

Aspects on Image Quality in Radiologic Evaluation of the Urinary Tract

Reducing dose in urography while maintaining image quality – a comparison of storage phosphor plates and a flat-panel detector

Margareta Jansson(1), Håkan Geijer(1), Jan Persliden(2), Torbjörn Andersson(1)

1. Department of Radiology, Örebro University Hospital, SE-701 85 Örebro, Sweden

2. Department of Medical Physics, Örebro University Hospital, SE-701 85 Örebro, Sweden and Department of Medicine and Care, Faculty of Health Sciences, Linköping University, SE-581 85 Linköping, Sweden.

Introduktion

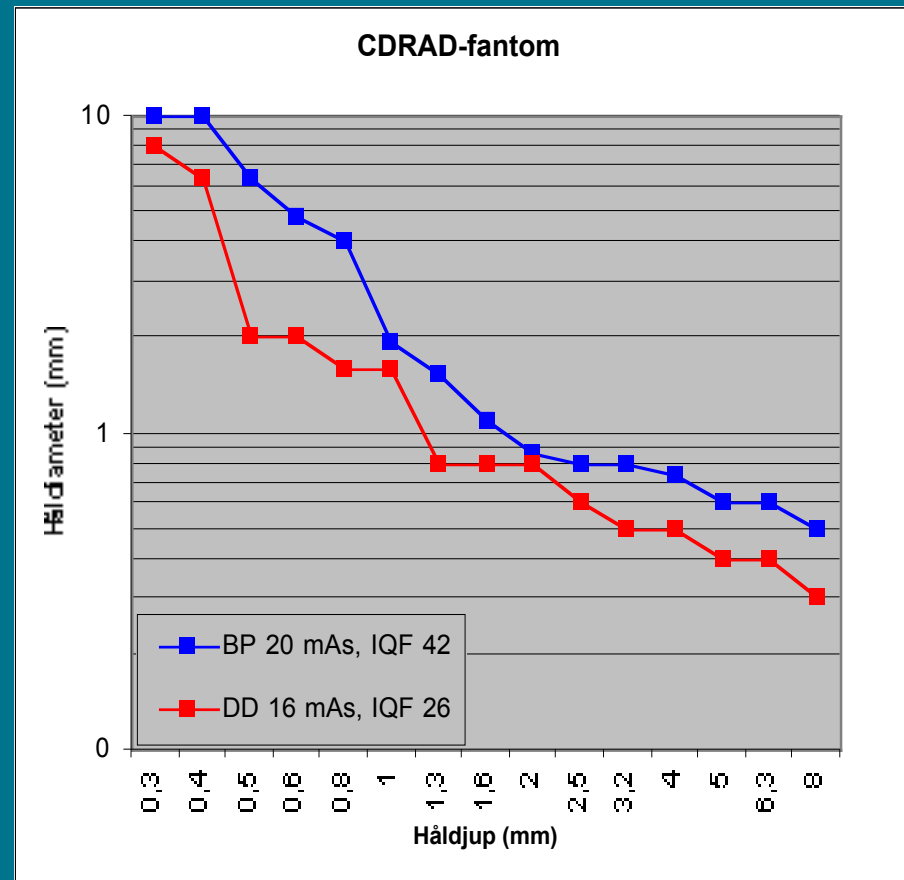
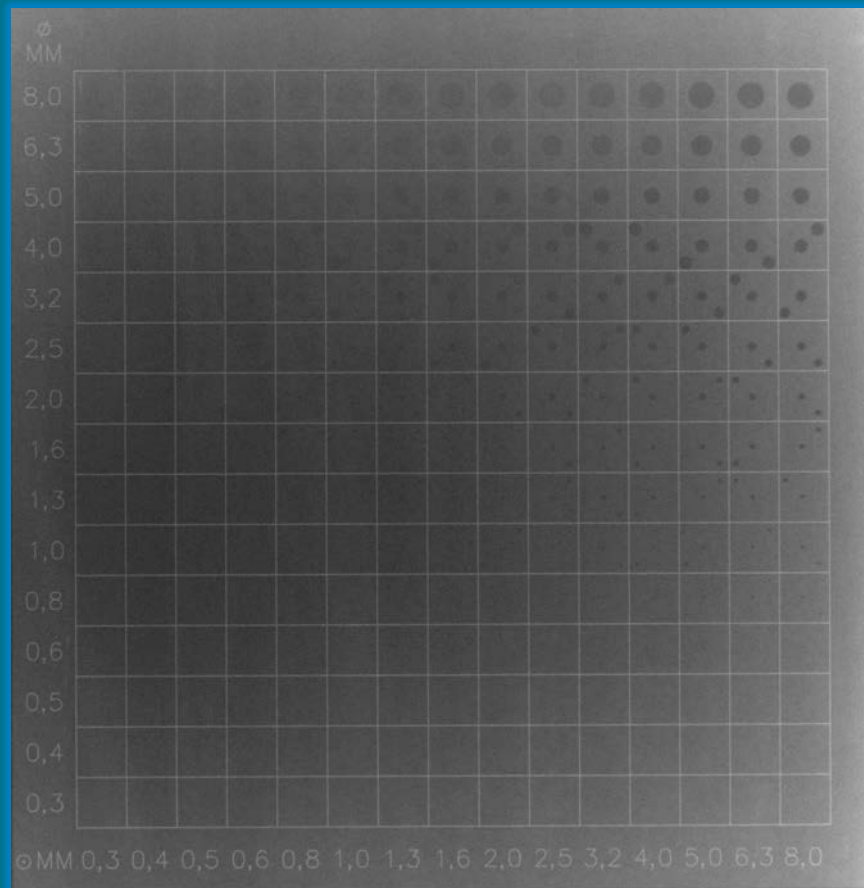
- . Introduktion av direkt digitala detektorer
- . Dosnivåer rekommenderade av tillverkare var ofta för höga
- . Om ett digital system uppgraderades till direkt digitala detektorer har det tidigare optimeringsarbete förlorats
- . Behov av verktyg för jämförelse av bildkvalitet av båda system

Målsättning

- Studiens syfte var att hitta detektordos som ger jämförbar bildkvalitet med båda digitala system med användning av CDRAD kontrast-detalj fantom och beräkning av Image Quality Figure
- Testa om dosreduktion fastställd i en fantomstudie verkligen resulterar i bilder av jämförbar kvalitet i en klinisk studie med urografi som klinisk modell.

CDRAD fantom

$$IQF = \sum_{i=1}^{15} C_i \cdot D_{i,th}$$



Bedömare indikerar i vilket hörn befinner sig det borrarade hålet. Från den informationen kan man skapa en graf där man noterar det sist korrekt angivna hållokalisation. Man kan räkna fram ett numerisk värde - image quality figure (IQF). Lägre IQF indikerar bättre bildkvalitet.

Studieplan

- Fantom studie:
 - Tre bedömare
 - IQF beräknades för referens fantombild erhållen med bildplatta med automatisk exponeringskontroll och standardinställningar för urografi
 - IQF beräknades för flera bilder erhållna med direkt digital systemet och varierande mAs. Entrance dose och mAs var noterad för alla bilder.

Resultat av fantomstudien

System	Rörspänning (mAs)	Entrance Surface Dose (mGy)	% of ESD	IQF	Inter observer SD
Bildplatta	54.5	2.09	100	43	2.0
Direkt digital detektor	40	1.64	78	29	0.6
	25	1.04	50	37	1.7
	20	0.83	39	37	1.5
	16	0.66	32	39	2.5
	12.5	0.52	25	41	3.2
	10	0.41	20	48	5.5
	6.3	0.26	12	69	7.6
	4	0.17	8	81	9.5

Klinisk studie

30 patienter inkluderades



Bildplatta "referensbild"



direkt digital detektorbild

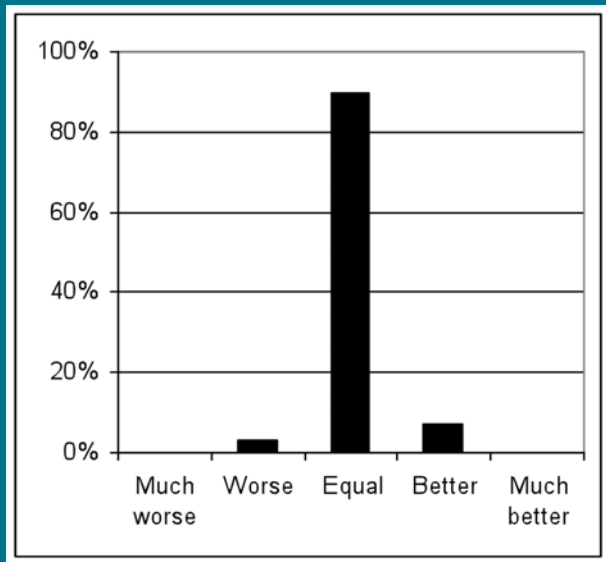
Visual grading

- Tre bedömare
- Bedömd kriterier
 - Reproduction of the *area* of the whole urinary tract
 - Reproduction of the *kidney* outlines
 - Visualisation of the *psoas* outlines
 - Visually sharp reproduction of the *bones*
 - Human visual noise assessment
 - Overall quality
- 5-gradig skala:
 - 2 mycket sämre,
 - 1 sämre,
 - 0 lika bra,
 - 1 bättre,
 - 2 mycket bättre jämfört med referensbilden

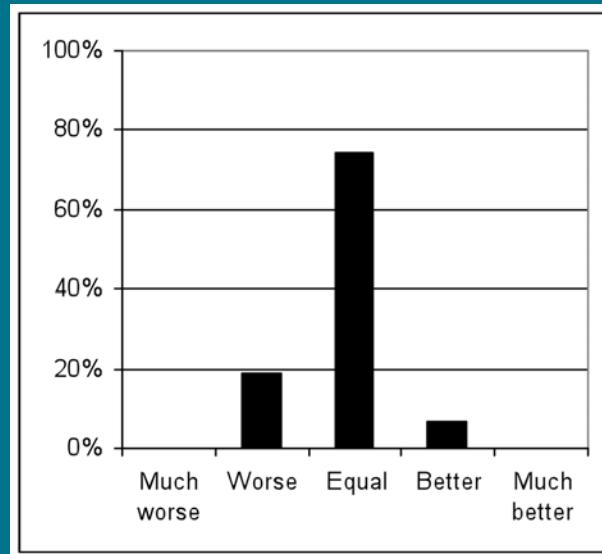
$$VGAS = \frac{\sum_{o=1}^O \sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^S G_{o,i,s}}{O \times I \times S}$$

Resultat

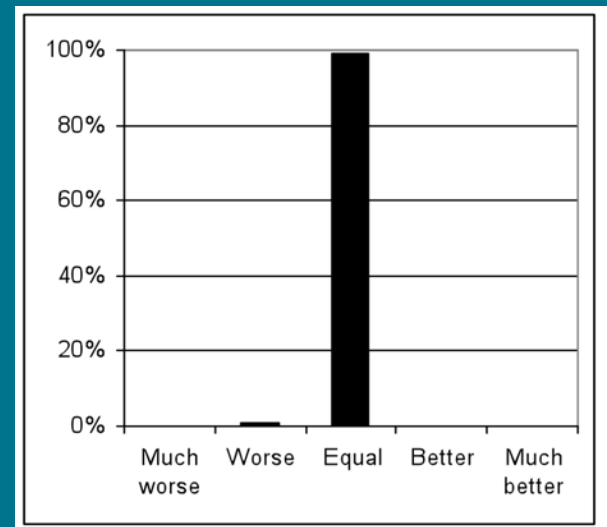
VGAS EU-criteria = 0,03



EU - criteria



Human visual
noise assessment



Overall quality

- För att få objektiv värdering av brusnivå i bildparen har vi mätt brus som standard avvikelse i en region of interest (ROI) placerad i ett område i bilden där bakgrunden var anatomisk homogen (över lever). Placering av ROI var identisk i bildparen men kunde variera från par till par.
- För jämförelse av brusnivå, parat T test visade ingen statistisk signifikant skillnad mellan bildparen (medel differens = 0.633 arbiträra enheter, 95% CI -0.135 to -1.402, $p = 0.1$, i gruppen av bildplattebilder medel = 11.9, SD = 3.7, i gruppen av direkt digitala bilder medel = 11.3, SD = 3.2).

Slutsatser

- I en fantomstudie jämförbar bildkvalitet var uppnådd med 70% av dosreduktion vid övergången från bildplattesystem till direkt digitala detektorer
- Den kliniska studien verifierade resultaten av fantomstudien
- The CDRAD kontrast –detalj fantom är ett användbart verktyg för bedömning av bildkvalitet vid övergång till ett nytt system med direkt digitala detektorer
- I framtiden önskvärd med datoriserad analys av CDRAD bilder

Bowel preparation for excretory urography is not necessary: a randomized trial

Margareta Jansson, Håkan Geijer, Torbjörn Andersson

Department of Radiology, Örebro University Hospital, SE-701 85 Örebro, Sweden

Introduktion

- Laxering förekommer som rutin inför urografi i många radiologiska kliniker i landet
- Förberedelserutiner skiljer sig mellan radiologi kliniker
- Oenighet gällande rekommenderade förberedelserutiner mellan olika författare av radiologiska textböcker

Methods and materials

- Deltagare

Inklusionskriterier:

Öppenvårdpatienter äldre än 15 år remitterade för urografi undersökning

Exklusionskriterier:

kontraindikationer för laxering som tunntarmsstomi, kolostomi och tidigare kolonresektion

Material och metod

- Intervention

grup 1 :

- standard förberedelse - 2 l polyethylenglykol electrolitlösning (Laxabon[®]) och instuktion att fasta 4 timmar innan laxeringen. Laxeringstart eftermiddag dagen före undersökning

grup 2 :

- instruktion att fasta 12 timmar före undersökningen

grup 3 :

- inga förberedelse alls

Material och metod

- Planering av studien

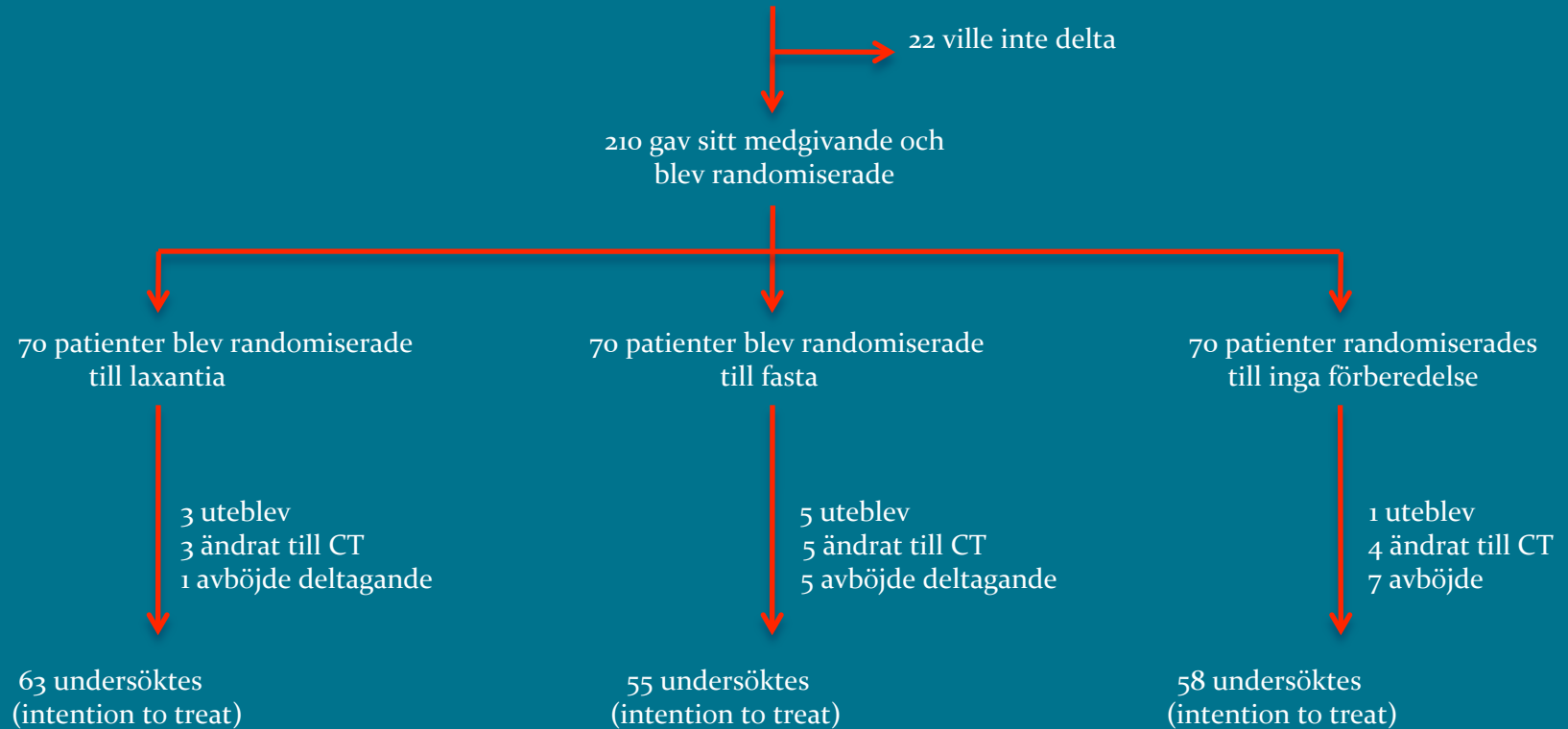
Studien var planerad som ekvivalensstudie med uträkning av antal deltagare (power) baserad på resultat av pilotstudien.

Studiens storlek baserades på beräkning av power där power var satt till 90 % på 5 % signifikansnivå. Detta resulterade i 44 deltagare per grupp, sammanlagt ca 150 patienter. Ekvivalens var definierad som en differens inte större än 0.5 poäng på EU kriterieskalan där maximalpoäng var 9

Material och metod

Försöksprofil

232 tillfrågades om deltagande



Material och metod

- Undersökningar utfördes med direkt digitala detektorsystem enligt vår klinisk standard, 12 bilder före och efter i.v. kontrast medel tillförsel, med bukkompression och tomografi

Material och metod

- Bildkvalitet

Det primära utfallet var bildkvalitetsbedömning enligt kriterier av Europeisk Kommision för urografi

Bildkvalitet

- Tre radiologer blindade för förberedelsemetoden har utvärderat alla bilder oberoende. Uppfylld kriteriet räknades som 1 och icke-uppfyllt som 0 - enligt Image Criteria Fulfillment.
- Kriteriet var räknad som uppfyllt bara om det var 100% överensstämmelse mellan alla tre bedömare, alla har bedömd det som uppfyllt

Bildkvalitet

- Bedömare har även bedömd alla bilder med avseende på kvarvarande gas och tarminnehåll

Referens patient
(ej inkluderat i studien)



Bildkvalitet

Det undersökta område blev indelad i fyra kvadranter med medellinjen och horisontellinje i nivå med tredje lumbala kotkroppen

3 - gradig skala VGA:

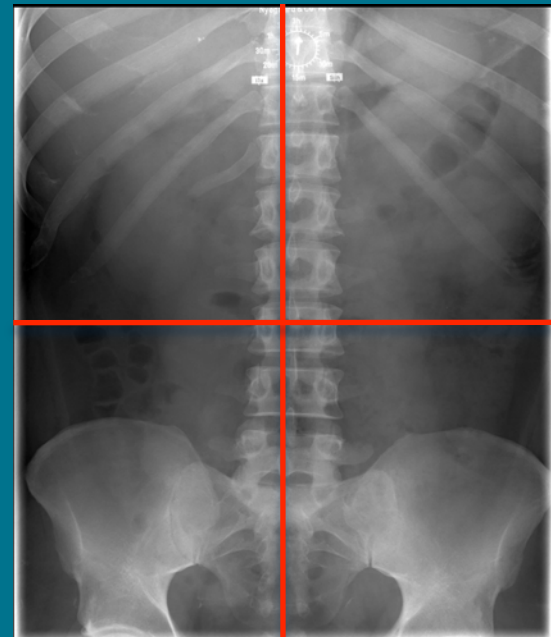
- 1 - sämre än referensbilden,
- 2 - likvärdig referensbilden,
- 3 - bättre än referensbilden

HÖ

VÖ

HN

VN



Resultat

	n	Mean	SD
Preparation 1	63	8.58	0.58
Preparation 2	55	8.58	0.46
Preparation 3	58	8.62	0.51

	Difference	95% CI	P-value
Preparation 1-2	0.00	-0.19-0.19	0.992
Preparation 1-3	-0.04	-0.24-0.15	0.659

- Till intention to treat analys av image quality criteria användes t-test

Resultat

Utvärdering
av patienternas
förberedelse

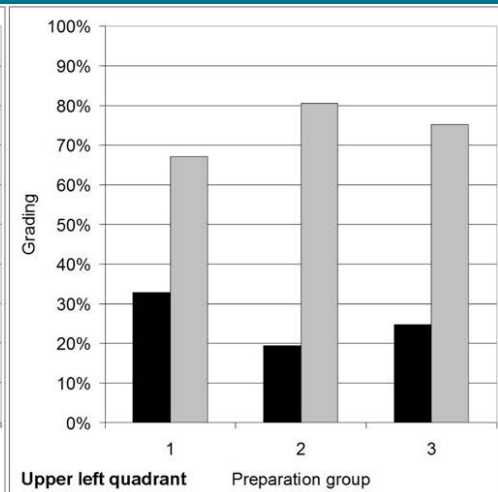
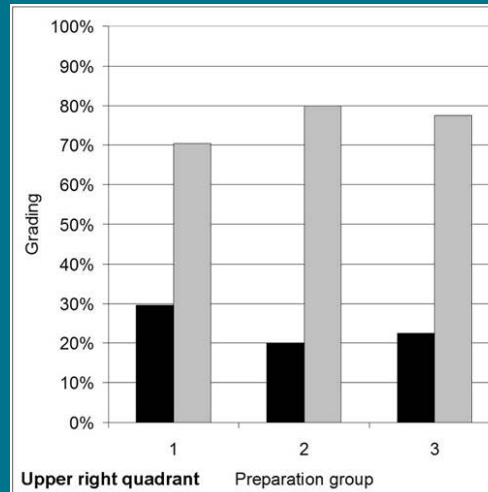
Intestinal gas

1 - laxering

2- fasta

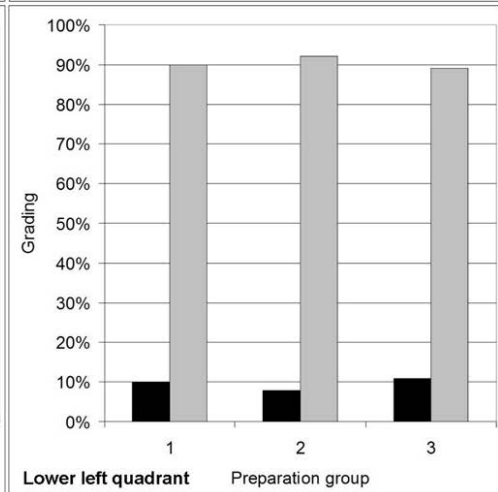
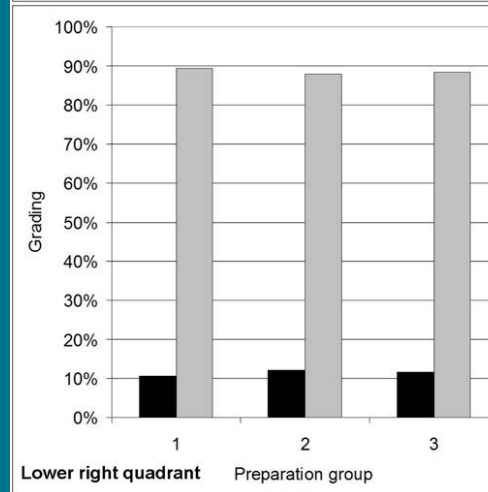
3- inga förberedelse

HÖ



VÖ

HN



VN

Svart stapel – sämre än referens

Grå stapel – lika bra eller bättre än referens

Resultat

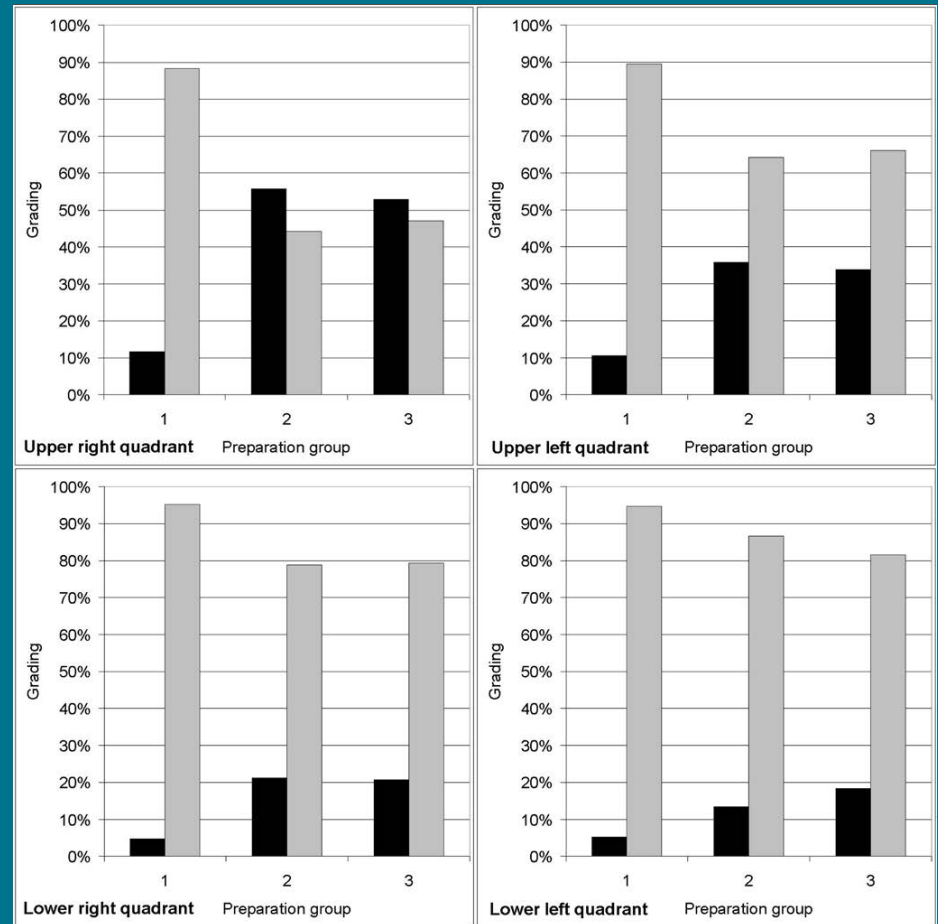
Utvärdering
av patienternas
förberedelse

HÖ

Tarminnehåll

1 - laxering
2- fasta
3- inga förberedelse

HN



VÖ

VN

Svart stapel – sämre än referens
Grå stapel – lika bra eller bättre än referens

Resultat

Resultat av patienternas
förberedelseutvärderingen

Ingen skillnad mellan grupperna gällande kvarvarande intestinal gas.

Fler bilder av patienter i grupp 1 (laxering) var bedömda "likvärdiga eller bättre" jämfört med referenspatientens bild som tecken på att laxering var effektiv

Slutsatser

- Vår studie visade jämförbar bildkvalitet i alla förberedelsegrupper med användning av vår standard protokoll med bukkompression och tomografi.
- Man borde därför avstå från laxering som rutin

Virtual non-contrast dual-energy CT compared to single-energy CT of the urinary tract – a prospective study

- Margareta Lundin (1), Mats Lidén (1), Abdulilah M. Ahmed(2),
 - Håkan Geijer (1), Torbjörn Andersson (1), Anders Persson (3)
-
- (1) Röntgenkliniken, Universitetssjukhuset I Örebro,
 - (2) Röntgenkliniken, Universitetssjukhuset i Linköping,
 - (3) CMIV, Linköpings universitet/US, 581 83 Linköping.

Introduktion

- Datortomografi där information samlas från två roterande röntgenrör som drivs med olika rörspänning utnyttjar små attenueringskillnader i bildinformationen från detektorerna kopplade till respektive röntgenrör.
- Den skillnaden är specifik för varje vävnad, vilket gör det möjligt att särskilja olika typ av vävnader. Detta är särskild effektivt för benvävnad och intravenöst jod kontrastmedel.
- Det möjligt att producera virtuella icke kontrastförstärkta datortomografiserier från serier där den intravenösa kontrastmedlet tagits bort genom bildbehandling.

Introduktion

- Med första generationens dubbelenergiteknik har bruset i dem virtuella icke kontrastförstärkta bilderna varit en begränsande faktor för den diagnostiska bildkvaliteten.
- Med en andra generation av dubbelenergidatortomografi har man kunnat separera fotonpektra på ett mer effektivt sätt. På grund av detta finns nu en teoretisk möjlighet att erhålla bilder med bättre bildkvalitet kombinerat med lägre stråldos till patienten.

Målsättning

- Att jämföra bildkvalitet av virtuella icke kontrastförstärkta bilder med enkel energi bilder kommande från första och andra generationen av dubbelenergi datortomografi.

Material och metod

- Den första jämförelsen har vi utfört för en grupp av 30 patienter undersökt med första generationen av dubbelenergitekniken.
- Den andra jämförelse utfördes i en grupp av 30 andra patienter undersökta med andra generationen av dubbelenergi datortomografin.
- Patienter remitterades för CT undersökning pga hematuri, alla patienter har givit sitt medgivande till deltagande i studien

Material och metod

Serie nummer	beskrivning	Definition kV tub A	Definition kV tub B	Flash kV tub A	Flash kV tub B
1	Scout	120		120	
2	Översikt över urinvägarna före tillförsel av iv kontrastmedel	120		120	
3	Dubbelenergi över njurarna 90 sec efter iv kontrasttillförsel	80	140	100	140
4	Dubbelenergi över urinvägarna 10 min efter iv kontrast tillförsel	80	140	100	140

I studien har vi använd serie nr 2 och 3 för analyser av bildkvalitet

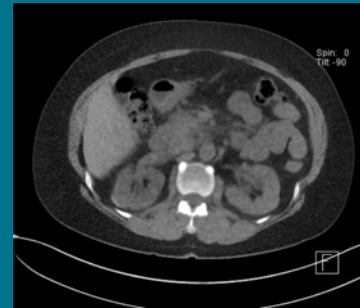
Material och metod

- Av dubbelenergiserien har vi skapad en virtuell icke kontrastförstärkt serie för varje undersökning

Enkel energi



Virtuell



Somatom
Definition

Somatom
Definition
Flash



Material och metod

Alla enkel-energi bilder och virtuella icke kontrastförstärka bilder bedömdes enligt EU kriterier för datortomografiundersökning av urinvägar. Vi har lagt till en subjektiv bedömning av bruset och "overall quality" till övriga kriterier.

Criterion number	Description
1	Clear reproduction of the renal parenchyma
2	Clear reproduction of the renal pelvis and calices
3	Clear reproduction of the proximal part of the ureters
4	Clear reproduction of the perirenal spaces
5	Clear reproduction of the aorta and vena cava
6	Clear reproduction of the renal arteries and veins
7	Calcification within renal parenchyma y/n
8	Human visual noise assessment
9	Overall quality

Material och metod

- Kriterier 1-6 värderades enligt Visual Grading Characteristics (VGC) i en fem gradig skala

Grade	Description
1	Confident that the criterion is not fulfilled
2	Somewhat confident that the criterion is not fulfilled
3	Indecisive as to whether the criterion is fulfilled or not
4	Somewhat confident that the criterion is fulfilled
5	Confident that the criterion is fulfilled

- Kriterier 7 och 8 värderades enligt fem gradig skala i jämförelse med enkel-energi serien som referens

Grad	Deskription
-2	Mycket sämre än referens
-1	Sämre än referens
0	Likvärdig med referens
1	Bättre än referens
2	Mycket bättre än referens

Resultat

Kriterie nummer	Bedömare 1 och 2 Kappa (95%)		Bedömare 1 och 3 Kappa (95%)		Bedömare 2 och 3 Kappa (95%)	
	Definition	Flash	Definition	Flash	Definition	Flash
1	0.78	0.76	0.48	0.36	0.63	0.60
	(0.49–1.07)	(0.60–0.93)	(0.15–0.8)	(0.12–0.60)	(0.33–0.92)	(0.39–0.80)
2	1.00	0.83	0.63	0.43	0.63	0.53
	(0.75–1.25)	(0.69–0.97)	(0.33–0.92)	(0.20–0.66)	(0.33–0.92)	(0.32–0.76)
3	0.63	0.66	0.40	0.33	0.44	0.39
	(0.33–0.92)	(0.48–0.85)	(0.90–0.71)	(0.09–0.57)	(0.13–0.75)	(0.16–0.63)
4	0.74	0.48	0.48	0.36	0.52	0.51
	(0.46–1.01)	(0.29–0.68)	(0.17–0.79)	(0.15–0.56)	(0.22–0.83)	(0.30–0.72)
5	0.63	0.70	0.64	0.38	0.56	0.23
	(0.33–0.92)	(0.52–0.88)	(0.38–0.9)	(0.13–0.60)	(0.27–0.85)	(0.17–0.63)
6	0.63	0.73	0.40	0.39	0.40	0.53
	(0.33–0.92)	(0.56–0.90)	(0.90–0.71)	(0.17–0.63)	(0.90–0.71)	(0.31–0.74)

Resultat av samstämmighet mellan bedöarna

Resultat

Kriteriennummer	OR (95%) Somatom Definition n= 90	OR (95%) Somatom Definition Flash n= 90
Kriteriet 1	38.4 (17.7–83.5)	2.7 (1.5–4.8)
Kriteriet 2	21.5 (10.7–43.1)	2.8 (1.6–5.1)
Kriteriet 3	21.3 (10.5–42.9)	2.7 (1.2–3.8)
Kriteriet 4	67.3 (25.3–178.6)	2.1 (1.2–3.8)
Kriteriet 5	11.5 (6.1–21.7)	2.1 (1.2–3.8)
Kriteriet 6	17.5 (8.9–33.5)	2.2 (1.2–3.9)

Resultat

Jämförelse av brus

Metod	Bedömare 1		Bedömare 2		Bedömare 3	
n = 60 image pairs	Enkel-energi bättre	Virtuell bättre eller jämförbar	Enkel-energi bättre	Virtuell bättre eller jämförbar	Enkel-energi bättre	Virtuell bättre eller jämförbar
Somatom Definition n = 30	100%	0%	100%	0%	100%	0%
Somatom Definition Flash n = 30	63.3%	36.7%	70%	30%	90%	10%

”Overall quality”

Metod	Bedömare 1		Bedömare 2		Bedömare 3	
n = 60 image pairs	Enkel-energi bättre	Virtuell bättre eller jämförbar	Enkel-energi bättre	Virtuell bättre eller jämförbar	Enkel-energi bättre	Virtuell bättre eller jämförbar
Somatom Definition n = 30	100%	0%	100%	0%	90%	10%
Somatom Definition Flash n = 30	46.7%	53.3%	47%	53%	60%	40%

Resultat

Gruppbeskrivning	Grupp 1 Definition n=30	Grupp 2 Flash n=30
Ålder medelvärde (spridning)	55.7 (27-80)	54.6 (20-87)
Anteroposterior diameter i höjd med navel medelvärde	23 cm	25 cm
CDTI Serie över njurarna	9.3 mGy	8.2 mGy
DLP för hela undersökningen	852 mGy	752 mGy
Konkrement	9 konkrement 1-3 mm	14 konkrement 1-9 mm

Resultat

- Alla konkrement upptäcktes i enkel-energi bildstackar från Definition
- Bara ett 2 mm stort konkrement missades av en av bedömare i enkel-energi bildstackar från Definition Flash
- I Definition virtuella bildstackar bara tre av nio konkrement upptäcktes av alla bedömare, ett 3 mm stort konkrement upptäcktes av alla.
- I Definition Flash virtuella bildstackar av 14 konkrement har bedömare 1 missat 5 konkrement (1-2 mm), bedömare 2 missade 6 konkrement (1-2 mm) och tredje bedömare missade 9 konkrement (1-3 mm)

Slutsatser

- Trots att bildkvalitet av virtuella bildstackar har förbättrats med den nya generationen av dubbelenergi tekniken så bedöms bildkvalitet av virtuella bildstackar vara fortfarande sämre jämfört med enkel-energi bildstackar.

Accuracy of stone size measurement using dual-energy virtual non-contrast enhanced CT images – a phantom study

- Margareta Lundin (1), Håkan Geijer (1), Torbjörn Andersson (1), Anders Persson (2)
- (1) Röntgenkliniken, Universitetssjukhuset I Örebro,
- (2) CMIV, Linköpings universitet/US, 581 83 Linköping.

Introduktion

- I tidigare studier har visats att datortomografi är en utmärkt metod att påvisa urinvägskonkrement med en sensitivitet och specificitet på nära 100%.
- Korrekt bedömning av stenstorleken är en viktig prognostisk faktor för att kunna bedöma om spontanpassage av urinvägskonkrement är att förvänta.

Målsättning

- Att undersöka i en fantomstudie hur mätningar av urinkonkrementens storlek överensstämmer mellan virtuella, icke kontrastförstärkta bildserier och med den konventionella datortomografimetoden.

Material och metod

Uretärfantom

16 konkrement 1.4 – 7.4 mm
Mätning med elektronisk
skjutmått



Material och metod

- Fantomet undersöktes med dubbelenergi CT av ny generation (Somatom Definition Flash)
- Studien bestod av två delar:
 - I den första delen röntgades fantomet med vatten omgivande konkrementen med tre olika stråldosnivåer och både enkel- och dubbelenergi
 - I den andra delen vatten kring konkrementen ersattes med iodkontrastlösning där koncentration av kontrastmedlet var vald för att efterlikna den man ser vid kliniska undersökningar hos patienter

Material och metod

Bildserie 1 Högdosnivå	kV	Rtg rör	mAs	CTDI
Enkel-energi	120	A	200	6.43
Dubbel-energi	80	A	467	6.43
	140	B	180	
Dubbel-energi	100	A	207	6.43
	140/Sn	B	160	
Bildserie 2 Mellandosnivå	kV	tube	mAs	CTDI
Enkel-energi	120	A	60	1.57
Dubbel-energi	80	A	98	1.57
	140	B	38	
Dubbel-energi	100	A	44	1.57
	140/Sn	B	34	
Bildserie 3 Lågdosnivå	kV	tube	mAs	CTDI
Enkel-energi	120	A	20	0.71
Dubbel-energi	80	A	38	0.71
	140	B	15	
Dubbel-energi	100	A	11	0.71
	140/Sn	B	9	

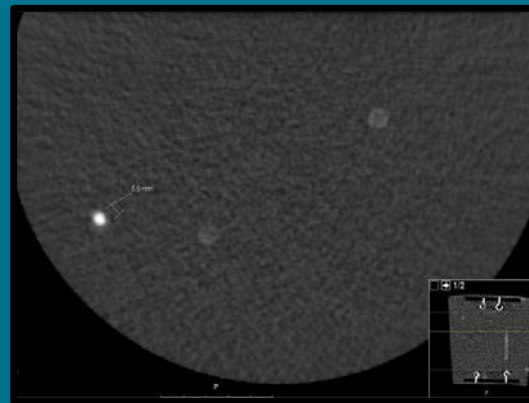
Material och metod

- En virtuell icke kontrastförstärkt serie skapades av alla dubbel-energi serier. Tillsammans med enkel-energi serier gav detta sammanlagt 15 bildserier som bedömdes av två bedömare avseende förekomst av stenar och stenstorlek.
- Bildserier presenterades med 3 mm snittjocklek och 1.5 mm inkrement i axiala snitt samt 3 mm inkrement i koronara reformateringar.
- Bedömare mätte största stenstorlek i båda projektioner och sparade mätningarna i bilden. Informationen om undersökningsparametrar var inte känd för bedömarna.

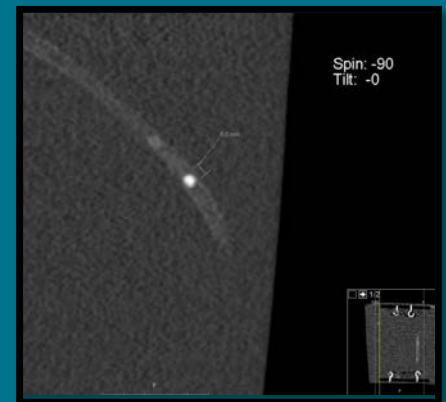
Material och metod

Mellandosnivå
virtuella 80/140kV

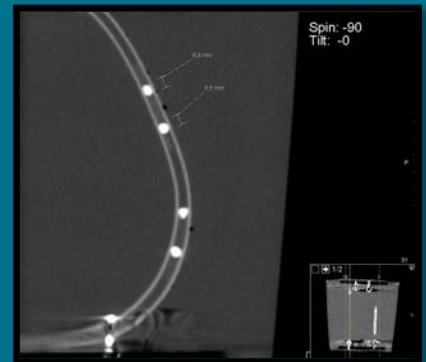
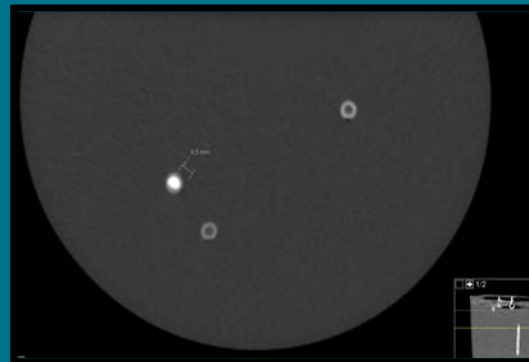
Koronara snitt



Sagitella snitt



Enkel-energi
Högdosnivå



Resultat

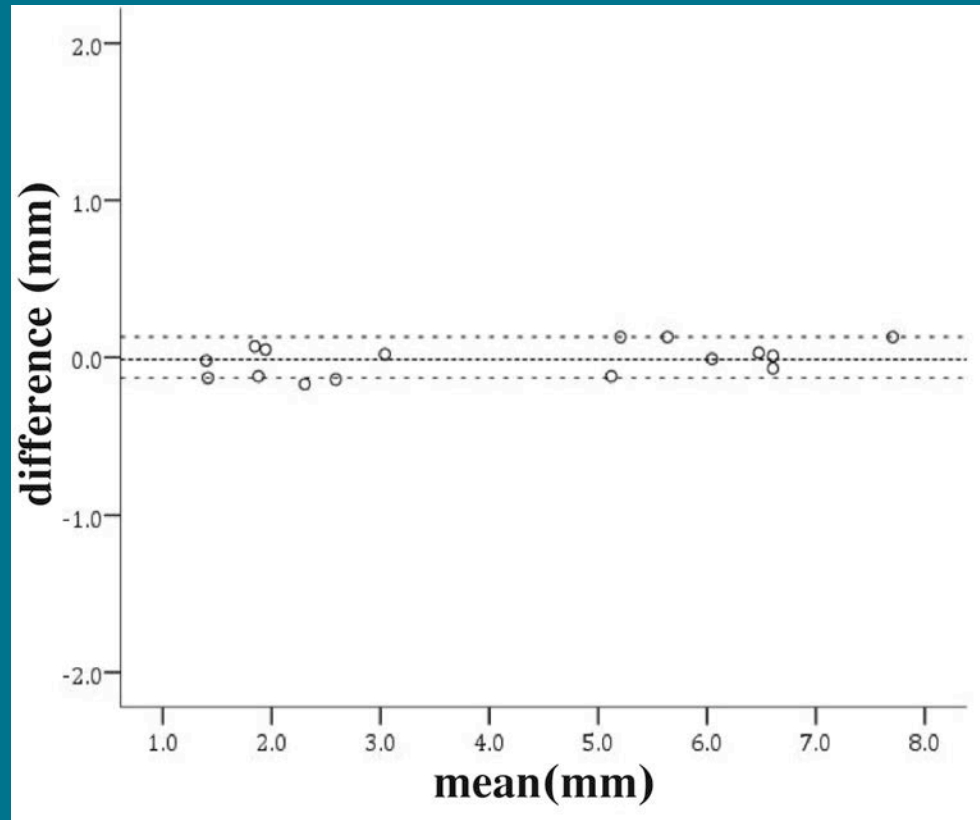
Dosnivå	% av upptäckta stenar	Storleksspridning av missade stenar
Låg dosnivå 80/140 VNC	78%	1.42–2.02
Låg dosnivå 100/140 VNC	81%	1.42–2.00
Medel dosnivå 80/140 VNC	94%	1.42–1.50
Medel dosnivå 100/140 VNC	81%	1.42–2.00
Hög dosnivå 80/140 VNC	97%	1.42
Hög dosnivå 100/140 VNC	87%	1.42–1.5

Resultat

Först analyserades samstämmighet mellan bedömare i bedömningen av stenstorleken för axiala och sagitella mätningar separat för alla stenar.

Intraklass korrelation koefficient varierade från 0.97(95%CI 0.91-0.99) till 1.0(95%CI 0.99-1.0)

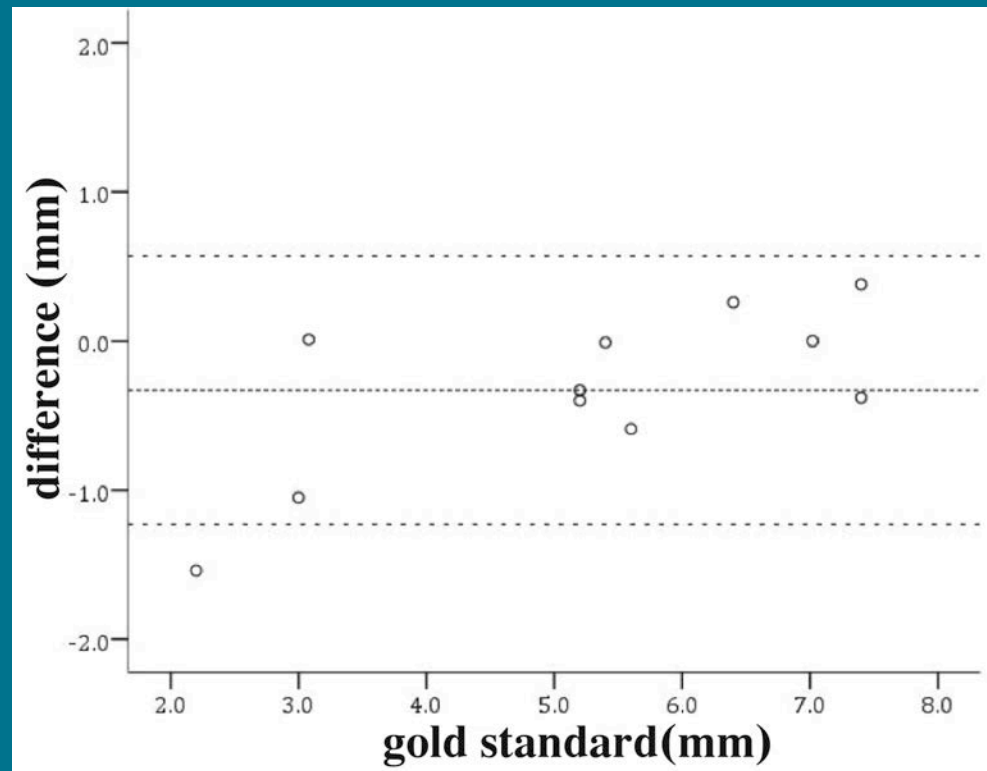
Därför ett medelvärde för maximalstenstorlek bedömd av båda bedömare användes för vidare beräkningar.



Resultat

Enbart data från stenar upptäckta av båda bedömare i alla dosnivåer ingick i vidare beräkningar

Resultat av korrelationstest mellan medelvärde av stenstorlek bedömda av båda bedömarna och den maximala stenstorleken uppmätt med elektronisk skjutmått



Resultat

Bedömare 1

Dosnivå	axiala mätningar		sagitala mätningar	
	ICC	95%CI	ICC	95%CI
Låg dosnivå 80/140kV	0.77	0.36-0.93	0.93	0.79-0.99
Låg dosnivå 100/140kV	0.93	0.79-0.98	0.97	0.89-0.99
Medel dosnivå 80/140kV	0.90	0.69-0.97	0.98	0.93-0.99
Medel dosnivå 100/140kV	0.96	0.85-0.99	0.97	0.91-0.99
Hög dosnivå 80/140kV	0.93	0.77-0.98	0.96	0.86-0.97
Hög dosnivå 100/140kV	0.92	0.74-0.98	1.00	0.88-0.99

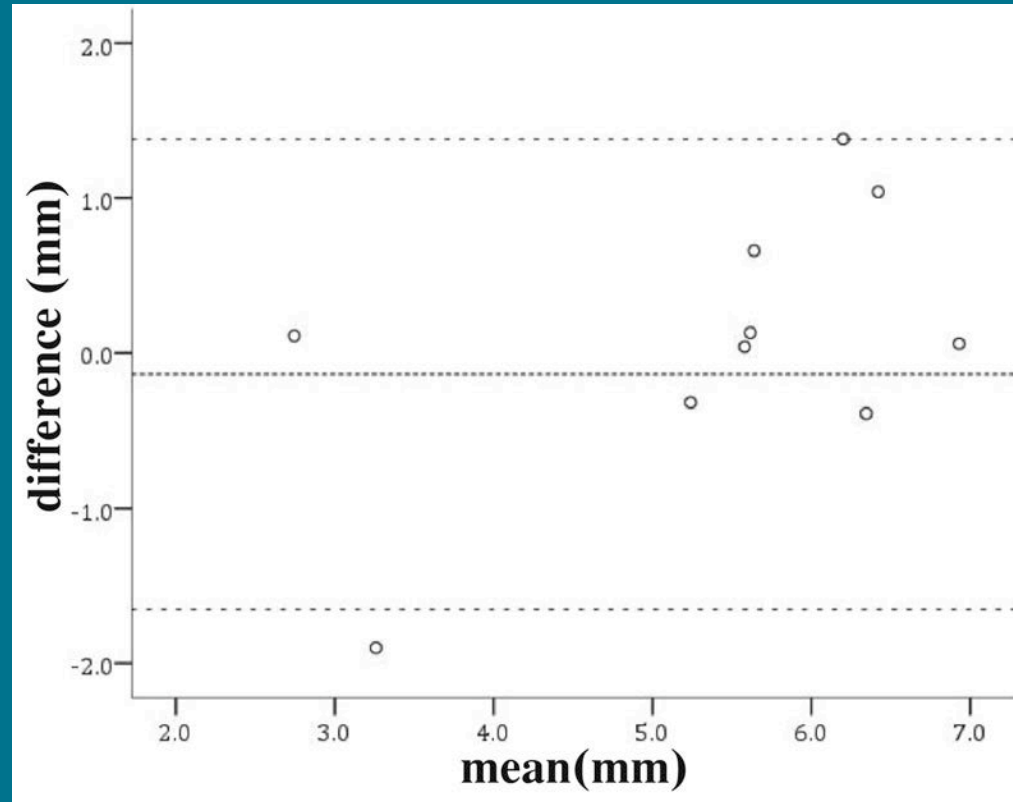
Bedömare 2

Dosnivå	axiala mätningar		sagitala mätningar	
	ICC	95%CI	ICC	95%CI
Låg dosnivå 80/140kV	0.91	0.70-0.97	0.96	0.85-0.99
Låg dosnivå 100/140kV	0.97	0.89-0.99	0.97	0.90-0.99
Medel dosnivå 80/140kV	0.92	0.75-0.98	0.98	0.92-0.99
Medel dosnivå 100/140kV	0.95	0.85-0.99	0.98	0.95-1.00
Hög dosnivå 80/140kV	0.97	0.90-0.99	0.99	0.98-1.00
Hög dosnivå 100/140kV	0.95	0.84-0.99	0.98	0.95-1.00

Resultat

The Altman-Bland plot för bedömning av korrelation koefficient för storleksskillnad mellan axiala mätningar av stenstorleken stone size i dubbel-energi bildstackar bedömd av bedömare 1, minus axiala mätningar av stenstorleken i virtuella bildstackar bedömd av samma bedömare (Y). X-axis visar medelvärde av mätningar av stenstorleken mätt av bedömare 1 axialt i dubbel-energi och virtuella bildstackar för varje sten.

Bedömning för lågenerginivå och 80/140 kV kombination där korrelation koefficient har lägsta värdet.



Slutsatser

- Resultat av studien visar att bildkvalitet av virtuella, icke kontrastmedels förstärkta bildserier är inte tillräckligt bra att påvisa små urinvägskonkrement och storleken av upptäckta konkrement avviker betydligt från den uppmätta med ett elektroniskt skjutmått.