

**Kan vismutskydd påverka  
stråldosen och den diagnostiska  
bildkvaliteten vid  
datortomografi av thorax?**

**Effect on radiation dose and  
image quality with breast  
shielding in CT of the thorax**

Examensarbete Avancerad Nivå, 15 hp, Hötterminen 2012

Författare: Maria Zielinski, Röntgen  
Handledare: Anders Sundin, Röntgen  
Bihandledare: Henrik Andersson, Sjukhusfysik  
Patrik Nowik, Sjukhusfysik

## Inledning

- 0 Vid datortomografi finns möjlighet att använda vismutskydd som läggs på patienten för att skydda ögonen, sköldkörteln och bröstkörtlarna
- 0 Vilken effekt vismutskydd har avseende stråldoserna till känsliga organ eller på den diagnostiska bildkvaliteten är fortfarande inte tillräckligt utrett
- 0 En pilotstudie med användande av vismutskydd på barn vid Astrid Lindgrens Barnsjukhus, har visat upp till 30 % dosreduktion till bröstvävnad med bibehållen diagnostisk kvalitet
- 0 Internationella studier rapporterar en motsvarande stråldosreduktion med vismutskydd mellan 30 % och 40 %
- 0 Som rutin används inga externa strålskydd vid DT undersökningar i dagsläget, trots att datortomografi är en av de mest stråldosbelastande modaliteterna inom sjukvården
- 0 Projektet undersöker möjligheten att använda vismutskydd över bröstkörtlarna på kvinnor som genomgår DT thorax vid samt dess inverkan på stråldoserna och på den diagnostiska bildkvaliteten. De två metoderna som utreds är användningen av vismutskydd samt en global sänkning av rörströmmen.

## Syfte

- 0 Syftet med denna studie är att undersöka vilken metod utav vismutskydd och global sänkning av rörströmmen som påverkar den diagnostiska bildkvaliteten vid DT thorax minst.

## Metod och material

- 0 En preklinisk studie med antropomorft bröstfantom och antropomorft helkroppsfantom utfördes för att beräkna stråldosen vid CT med och utan vismutskydd
- 0 En stråldosmätning gjordes för att beräkna vilken rörströmsminskning som krävs för att motsvara dosminskningen vid användning av vismutskydd
- 0 En prospektiv studie med kvinnliga patienter som remitteras till Röntgenkliniken vid Karolinska Universitetssjukhuset Solna för DT Thorax
- 0 Baserat på fantommätningar utvecklades ett protokoll som sedan applicerades på de kliniska patienterna i studien
- 0 Med hjälp av regressionslinjen utan respektive med vismutskydd;  $y = 0,0372x + 0,1608$  och  $y = 0,0372x + 0,1608$  beräknades, definierades den reducerade rörströmmen

$$\mathbf{mA\ utan = 0,59807 * mA\ med + 5,5}$$

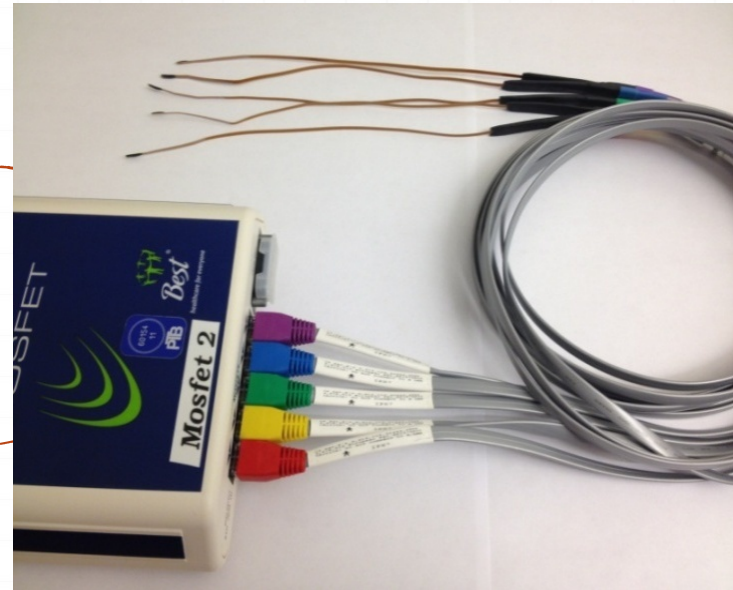
(mA utan = rörström utan vismutskydd, mA med = rörström med vismutskydd)

# Fantomstudie

Bröstoffom, CIRS Adult Male (passande till ett manligt kroppsfantom)



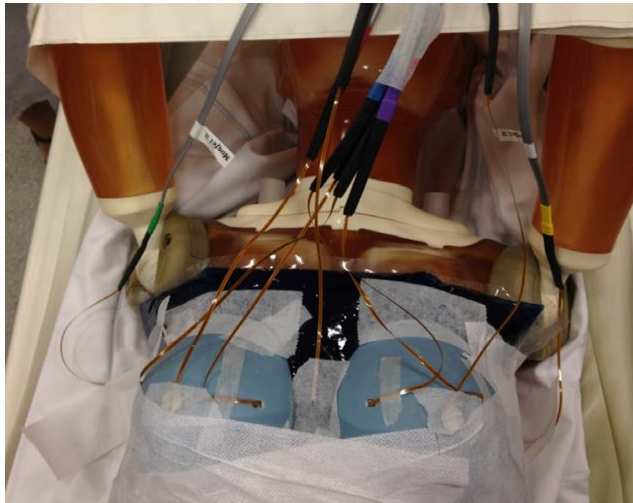
Som mätinstrument användes Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET), fem detektorer kopplade till mobileMOSFET



**Axiell teknik:** 120 kV, rotationstid 0,8 s; 40 mm kollimering, 8 bilder per rotation och 10 varv; mA förändrades manuell från 100 mA till 500 mA i steg om 50 mA

**Helical teknik:** 0,8 s; 64 x 0,625 mm kollimering, 120 kV, auto mA (min mA 150, max mA 350), smart mA, pitch 0,948; NI förändrades manuellt(Noise Index) från 15 till 35 HU i steg om 5

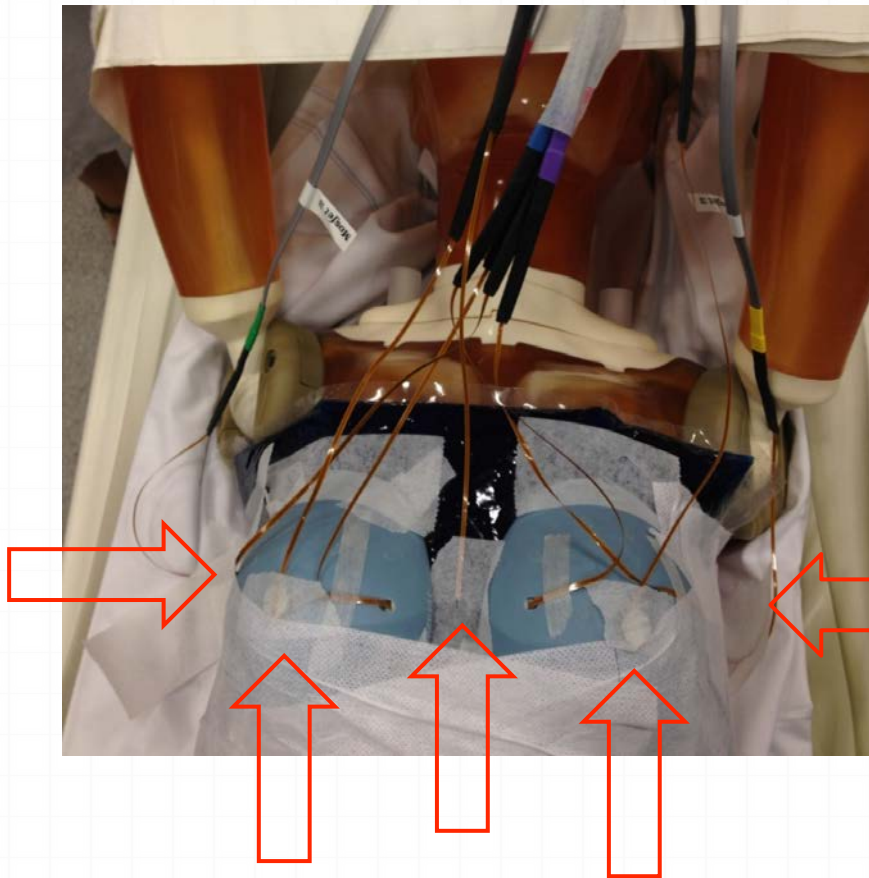
Antropomorfa fantomet med  
brösthantom och med MOSFETs  
dosimetarar



Fantomposition under scanningen  
med vismutskydd över  
bröstkörtlarna



## Fantomstudie: stråldosmätning



Dosmätningen utfördes med manuell axiell teknik i 9 mätpunkter

- 0 Det fanns två punkter i varje bröst perifert :
- 0 lateral höger , lateral vänster
- 0 medial höger , medial vänster
- 0 en mätpunkt på varje bröstkörtel; höger , vänster
- 0 en punkt mellan brösten
- 0 två mätpunkter vid höger respektive vänster scapula

# Patientstudie

## 0 Bildkvalitet

- 0 DT thorax med standardstråldos utan vismutskydd.
- 0 DT thorax över ett förkortat område (4cm) utan vismutskydd med sänkt rörström
- 0 DT thorax över ett förkortat område (4cm) med vismutskydd med grund rörström

## 0 Etiska aspekter

- 0 Etikprövningsnämnden
- 0 Strålskyddskommittèn
- 0 Information och samtycke i samband med att forskningspersoner tillfrågades om deltagande i studien

# Resultat: fantomstudie

## Stråldos vid undersökning med spiralteknik

Genomsnittlig stråldosreduktion i bröstvävnad vid manuell förändring av NI i intervallet 15 till 35HU.

Noise Index (NI)	15	20	25	20	35	
Utan vismut (mGy)	13,71	7,83	4,72	3,70	2,43	
Med vismut (mGy)	8,98	5,23	3,36	2,18	1,80	
Dos reduktion (%)	35,00	33,00	29,00	41,00	26,00	
Medel dos reduktion (%)						33,00



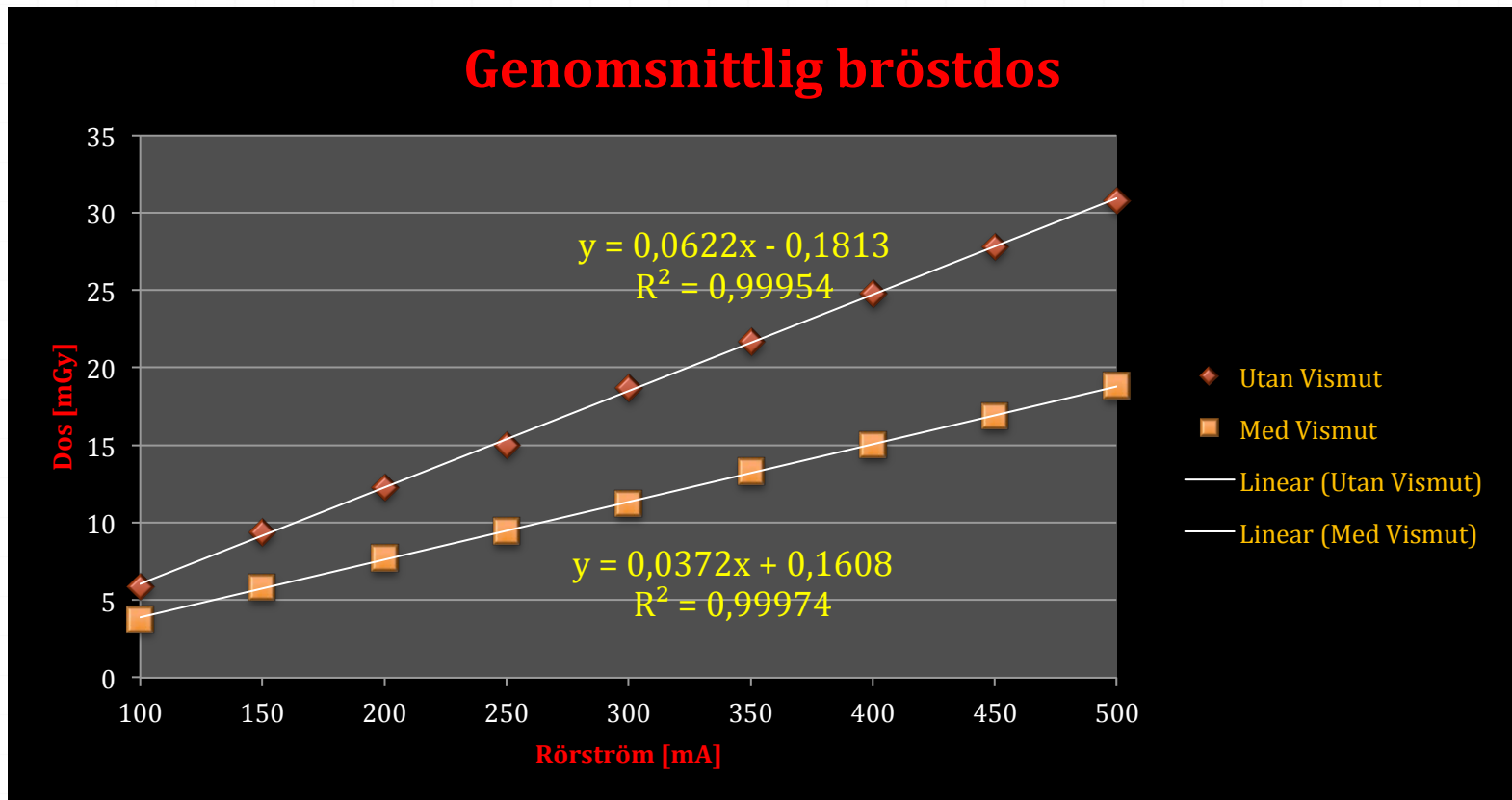


# Stråldos vid undersökning med axiell teknik

Punktdiagram med regressionslinjen och determinationskoefficienten (R<sup>2</sup>) visar genomsnittlig bröstdos för olika rörströmmar

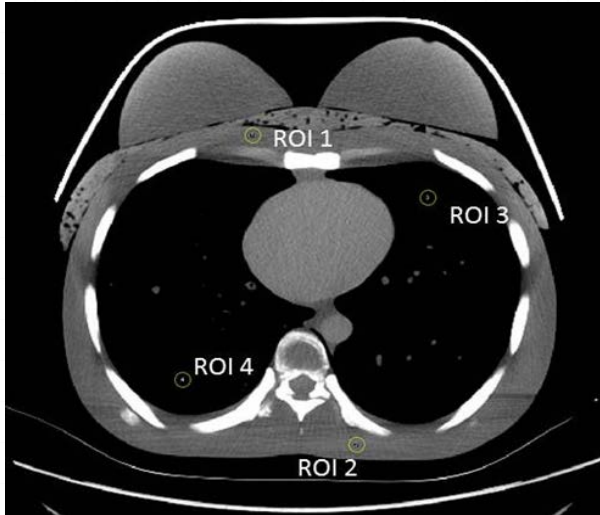
Diagrammet visar starkt sambandet mellan variablerna; mA och mGy

R<sup>2</sup> = 0,9995 innebär att 99,95 % av stråldosen (mGy) kan förklaras av den förändrade undersökningsparametern rörströmmen (mA) och att den resterande 0,05 % var beroende av annat än den matematiska modellen



## Resultat : brus

Det förelåg för de flesta rörströmmar signifikant skillnad i bildbrus mellan undersökningar utan och med vismutskyddet i denna studie ( $p < 0,05$ ).



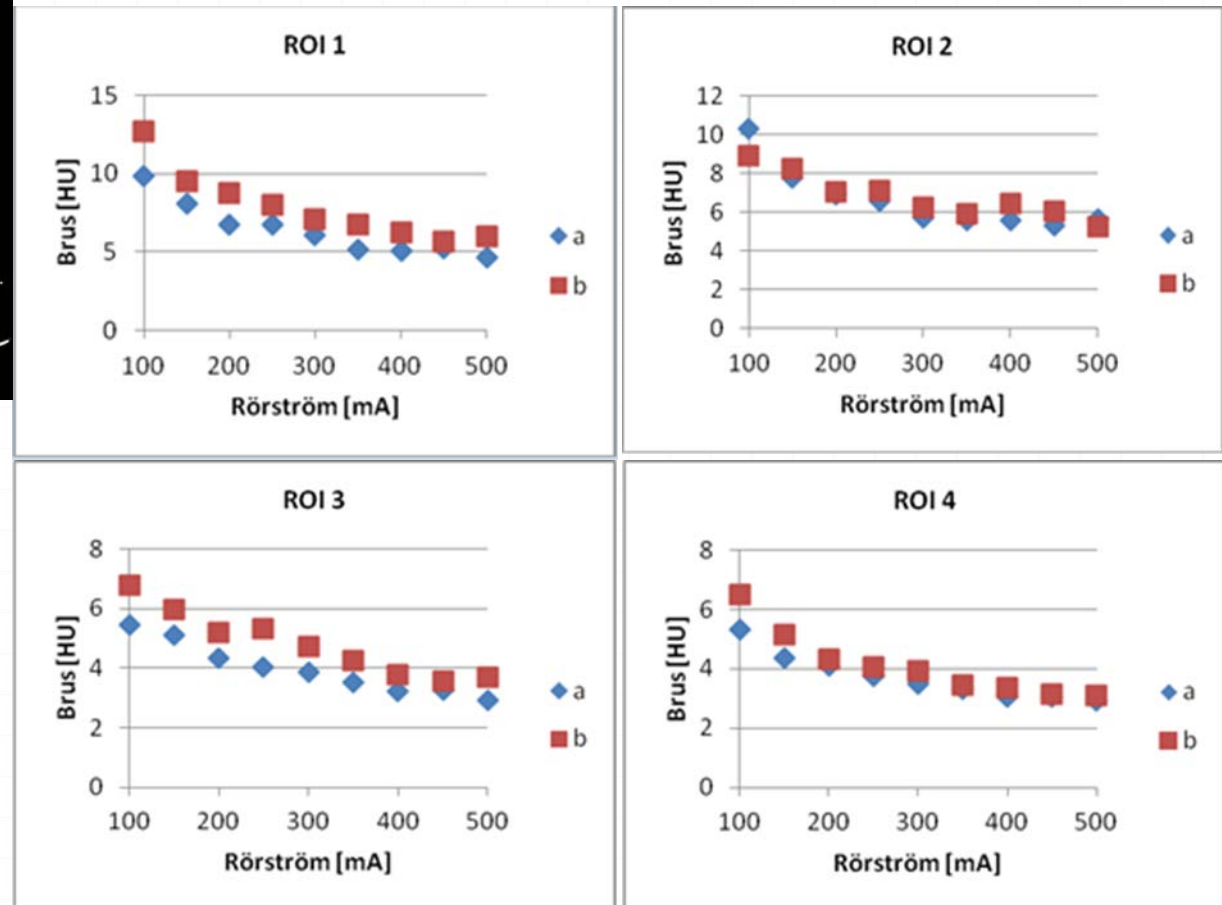
Mjukdelar (**ROI 1**) i främre bröstkorgvägg (6,4 HU) utan och (7,9 HU) med vismutskydd

Paravertebrala mjukdelar (**ROI 2**) (6,6 HU) utan och med vismutskydd (6,8 HU)

Lunga ventralt (**ROI 3**) utan (4,0 HU) och med (4,8 HU) vismutskyddet

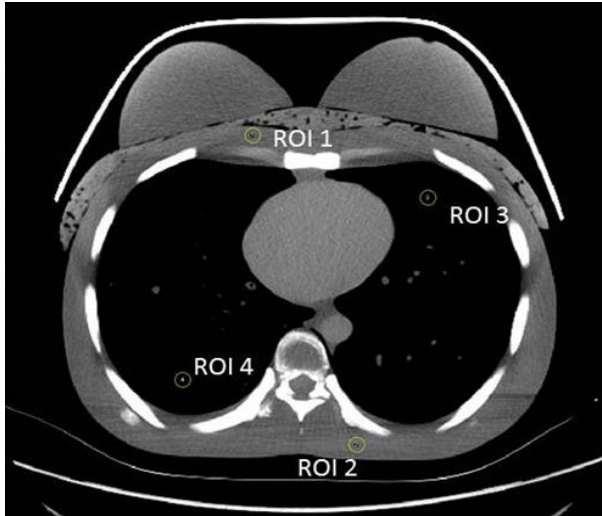
Baktill i lunga (**ROI 4**) utan (3,7 HU) och med (4,1 HU) vismutskyddet

a = utan vismut    b = med vismut



## Resultat: CT nummer (attenueringsmätningar)

Med vismutskydd förelåg för de flesta rörströmmar en signifikant högre attenuering i hela bilden ( $p < 0,05$ )



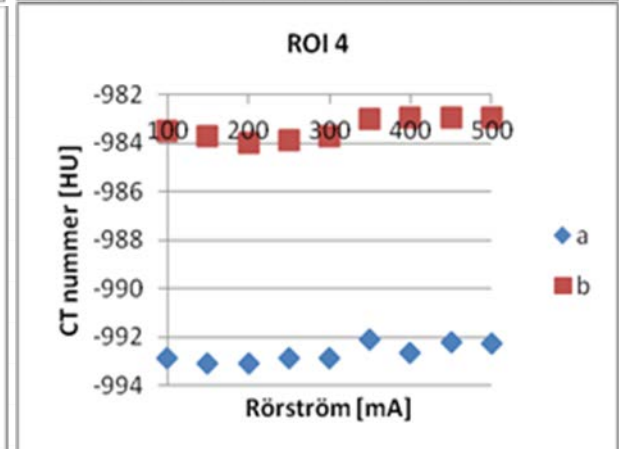
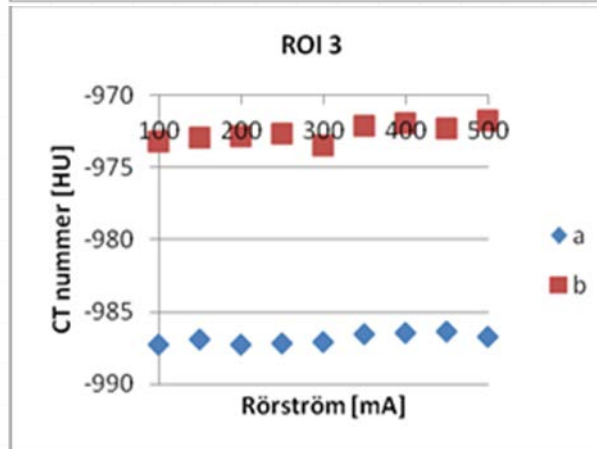
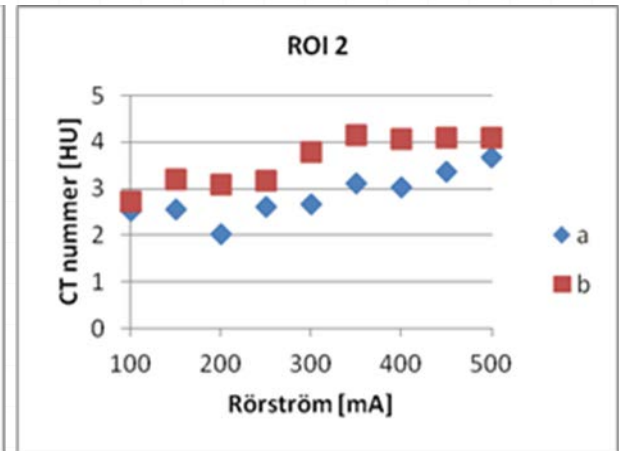
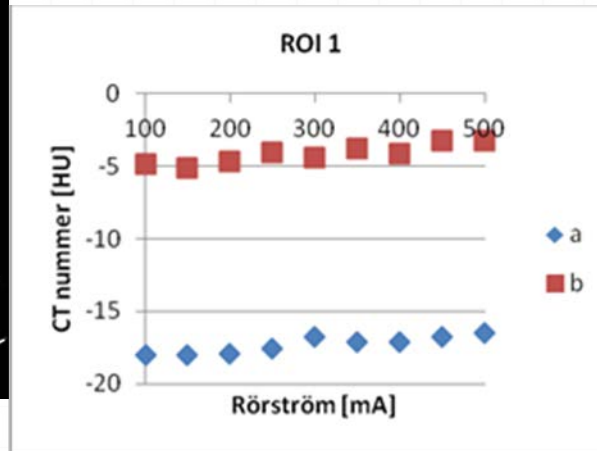
Mjukdelar (**ROI 1**) i främre bröstkorgvägg (-17,3 HU) utan och (-4,1HU) med vismutskydd

Paravertebrala mjukdelar (**ROI 2**) utan (2,8 HU) och med (3,6 HU) vismutskyddet

Lunga ventralt (**ROI 3**) utan vismutskydd (-987 HU) med vismut (-993 HU)

Baktill i lunga (**ROI 4**) med vismutskydd (-985 HU) utan (-992 HU)

a = utan vismut    b = med vismut



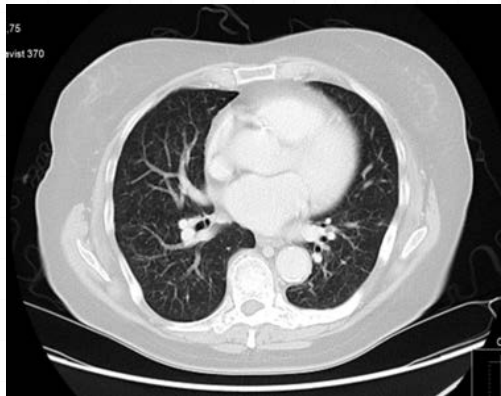
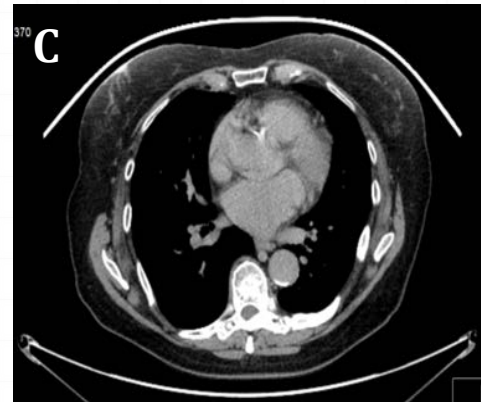
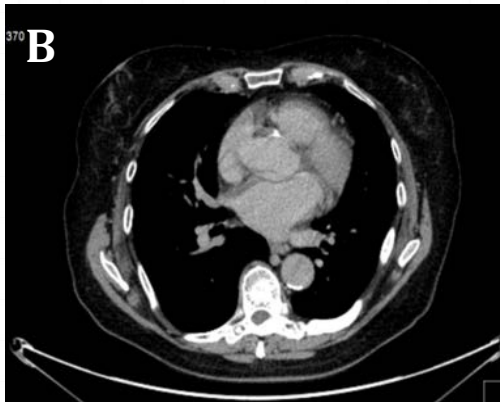
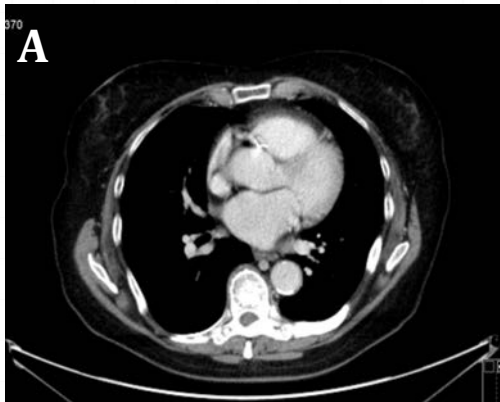
## Patientstudie: bildkvalitetsbedömning

DT-bilder från en klinisk thoraxundersökning med mjukdelsfönster C50, W350 Hu och lungfönster C-500, W1500 HU

(A) DT thorax med standardstråldos utan vismutskydd

(B) DT thorax med sänkt rörström utan vismutskydd

(C) DT thorax med grund rörström med vismutskydd

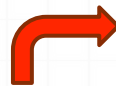


## Kvalitativ analys: mjukdelsfönster (HU); C50, W350

Sju DT-undersökningar granskades av två radiologer. Radiologerna ansåg att undersökningarna för två patienter var obedömbara p.g.a. rörelseinducerade artefakter och den kvalitativa analysen (visibiliteten) baserades på bedömning av fem patienter.

En tregradig skala: Utmärkt = 3, God = 2, Undermålig = 1

Återgivning av huvudbronker på en patient p.g.a. bronkerna fanns inte i volymen för bedömningen



Radiolog (A) + (B)		A			B			A	B
Bildkvalitetskriterier (skala 3-1)		3	2	1	3	2	1	Medelpoäng	Medelpoäng
<b>Mjukdelsfönster (HU); C50, W350</b>									
Synlighet av thorax vägg	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av thorax vägg	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av thorax vägg	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av aorta och vena cava	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av aorta och vena cava	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av aorta och vena cava	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av hjärtat	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av hjärtat	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av hjärtat	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av huvudbronker	klinisk	4	0	0	4	0	0	3	3
Återgivning av huvudbronker	utan	4	0	0	4	0	0	3	3
Återgivning av huvudbronker	med	4	0	0	4	0	0	3	3
Visualisering av pleura	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Visualisering av pleura	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Visualisering av pleura	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av mediastinum	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av mediastinum	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av mediastinum	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Artefakter	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Artefakter	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Artefakter	med	5	0	0	5	0	0	3	3

## Kvalitativ analys: lungfönster (HU); C-500, W1500

Sammanställning av totala antalet kvalitetspoäng enligt en tregradig skala: Utmärkt = 3, God = 2, Undermålig = 1. Medelvärdet av poängen för alla patienterna beräknade för respektive radiolog

Båda radiologerna sänkte betyg till (god) för återgivning av lungparenkym och visualisering av lungkärlen

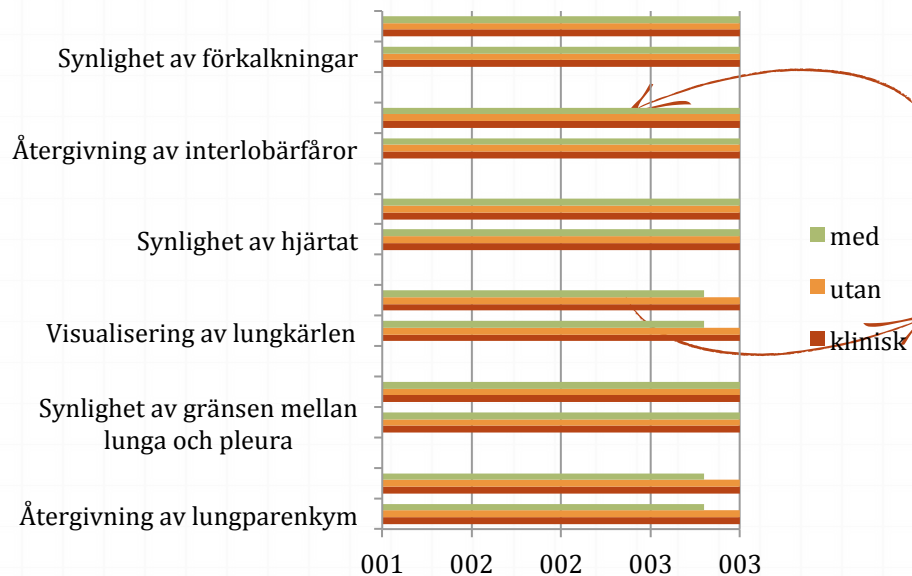
Radiolog (A) + (B)		A		B		A	B		
Bildkvalitetskriterier (skala 3-1)		3	2	1	3	2	1	Medelpoäng	Medelpoäng
<b>Lungfönster (HU); C-500, W1500</b>									
Återgivning av lungparenkym	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av lungparenkym	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av lungparenkym	med	4	1	0	4	1	0	2,8	2,8
Synlighet av gränsen mellan lunga och pleura	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av gränsen mellan lunga och pleura	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av gränsen mellan lunga och pleura	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Visualisering av lungkärlen	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Visualisering av lungkärlen	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Visualisering av lungkärlen	med	4	1	0	4	1	0	2,8	2,8
Synlighet av hjärtat	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av hjärtat	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av hjärtat	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av interlobärfårer	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av interlobärfårer	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Återgivning av interlobärfårer	med	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av förkalkningar	klinisk	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av förkalkningar	utan	5	0	0	5	0	0	3	3
Synlighet av förkalkningar	med	5	0	0	5	0	0	3	3

# Patientstudie: kvalitativ analys

## Lungfönster (HU); C-500, W1500

Resultatet för sammanfattande bildkvalitetsbedömning för radiolog  
A: stapel 1 och radiolog B: stapel 2

Medelvärdet av poängen, bildkvalitetskriterier (skala 3-1)



0 Kvalitetsförsämring med vismutskydd hos en patient. Båda radiologerna sänkte betyg till (god) för återgivning av lungparenkym och visualisering av lungkärlen

0 En tregradig skala: Utmärkt = 3, God = 2, Undermålig = 1



# Diskussion

## Begränsningar i studien var att:

- 0 Användes ett antropomorft helkroppsfantom tillsammans med ett separat bröstfantom från annan tillverkare för att simulera en vuxen kvinna
- 0 Bröstfantomens storlek var fast och kunde därmed inte reflektera de kliniska förhållandena där bröstens storlek varierar mellan patienterna
- 0 Dosmätningarna utfördes med manuell axiell teknik över ett begränsat område där vismutskyddet placeras. Det ideala är att genomföra alla undersökningar och stråldosmätningar med samma spiralteknik för att få en statistiskt säker jämförelse mellan beräkningarna i fantomstudien och i de kliniska undersökningarna
- 0 I patientstudien någon kvantitativ klinisk jämförelse av stråldosen utan och med vismutskydd inte utfördes. Emellertid krävs repetitiva mätningar vid patientundersökningar och detta inte är görliga av strålhygienskäl
- 0 Det finns en svaghet i bildkvalitetsbedömningen eftersom bildkvaliteten graderades bara enligt en tregradig skala (utmärkt, god, undermålig)
- 0 Den stora begränsningen i vår patientstudie ligger framförallt i det sparsamma patientmaterialet (7 patienter) som inte medger att den entydliga slutsatsen kan dras

# Diskussion

## Styrkor i studien var att:

- 0 De MOSFET-detektorer som användes var kalibrerade i Tyskland, mot Physicalisch-Technische Bundesanstalt i Berlin. Osäkerheten i mätningarna är beroende på strålkvalitet upp till 10 %.
- 0 Undersökningarna i fantomstudien utvärderades både kvantitativt och kvalitativt.
- 0 En styrka med vår fantomstudie är att ImageJ datormjukvaran användes för den kvantitativa utvärderingen.
- 0 Den statistiska analysen av mätdata utfördes i form av linjär regression och med parastudents t-test.
- 0 I patientstudien för den kvalitativa analysen användes European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography som verktyg vid bildkvalitetsbedömning.

## Konklusion



- 0 Användning av vismutskydd ger möjligt till 30 % - 40 % dosreduktion till bröstvävnaden vid DT thorax och samma dosreduktion kan uppnås med en globalt sänkt rörström.
- 0 Vismutskydd kan sänka stråldosen men brus ökar signifikant liksom CT nummer i bilderna
- 0 I denna studie var antalet patienter i den kliniska delen för få för att kunna dra några säkra slutsatser om vilken av de jämförda metoderna som är att föredra för att åstadkomma den önskvärda stråldosreduktionen.