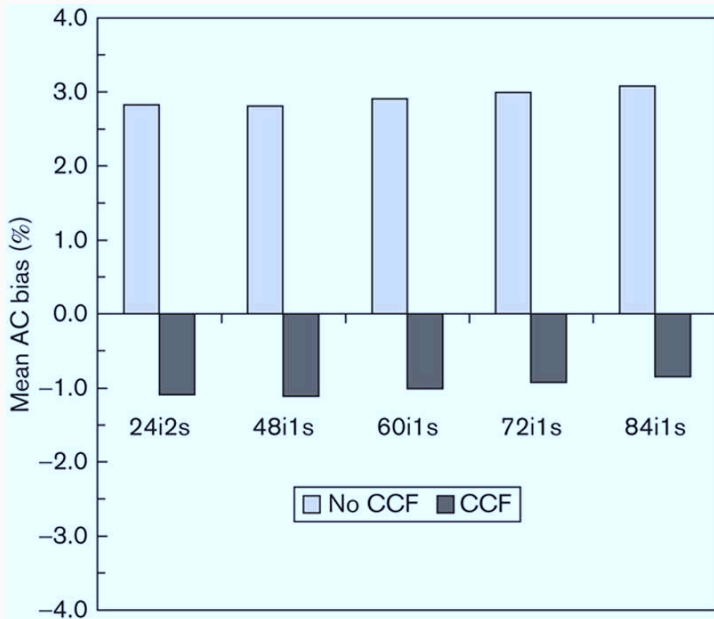
- Quantitative capabilities of four state of the art SPECT/CT-systems (2012)

Det kommer an på en hel rekke ting:

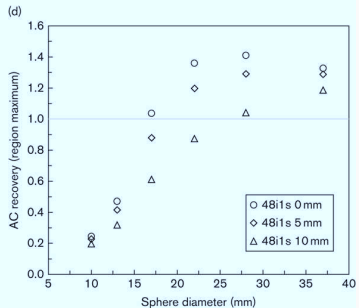
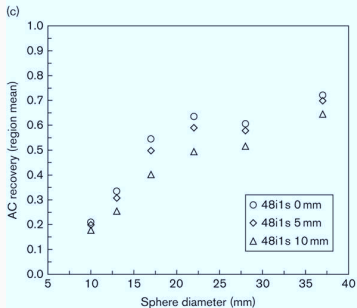
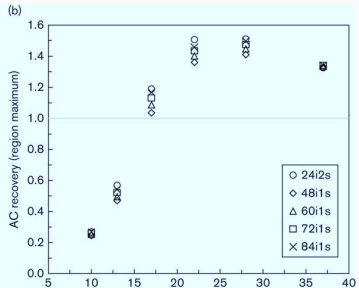
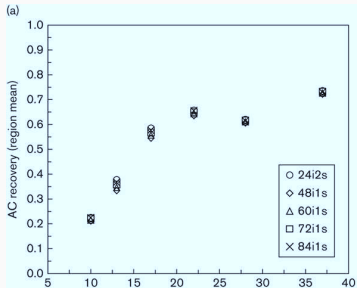
- Nukliden
- Organet man vil måle i (størrelse, form og plassering)
- Bildeprotokoll
- Kalibreringsmetoden
- Segmentering
- ...
- Hvor godt er godt nok?

La oss se på et eksempel

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

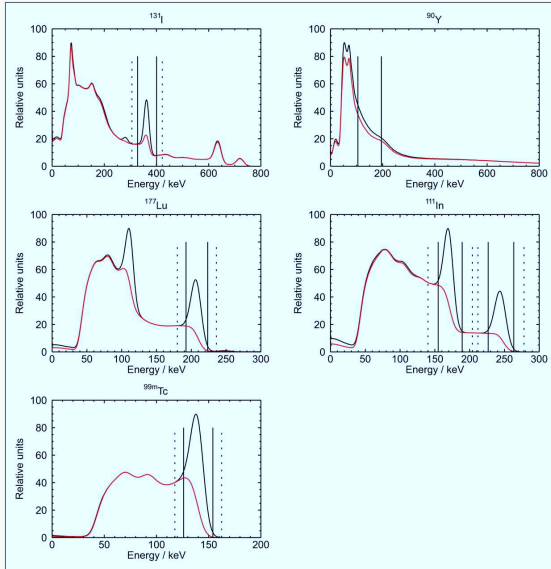


99mTc - m/ xSPECT



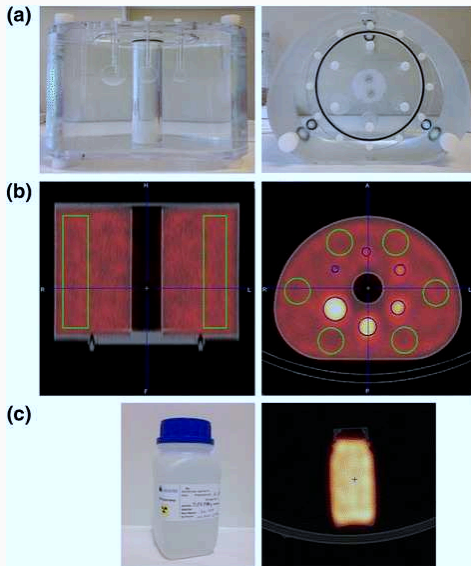
Dette er for ^{99m}Tc - hva med andre nuklider?

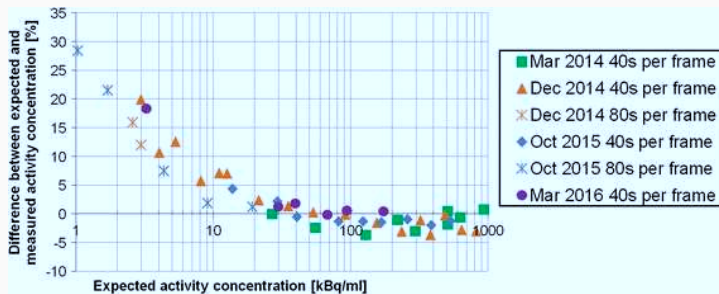
Andre nuklider



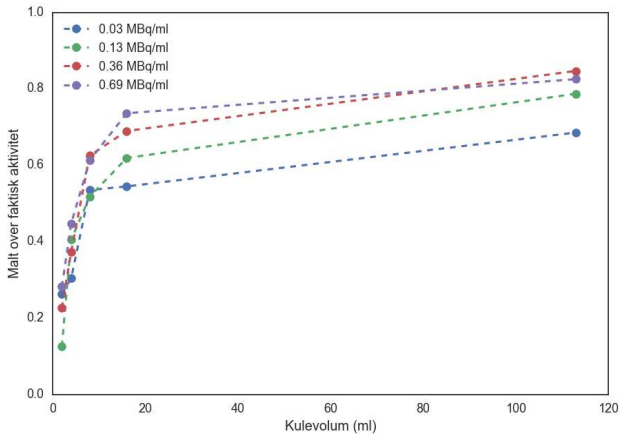
Min personlige favoritt - 177-Lu

Fantomstudier

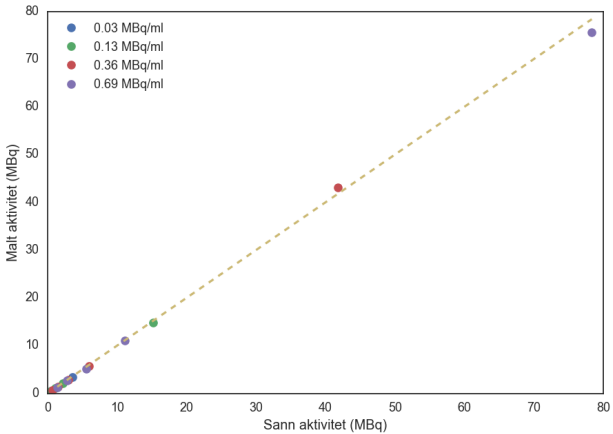




Kulefantomer - Ikke xSPECT



Kulefantomer - Ikke xXPECT



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 %

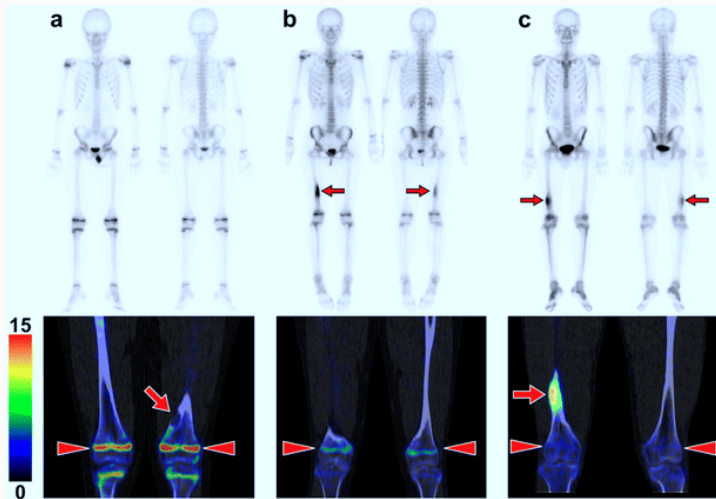
Om du vet hva du **gjør** og har et godt utgangspunkt Muligens
5 %

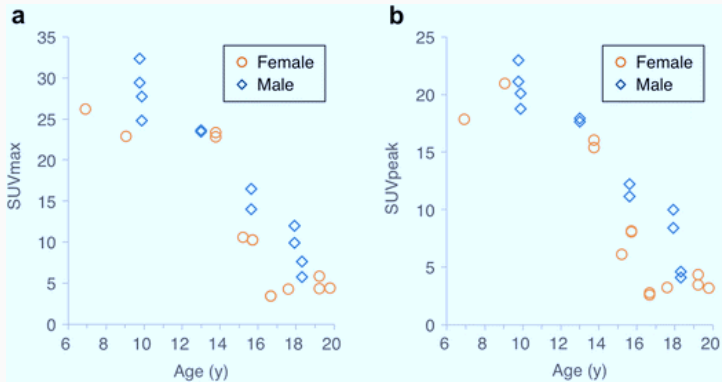
Om du ikke vet hva du **gjør** Mer enn 50 % (minst)

Alltid Verifiser

SUV-SPECT og dosimetri

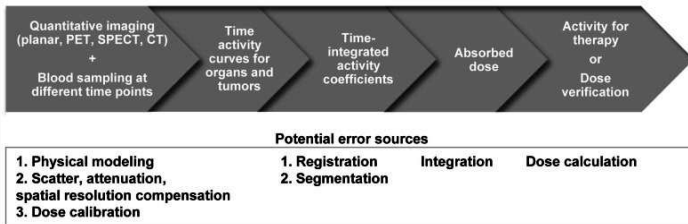
Benvekst - mest eksotiske jeg fant





Møle energi avsatt i pasienten

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



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

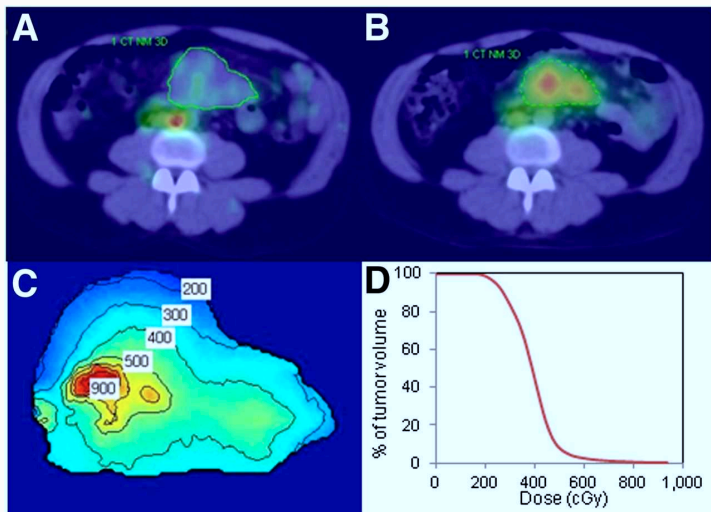
Lu-177 \rightarrow 208 keV (SPECT)

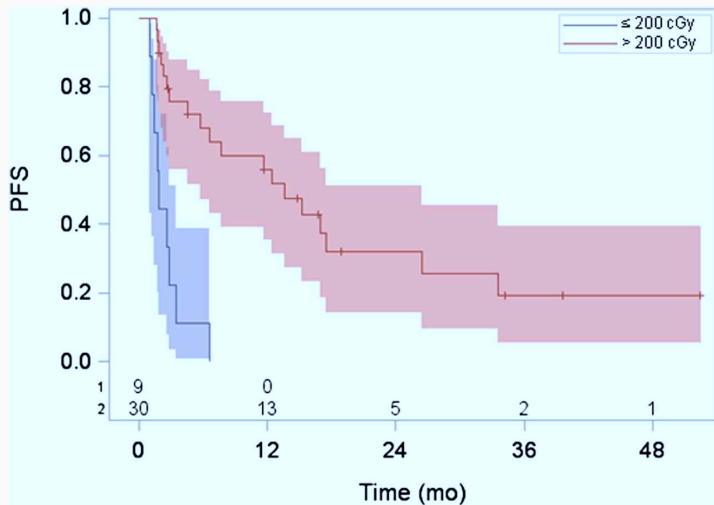
I-131 \rightarrow 364 keV (SPECT)

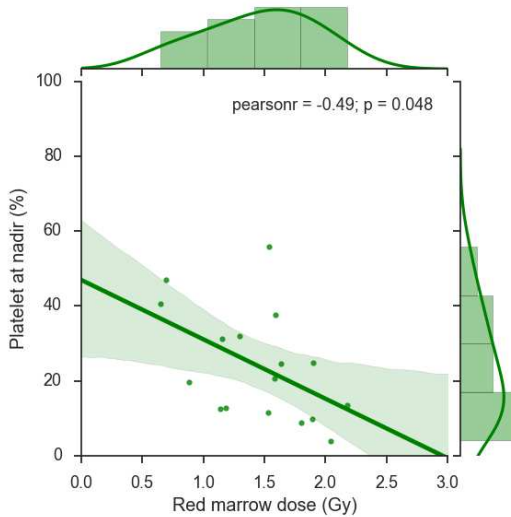
4. Secondary bremsstrahlung photons generated by β^- particle

Y-90

- + Therapeutic distribution
- Image quality







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)	
^{99m}Tc LEHR	$\leq 5\%$	
^{99m}Tc LPHR	$\leq 10\%$	
^{123}I LPHR	$\leq 10\%$	
^{123}I MELP	$\leq 10\%$	
^{111}In MELP	$\leq 10\%$	
^{177}Lu MELP	$\leq 5\%$	
^{177}Lu MELP at 310kcps incident count rate	$\leq 10\%$	

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 - standardisert kvantitering

Har jeg lyst på xSPECT?

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

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

Kontaktinfo



Lysbilder



- 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

- 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