AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV

(kvantitativ PET från fysik till klinik)

Mark Lubberink

docent, 1:e sjukhusfysiker

mark.lubberink@akademiska.se

AKADEMISKA SJUKHUSET

Översikt

- Kvantifiering av FDG upptag
- SUV
  - Definition
  - Krav
  - Fallgropar
- Partiell volymseffekt

AKADEMISKA SJUKHUSET

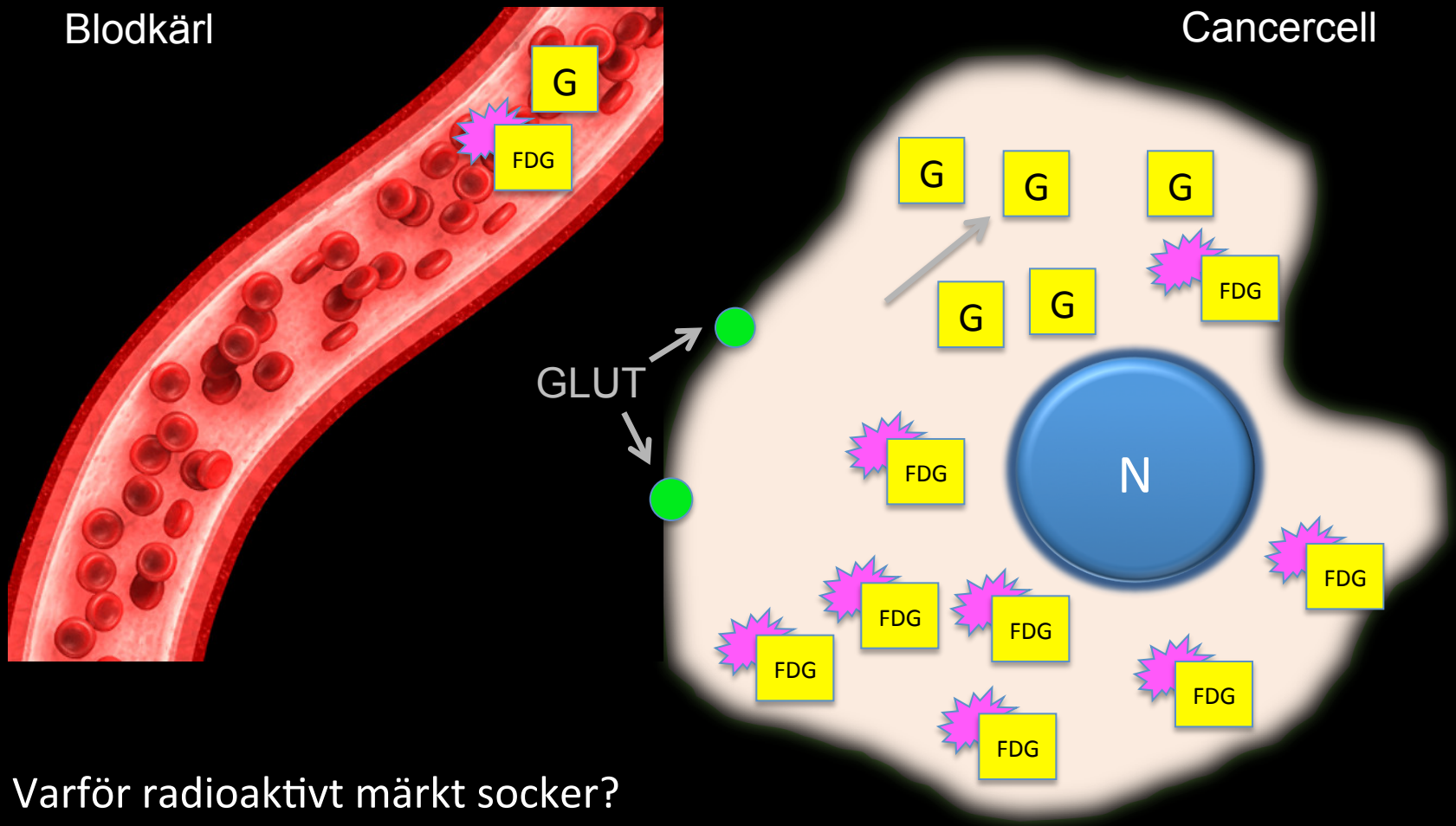
Kvantifiering av PET data

Vad är det vi verkligen vill mäta?

Glukoskonsumption!

- Visuellt
- Aktivitetskoncentration (kBq/ml)
- kBq/ml, normerad till administrerad dos
- Fysiologisk parameter (t.ex. glukoskonsumption)

^{18}F-FDG-upptag i cancerceller



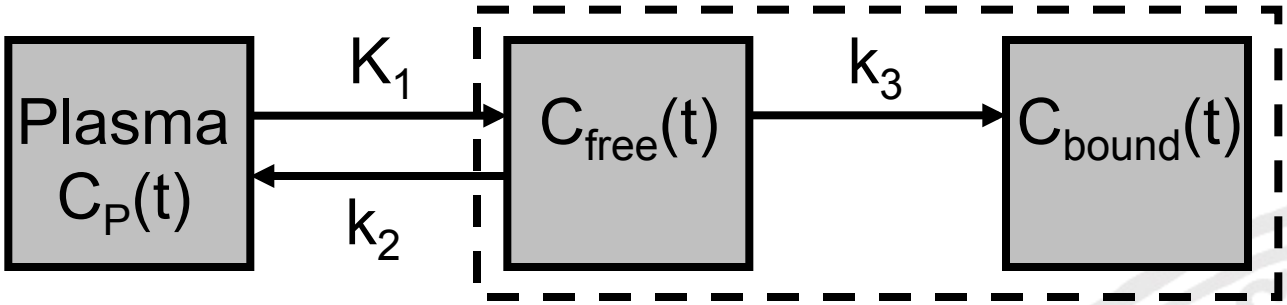
Varför radioaktivt märkt socker?
Ökad metabolism - ökat behov av snabb energi

Cecilia Wassberg

Kapoor et al, Radiographics, 2004, 24;523-543

AKADEMISKA SJUKHUSET

2-deoxyglukos (FDG; Sokolov)



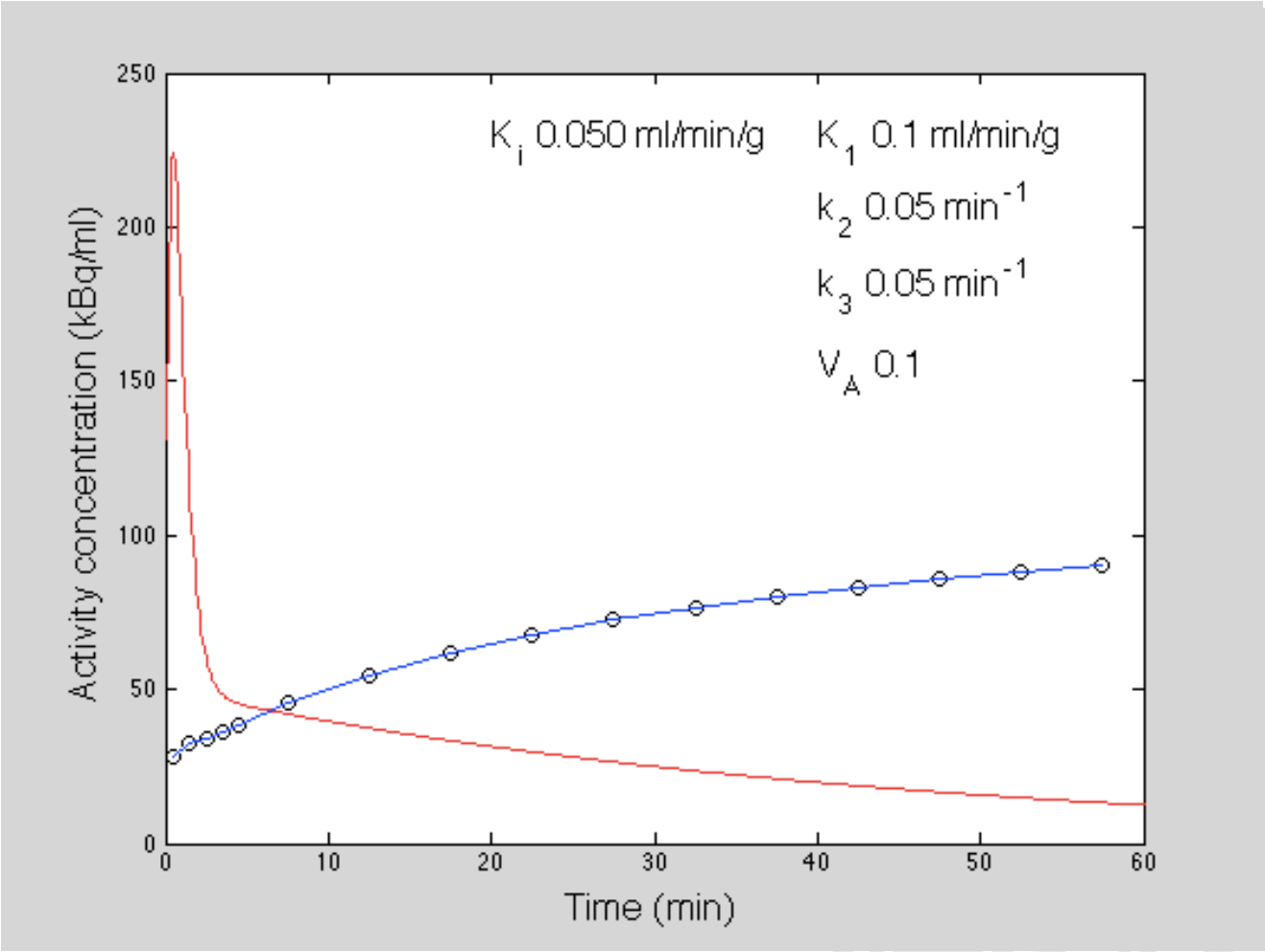
$$\frac{dC_{free}(t)}{dt} = K_1 C_P(t) - (k_2 + k_3) C_{free}(t) \qquad \frac{dC_{bound}(t)}{dt} = k_3 C_{free}(t)$$

- K_i: net uptake rate, ml cm^{-3} min^{-1} $\quad K_i = \frac{K_1 k_3}{k_2 + k_3}$

- MR_{glu}: glucose consumption, mol cm^{-3} min^{-1} $\quad MR_{glu} = \frac{C_{pl}^{glu} \cdot K_i}{LC}$

AKADEMISKA SJUKHUSET

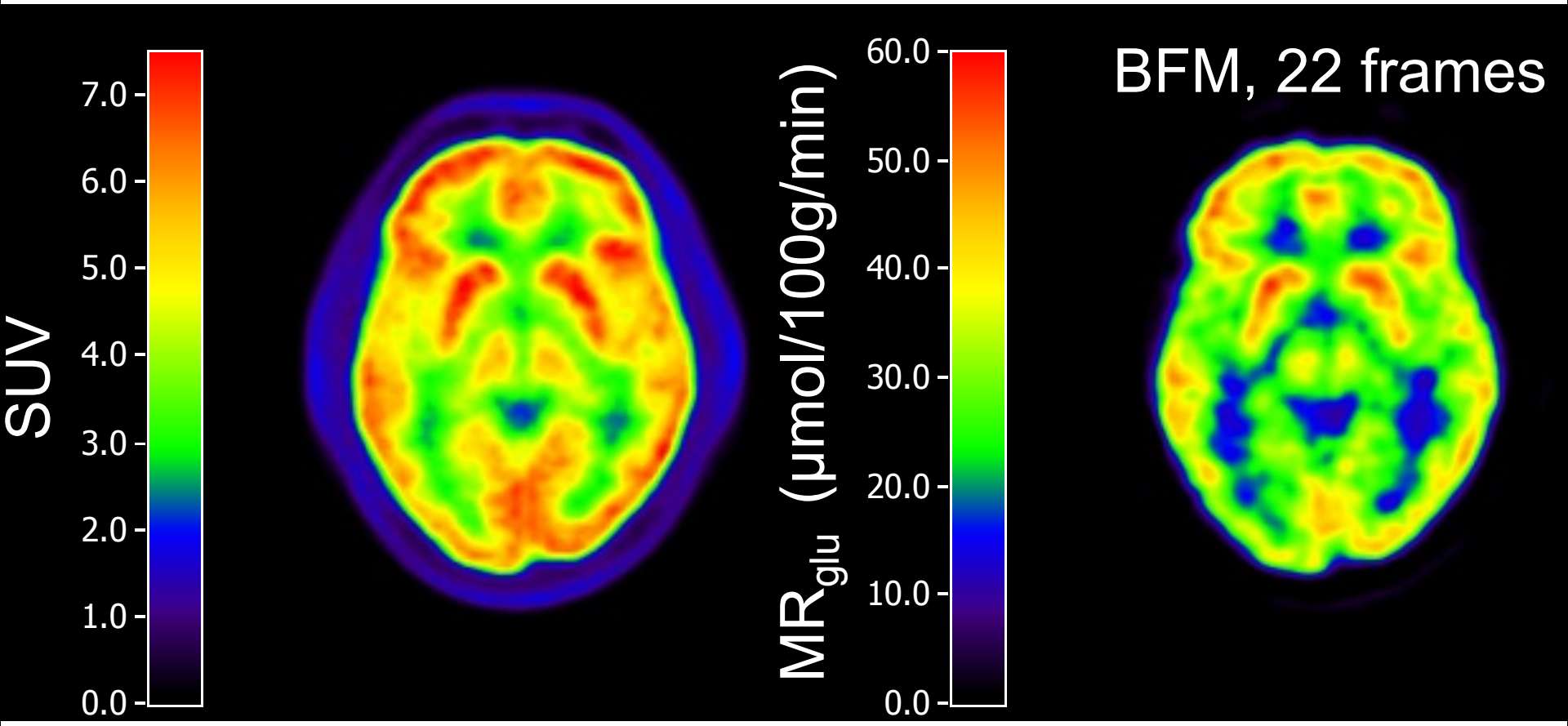
Kurvanpassning



$$c_{PET}(t) = (1 - V_b) \cdot K_1 \left(\frac{k_2}{k_2 + k_3} e^{-(k_2 + k_3)t} + \frac{k_3}{k_2 + k_3} \right) \otimes c_p(t) + V_b c_b(t)$$

AKADEMISKA SJUKHUSET

Cerebral glucose metabolism



AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV

- För mätning av FDG kinetik och beräkning av MR_{glu} krävs
  - >45 min dynamisk mätning
  - Mätning av radioaktivitet i blodprover
- Bara för en (1) bäddposition

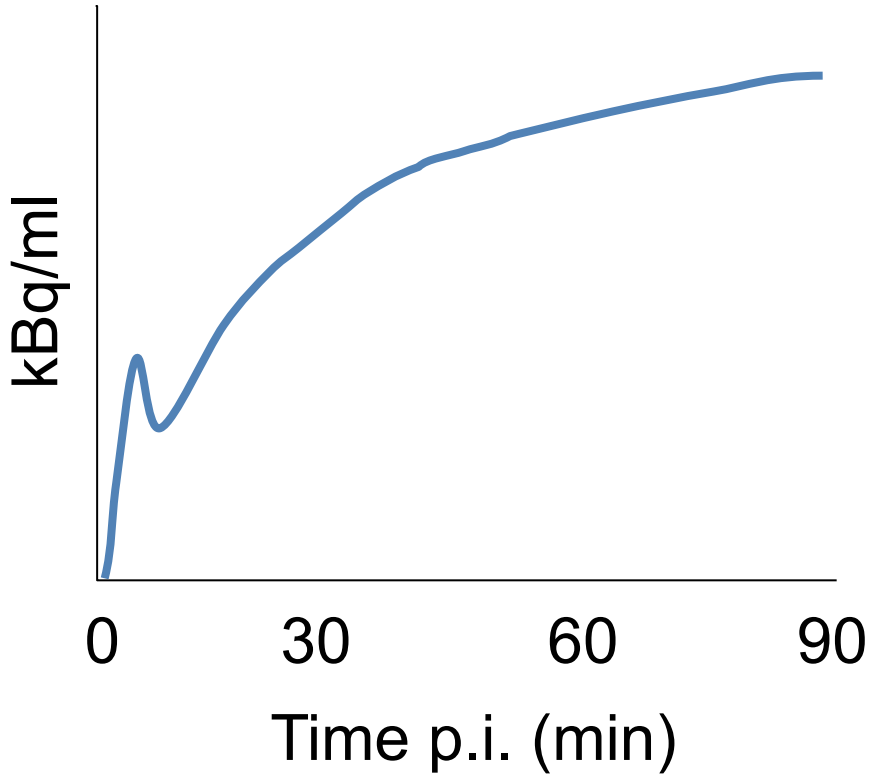
- SUV: Standardized Uptake Value

$$SUV = \frac{kBq/ml}{MBq\,injected\,per\,kg\,body\,weight} \quad [g/ml]$$

(lean body mass, body surface area)

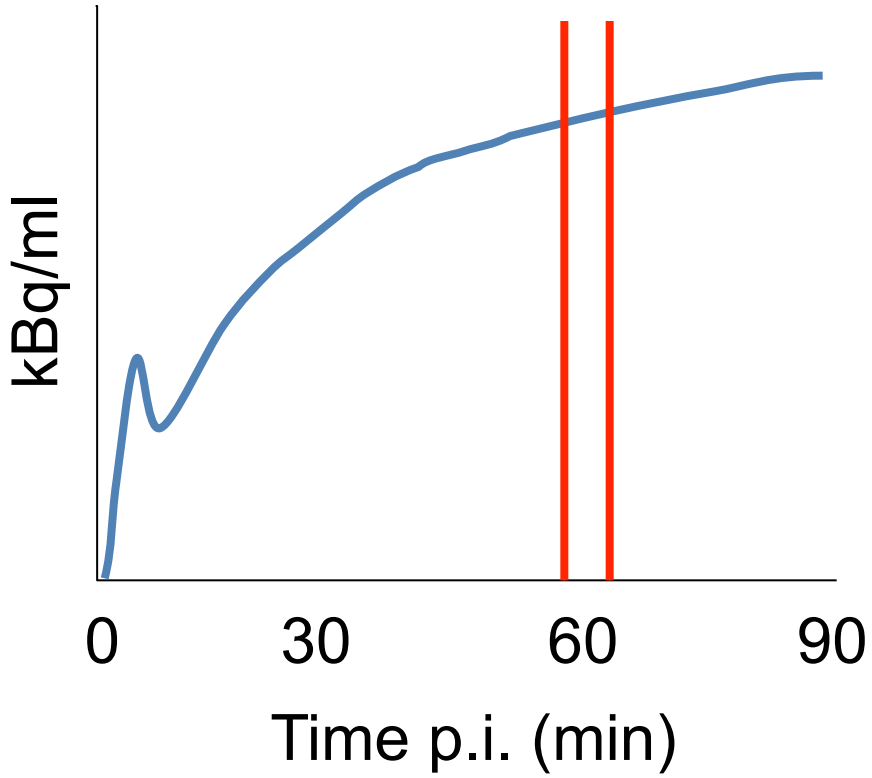
AKADEMISKA SJUKHUSET

FDG - SUV



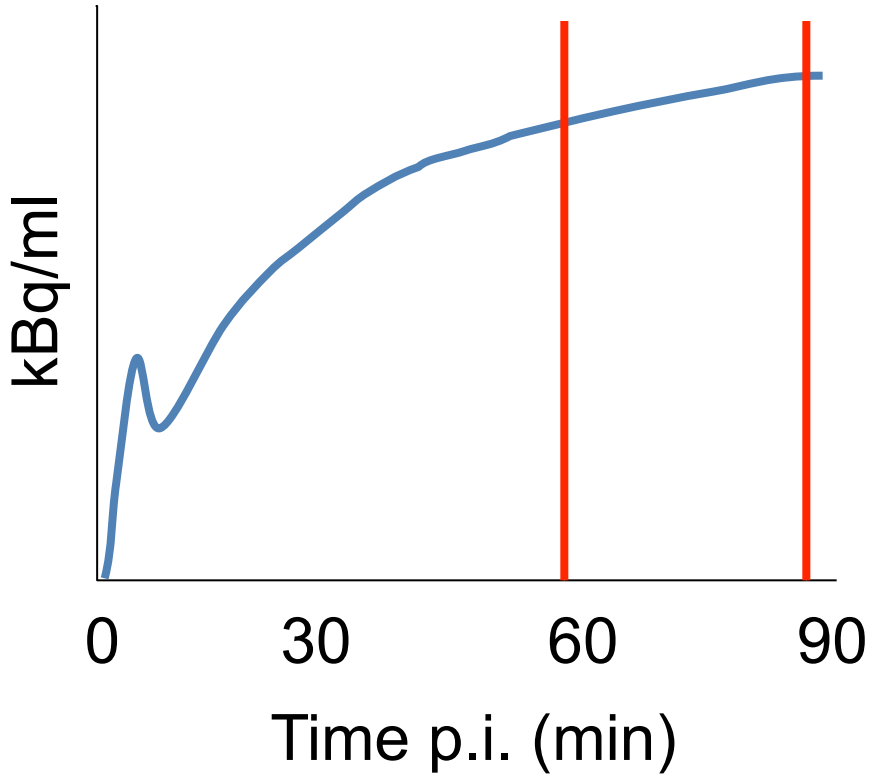
AKADEMISKA SJUKHUSET

FDG - SUV



AKADEMISKA SJUKHUSET

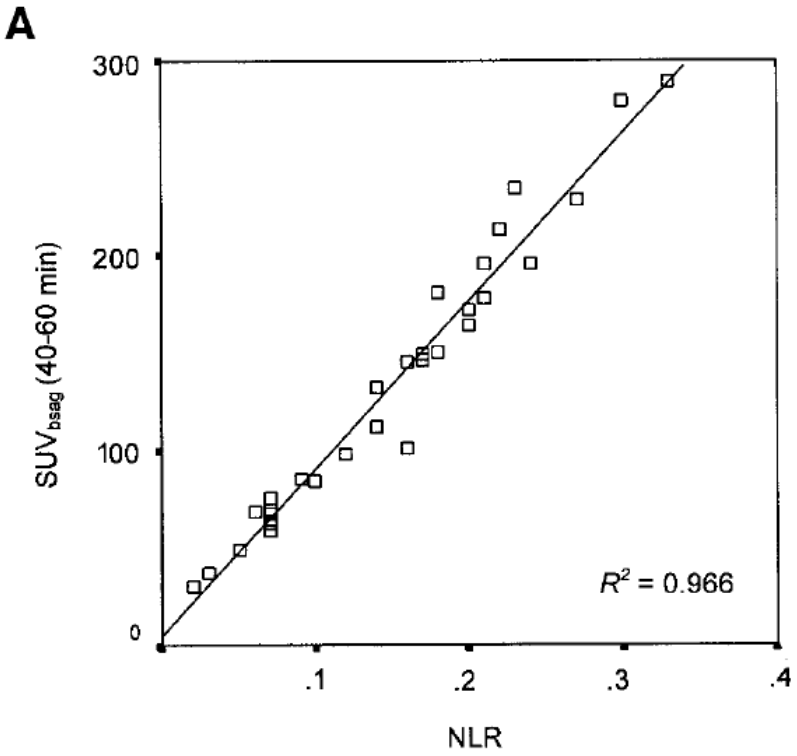
FDG - SUV



AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV vs kurvanpassning

FDG



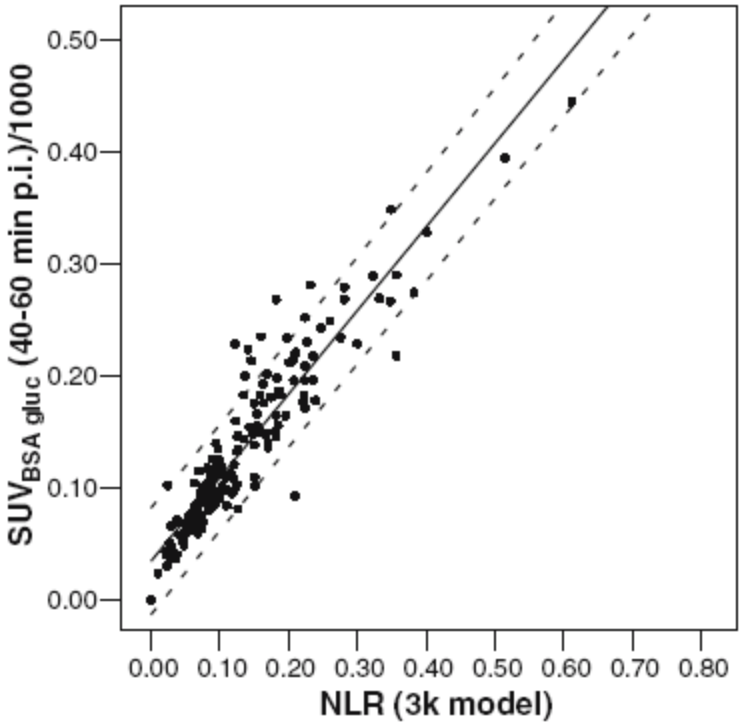


Fig. 1. Regression of $SUV_{BSA,glu}$ (corrected for plasma glucose) versus NLR for a database of 170 scans

Hoekstra et al, J Nucl Med 2002; Lammertsma et al, Eur J Nucl Med 2006

AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV

- Praktiskt: bara en enda mätning
- Krävs ingen dynamisk scan
- Enkelt mått för t.ex. stadiering, terapiuppföljning, dose-painting

AKADEMISKA SJUKHUSET

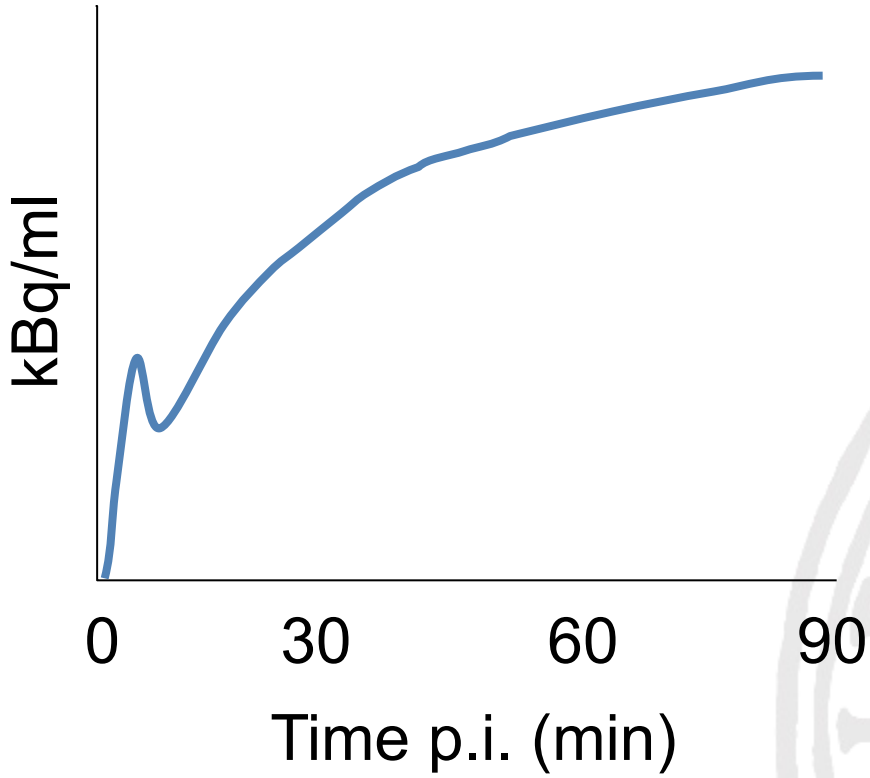
SUV krav

$$SUV = \frac{kBq/ml}{MBq\ injected\ per\ kg\ body\ weight} \quad [g/ml]$$

- Noggrann mätning av administrerad dos (restspruta!)
- Korskalibrering PET kamera – doskalibrator
- Patientvikt
- Samma tidszon på hela labbet!
- Plasmaglukos

AKADEMISKA SJUKHUSET

FDG - SUV



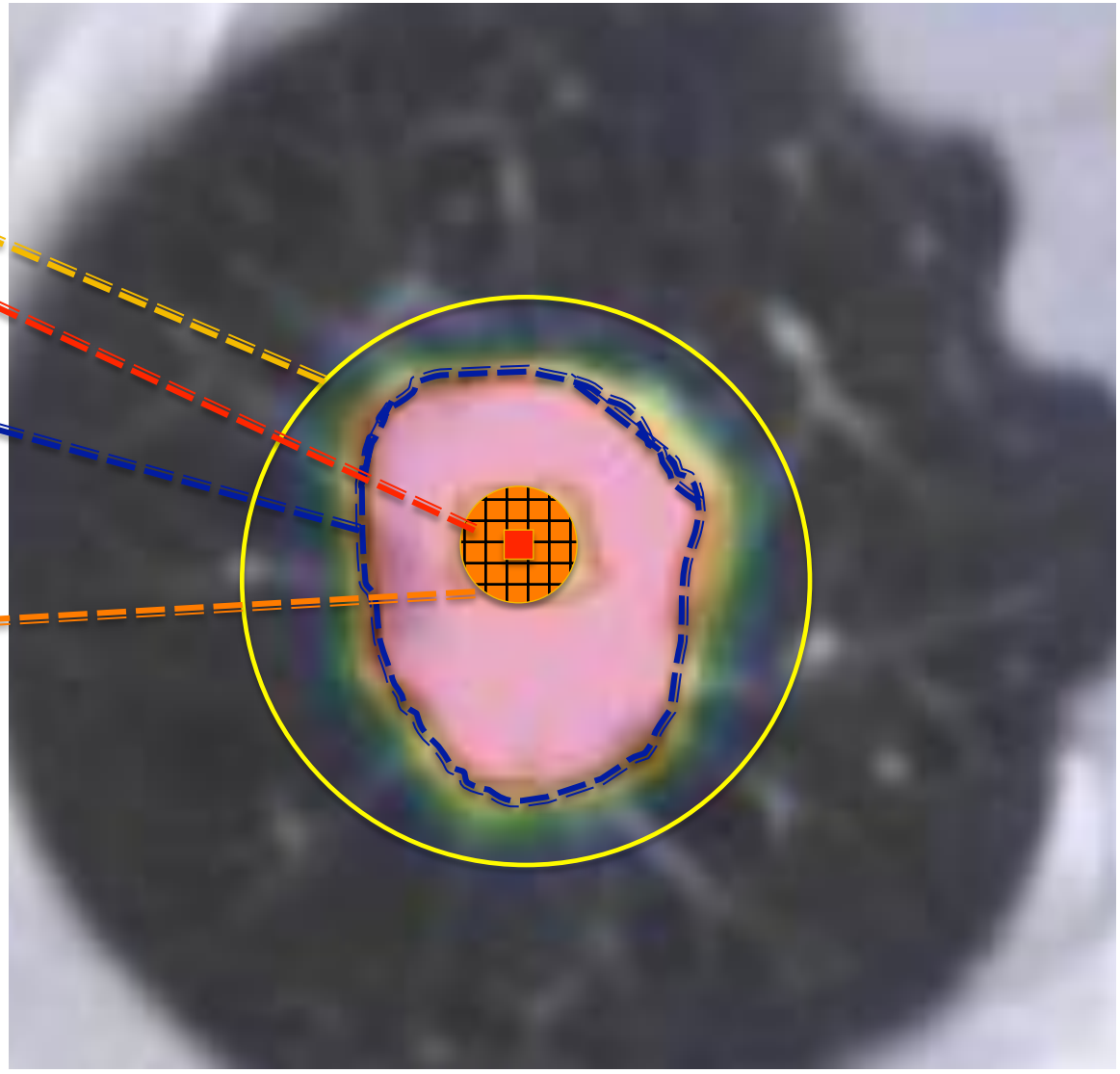
AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV krav

- Standard insamlingssprotokoll
  - Tid efter injektion!
- Standard rekonstruktion, filtrering, pixelstorlek, snittjocklek, osv …
- Definition av VOIar

SUV: olika sätt att rapportera

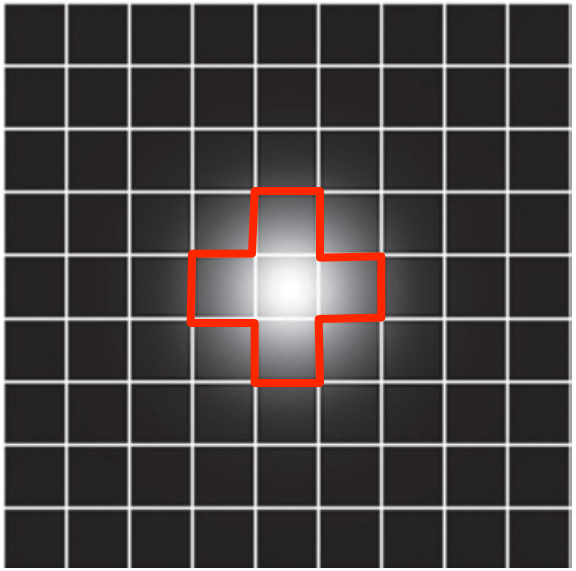
- ROI/VOI
  - SUVmean
  - SUVmax
- Isocontouring
  - Tröskelvärden
    - 2,5 SUV
    - 41%, 50%
- VOI (sfär) 1,2 cm D
  - 1 cm^3
  - SUVpeak
- EANM:
  - 50% VOI
  - Max pixel

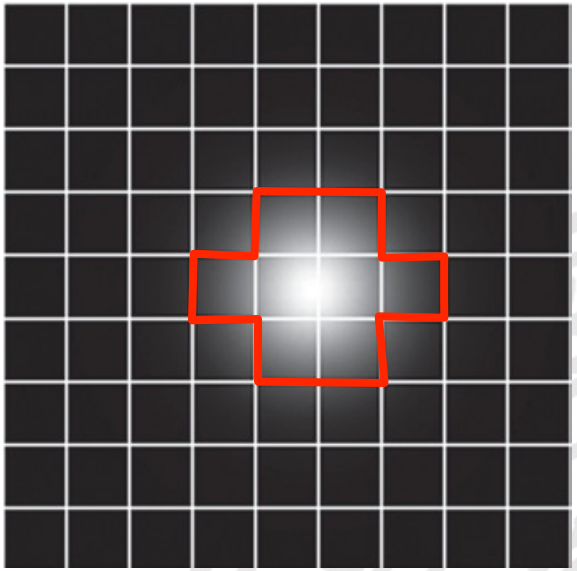


Cecilia Wassberg 2013

AKADEMISKA SJUKHUSET

Pixelstorlek, position, SUV_{max}

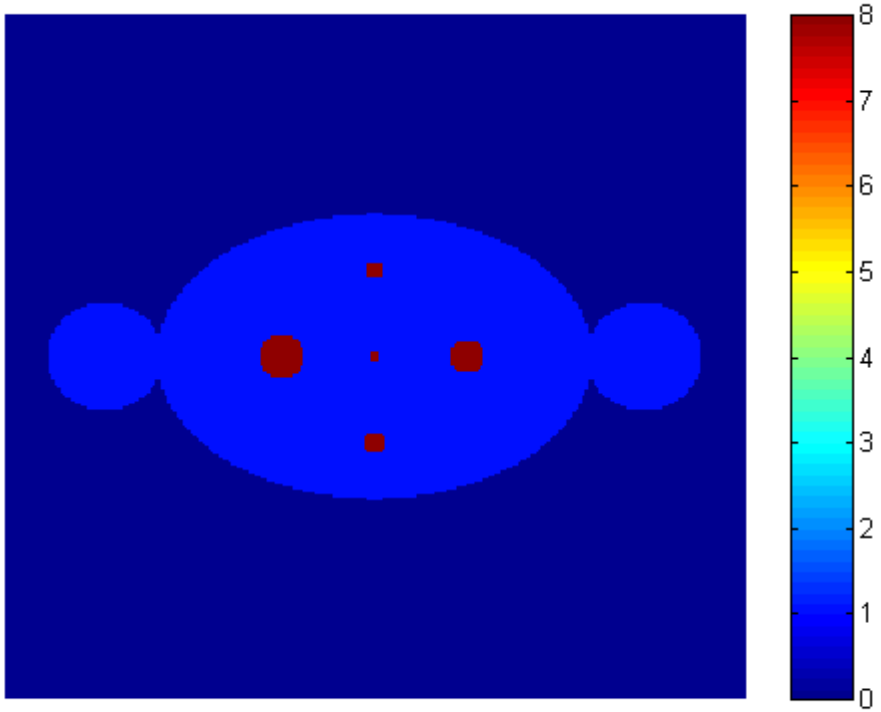




Adams et al, 2010

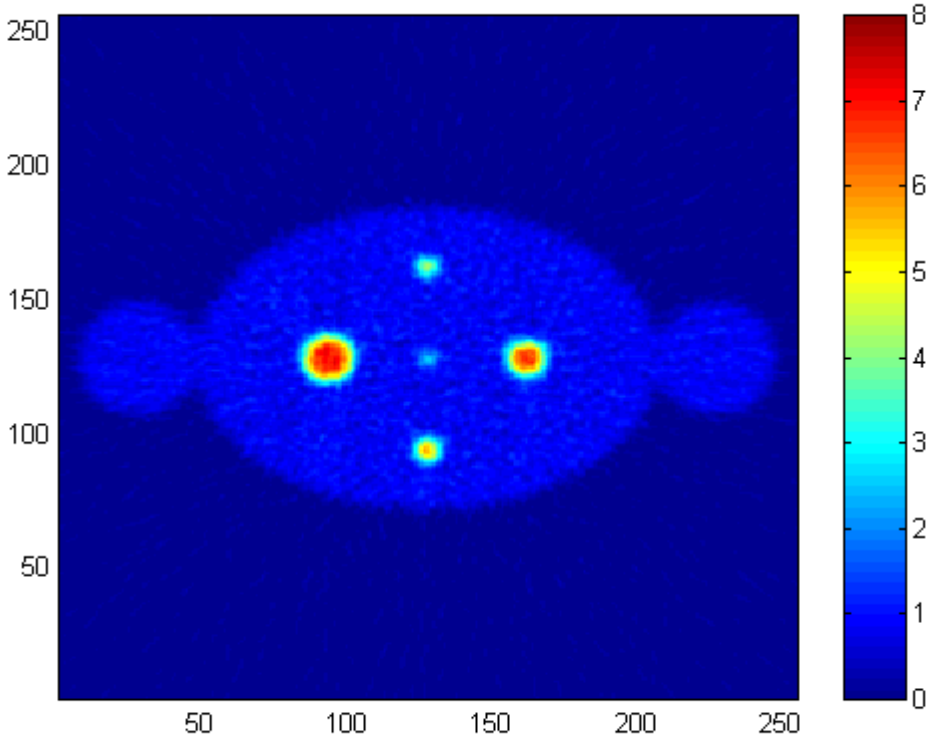
AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV - Partial volume effect



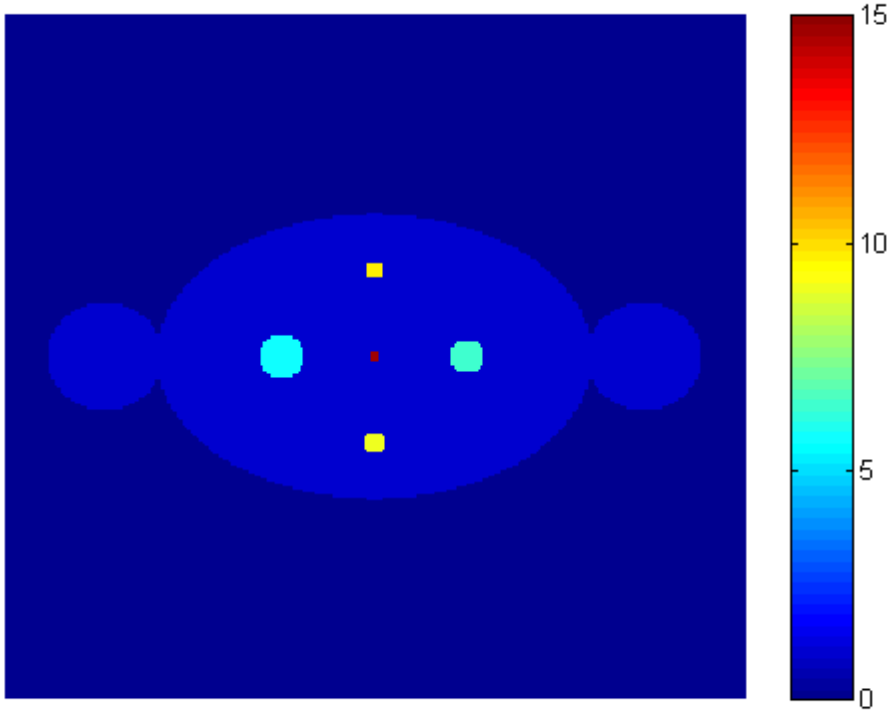
AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV - Partial volume effect



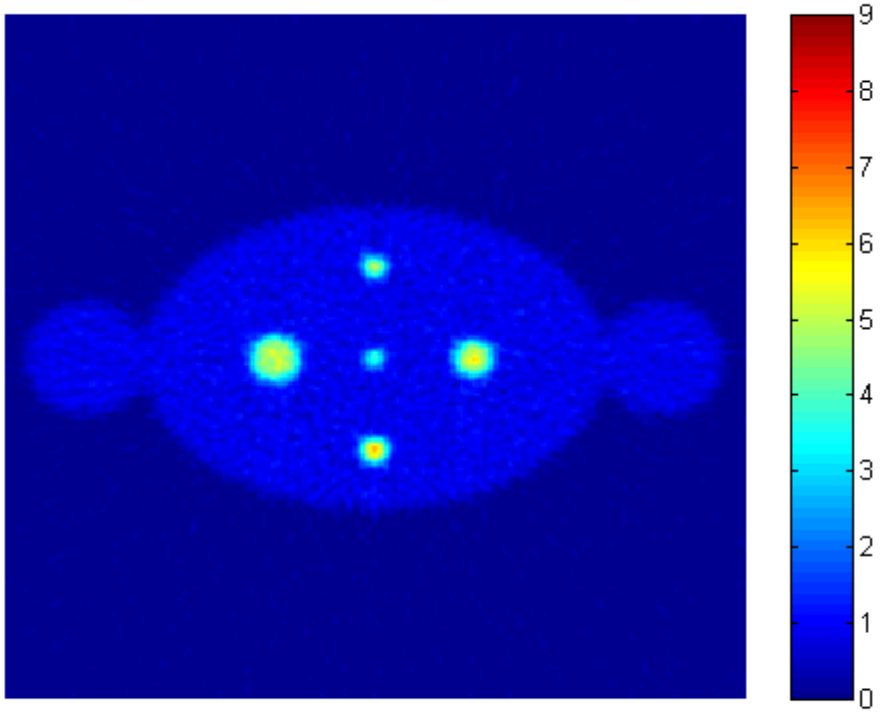
AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV – Partial volume effect



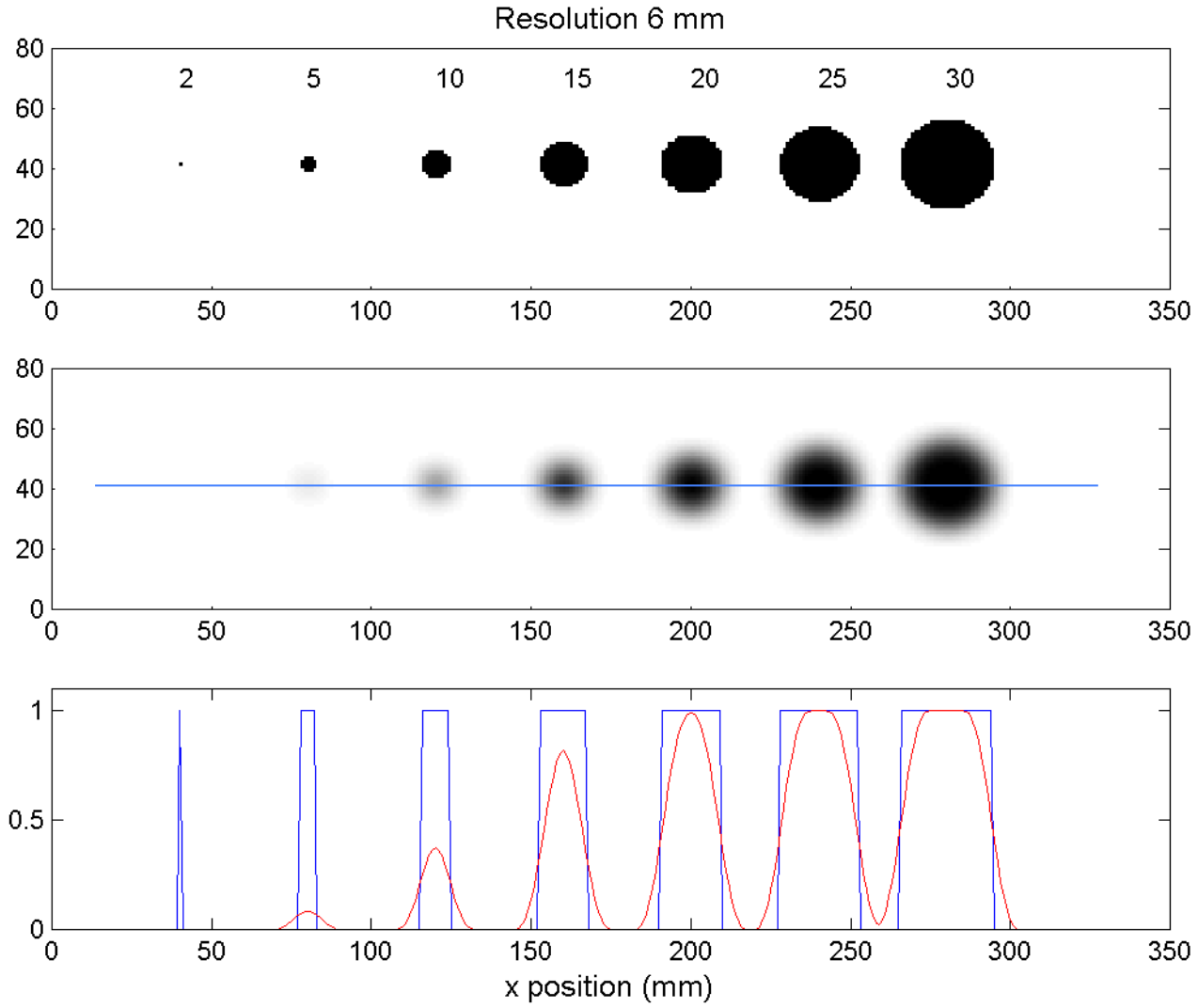
AKADEMISKA SJUKHUSET

SUV – Partial volume effect



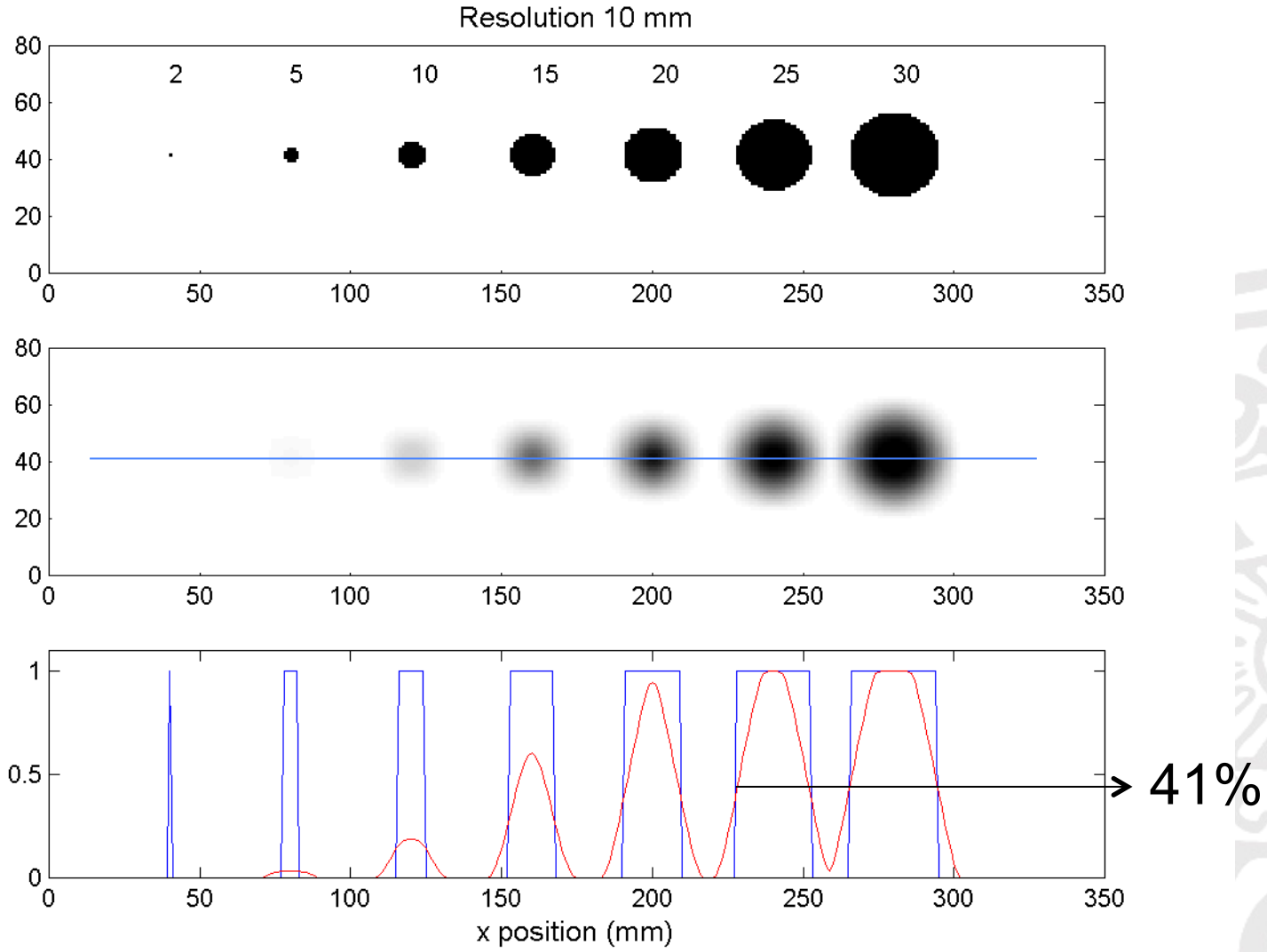
AKADEMISKA SJUKHUSET

Partial volume effect



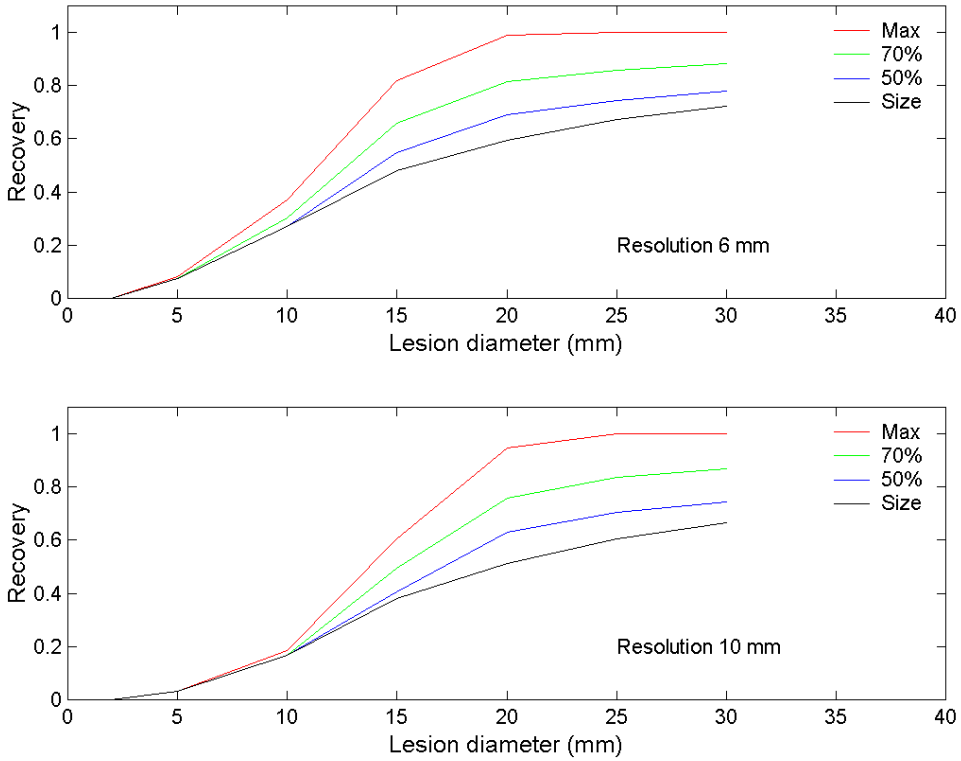
AKADEMISKA SJUKHUSET

Partial volume effect



AKADEMISKA SJUKHUSET

Partial volume effect



AKADEMISKA SJUKHUSET

Respiratory motion

TABLE 1

Data for 5 Patients with 8 Lesions: Displacement of Lesion Position Between EI and EE Phases, GTV_{50}, Displacement Volume, and Difference in SUV_{max}

Lesion	Lesion displacement (mm)	GTV_{50} (mm^3)	Displacement volume (%)	Difference in SUV_{max} (%)
P1-LL	8.4	6,280	45.5	7
P1-LH	6.4	5,570	36.1	6
P2-UR	10.6	4,180	65.8	7
P3-LL	5.4	11,780	23.7	22
P4-LL	24.7	22,800	87.1	21
P4-LY	8.5	19,860	31.4	24
P4-PV	19.4	8,970	93.3	20
P5-LL	10.0	10,420	45.8	15

LH = left hilar, LL = lower left, LY = mediastinal lymph node, PV = prevascular lymph node in mediastinum; UR = upper right.

-Shallow-breathing CT: misses lesions < 1cm!

-Poor SUV reliability in lung lesions

Erdi et al, J Nucl Med 2004

AKADEMISKA SJUKHUSET

Slutsats

- SUV är ett enkelt mått som korrelerar bra med tumörens glukosmetabolism

- Kalibrering och standardisering krävs för bra resultat!