

CORSO DI LAUREA
TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA, PER IMMAGINI E RADIOTERAPIA

CORSO INTEGRATO
«**RADIODIAGNOSTICA II – RMX013**»

ANNO ACCADEMICO 2024/2025



Insegnamento:
TECNICHE DI IMAGING TC E ANGIOGRAFICO
RMX055 - 25 ore MED/50 CFU 2

dic. '24

2° anno I semestre

Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS
Università Cattolica del Sacro Cuore



Insegnamento:
TECNICHE DI IMAGING TC E ANGIOGRAFICO
RMX055 - 25 ore MED/50 CFU 2

RADIATION PROTECTION



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

dic. '24

Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS
Università Cattolica del Sacro Cuore



Insegnamento:

TECNICHE DI IMAGING TC E ANGIOGRAFICO

RMX055 - 25 ore MED/50 CFU 2

TSRM Marino Gentile
Radiographer

Gemelli  1964
2024

+39 3280077833

✉ marino.gentile@outlook.com

✉ marino.gentile@policlinicogemelli.it

dic. '24

 www.variodyne.it

Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS
Università Cattolica del Sacro Cuore



Insegnamento: TECNICHE DI IMAGING TC E ANGIOGRAFICO RMX055 - 25 ore MED/50 CFU 2

- ✧ Introduzione
- ✧ Apparecchiature
- ✧ Corso IAEA
- ✧ TC Definition Flash Siemens
- ✧ ***Radiation Protection***
- ✧ Descrittori di dose
- ✧ GE – Corso introduttivo
- ✧ Procedure
- ✧ Protocolli TC
- ✧ Embolia polmonare
- ✧ Angiografia

ISSN 1977-0707
doi:10.3000/19770707.L_2014.013.ita

Gazzetta ufficiale

dell'Unione europea



L 13

57o anno

17 gennaio 2014

[GU in versione integrale](#)



Edizione in lingua
italiana

Legislazione

Sommario

II *Atti non legislativi*

DIRETTIVE

- * **Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom**

1

IT

Gli atti i cui titoli sono stampati in caratteri chiari appartengono alla gestione corrente. Essi sono adottati nel quadro della politica agricola e hanno generalmente una durata di validità limitata.

I titoli degli altri atti sono stampati in grassetto e preceduti da un asterisco.



6 febbraio 2018!!!

25.7.2019 La Commissione di Bruxelles deferisce l'Italia (unico stato dell'UE a non aver adottato alcuna norma di recepimento) alla Corte di giustizia UE per il mancato recepimento delle norme UE sulla radioprotezione

DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101



Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (20G00121) [\(GU Serie Generale n.201 del 12-08-2020 - Suppl. Ordinario n. 29\)](#)



Entrata in vigore del provvedimento: **27/08/2020**

Patient Safety in Medical Imaging: a joint paper of the European Society of Radiology (ESR) and the European Federation of Radiographer Societies (EFRS)



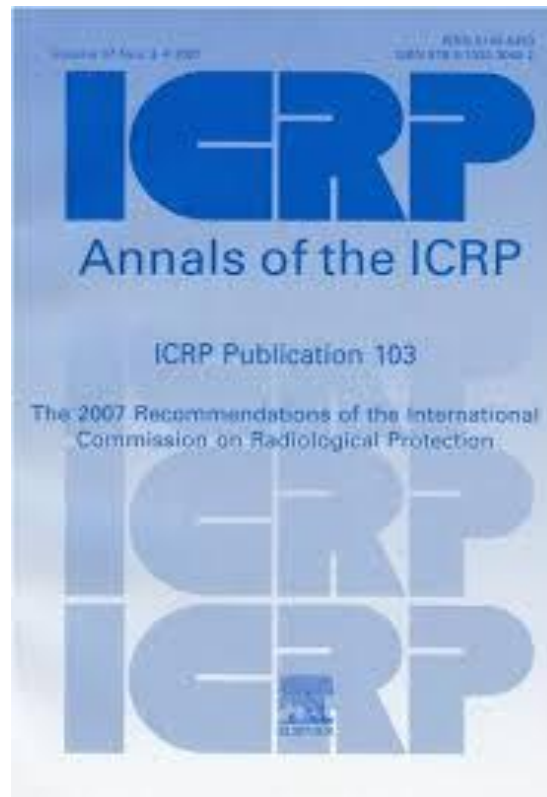
Radiation protection is a key aspect of maintaining the safety of patients in diagnostic and interventional radiology.

The three fundamental principles of radiation protection of patients are:

Justification;

Optimization;

and the application of doses **As Low As Reasonably Achievable** (ALARA) (ICRP103)



Giustificazione

L'obiettivo principale delle esposizioni mediche è fare più bene possibile con il minor danno possibile per il paziente.

La **Giustificazione** si applica a tre livelli nell'uso delle radiazioni in medicina:

Livello I: (il livello più generale), l'uso corretto delle radiazioni in medicina è accettato se è più efficace che dannoso per i pazienti e per la società.

Giustificazione

L'obiettivo del **livello II** è giudicare se la procedura radiologica migliorerà la diagnosi o il trattamento, o fornirà necessarie informazioni sugli individui esposti.

Livello III: l'applicazione di una procedura specifica a un paziente deve essere giustificata in anticipo, tenendo conto gli obiettivi specifici dell'esposizione e le caratteristiche dell'individuo coinvolto.

Giustificazione

Art. 157 DI 101/2020

1. È vietata l'esposizione non giustificata.
2. Le esposizioni mediche devono mostrare di essere sufficientemente efficaci mediante la valutazione dei potenziali vantaggi diagnostici o terapeutici complessivi da esse prodotti, inclusi i benefici diretti per la salute della persona e della collettività, rispetto al danno alla persona che l'esposizione potrebbe causare, tenendo conto dell'efficacia, dei vantaggi e dei rischi di tecniche alternative disponibili, che si propongono lo stesso obiettivo, ma che non comportano un'esposizione ovvero comportano una minore esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Giustificazione

Art. 157 DI 101/2020

4. Tutte le esposizioni mediche individuali devono essere giustificate preliminarmente, tenendo conto degli obiettivi specifici dell'esposizione e delle caratteristiche della persona interessata. Se un tipo di pratica che comporta un'esposizione medica non è giustificata in generale, può essere giustificata invece per il singolo individuo in circostanze da valutare caso per caso.

Ottimizzazione e LDR

La Commissione internazionale per la radioprotezione (ICRP) definisce l'**ottimizzazione** come il processo per determinare quale livello di protezione e sicurezza rende le esposizioni, e la probabilità di potenziali esposizioni, a livello «il più basso possibile» (ALARA), prendendo in considerazione fattori economici e sociali.

“As Low As Reasonably Achievable” (ALARA)

Ottimizzazione e LDR

per gli **esami TC** questi sono tipici strumenti di ottimizzazione:

- Lunghezza appropriata della scansione;
- Numero di serie di scansione;
- Modulazione della dose;
- Ricostruzione iterativa.

Ottimizzazione e LDR

Per supportare il processo di ottimizzazione la EU-BSS richiede l'istituzione, la regolare revisione e l'utilizzo dei «Livelli di riferimento della dose» (LDR) per tutti gli stati membri della UE

Dose Reference Levels (DRLs)

Oggi la maggior parte dei DRL si basa sulle regioni anatomiche o parti del corpo che devono essere esaminate, ma solo alcuni si basano sui quesiti clinici

BSS=Basic Safety Standards

EUCLID | European Study
on Clinical DRLs

ESR
EUROSAFE
IMAGING

EUCLID – European Study on Clinical Diagnostic Reference Levels for X-ray Medical Imaging

Il progetto **EUCLID** in corso stabilirà DRL clinici per adulti dove la dose di una procedura per una regione anatomica sarà modificata in base al quesito clinico

The 33-month European Commission tender project EUCLID will provide up-to-date clinical DRLs for the most important, from a radiological perspective, x-ray imaging tasks in Europe. The project is led by the European Society of Radiology (ESR) and started in August 2017.

<http://www.eurosafeimaging.org/euclid>



THE
Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS
Università Cattolica del Sacro Cuore,
Rome, Italy

HAS SUBMITTED A SELF-ASSESSMENT AND IS HEREBY CLASSIFIED AS A



EUROSAFE IMAGING STAR

December 2018

Date of Issue

Signature

November 2021

Valid Until



EuroSafe Imaging is the European Society of Radiology's flagship initiative to promote quality and safety in medical imaging by strengthening medical radiation protection across Europe following a holistic, inclusive approach. The EuroSafe Imaging Stars are a network of imaging departments committed to best practice in radiation protection.

Ottimizzazione e LDR

LDR non devono essere applicati a singoli pazienti e non devono essere utilizzati come limiti di dose. I DRLs sono strumenti importanti che devono essere utilizzati per identificare le procedure con esposizioni troppo elevate, che dovrebbero essere analizzate.

LDR si basano su parametri fisici. In **TC** includono gli indici di dose **CTDIvol** e **DLP** (dose length product).

Ottimizzazione e LDR

Art. 158 comma 4 DL 101/2020

4. Il Ministero della salute, avvalendosi dell'Istituto Superiore di Sanità, e con il concorso delle rilevanti società scientifiche, promuove la definizione e la revisione periodica di livelli diagnostici di riferimento per esami radiodiagnostici, tenendo conto dei livelli eventualmente raccomandati a livello europeo e, se del caso, per procedure di radiologia interventistica.

LDR

ALLEGATO XXVI*(articolo 158, comma 3)*

I LDR vanno intesi come strumenti di lavoro per ottimizzare le prestazioni. Sono grandezze misurabili e tipiche per le procedure radiologiche e di medicina nucleare. I LDR, avendo valore di standard, non si riferiscono a misure di dose assorbita dal singolo paziente e non devono essere utilizzati al di fuori di programmi di miglioramento della qualità.

LDR

ALLEGATO XXVI*(articolo 158, comma 3)*

I LDR adottati da ciascuna struttura devono essere conformi alle norme di buona pratica applicabili e/o a quelli raccomandati dal Ministero della salute, dall'Istituto superiore di Sanità, dalla Commissione europea, dalla IAEA, dall'ICRP, e/o dalle associazioni scientifiche nazionali e internazionali. Nella documentazione relativa al sistema di qualità adottato devono essere esplicitati i LDR, gli standard di buona pratica adottati dalla struttura, le fonti da cui sono tratti e le modalità della loro verifica.

<https://www.iss.it/documents/20126/0/20-22+web.pdf/2078fec0-3210-2230-0035-b0b1a1edc2b6?t=1606119650527>

LDR



RAPPORTI ISTISAN 20|22

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Livelli diagnostici di riferimento per la pratica nazionale di radiologia diagnostica e interventistica e di medicina nucleare diagnostica

Aggiornamento del Rapporto ISTISAN 17/33

R. Padovani, G. Compagnone, L. D'Ercole, A. Orlacchio, G. Bernardi,
E. De Ponti, M.C. Marzola, S. Grande, A. Palma, F. Campanella, A. Rosi



Ottimizzazione

Art. 158 Dl 101/2020

1. Tutte le dosi dovute alle esposizioni, a eccezione delle procedure radioterapeutiche, devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile e compatibile con il raggiungimento dell'informazione diagnostica richiesta, tenendo conto di fattori economici e sociali.
2. L'ottimizzazione comprende la scelta delle attrezzature medico-radiologiche, la produzione di un'informazione diagnostica appropriata o del risultato terapeutico, gli aspetti pratici delle procedure medico-radiologiche, nonché i programmi per la garanzia della qualità, inclusi il controllo della qualità, l'esame e la valutazione delle dosi o delle attività somministrate al paziente, tenendo conto dei fattori economici e sociali.

Ottimizzazione

Art. 159 DI 101/2020

1. Tutte le esposizioni di cui all'articolo 156, comma 2, lettere *a)* , *b)* , *c)* e *d)* sono effettuate sotto la responsabilità clinica del medico specialista, su richiesta motivata del medico prescrittente. Al medico specialista compete la scelta delle metodologie e tecniche idonee a ottenere il maggior beneficio clinico con il minimo detrimento individuale e la valutazione della possibilità di utilizzare tecniche alternative che si propongono lo stesso obiettivo, ma che non comportano un'esposizione ovvero comportano una minore esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Art. 159 DI 101/2020

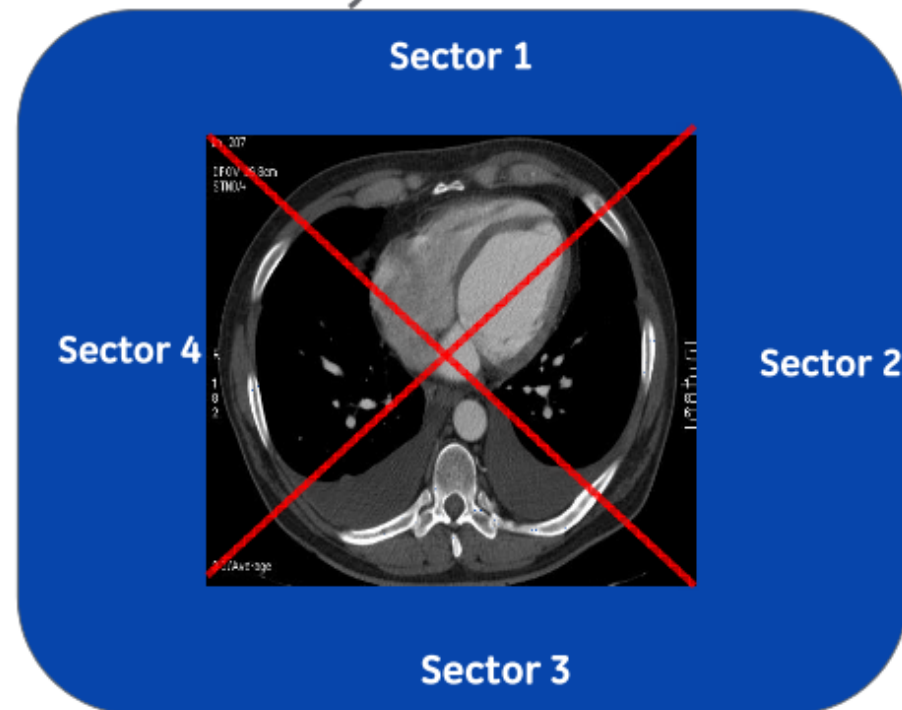
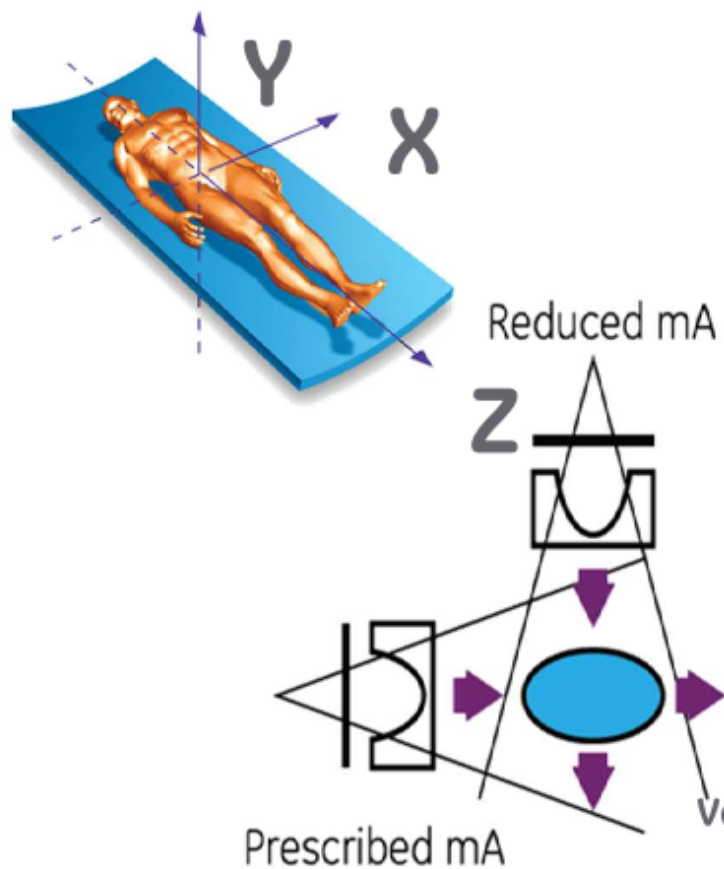
3. Gli **aspetti pratici** per l'esecuzione della procedura o di parte di essa sono definiti nell'ambito delle procedure disciplinate dalle linee guida di cui all'articolo 161, comma 1, in capo al medico specialista o al tecnico sanitario di radiologia medica, oppure all'infermiere o all'infermiere pediatrico, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze professionali.

Art. 162 DL 101/2020

4. I crediti specifici in materia di radioprotezione devono rappresentare **almeno il 10 per cento** dei crediti complessivi previsti nel triennio per i medici specialisti, i medici di medicina generale, i pediatri di famiglia, i **tecnici sanitari di radiologia medica**, gli infermieri e gli infermieri pediatrici,

Automatic Exposure Control System

3D Modulation in X,Y and Z



Auto mA :
Variazione mA lungo l'asse Z (Modulazione Z)
Smart mA :
Variazione mA lungo gli assi X/Y/Z (Modulazione Z e modulazione angolare X/Y in 4 settori)

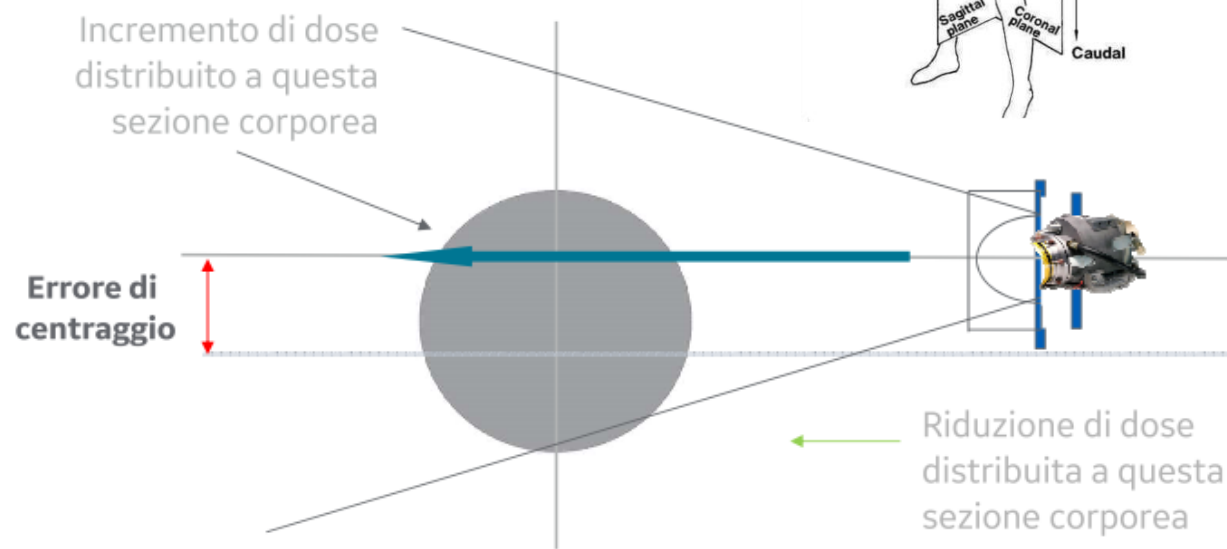
mA si riduce nei settori 1 e 3



Bowtie Filter & Centraggio del paziente

Il corretto centraggio del paziente all'isocentro del gantry, permetterà al bowtie filter di distribuire la dose dov'è necessaria e filtrarla dove non è richiesta.

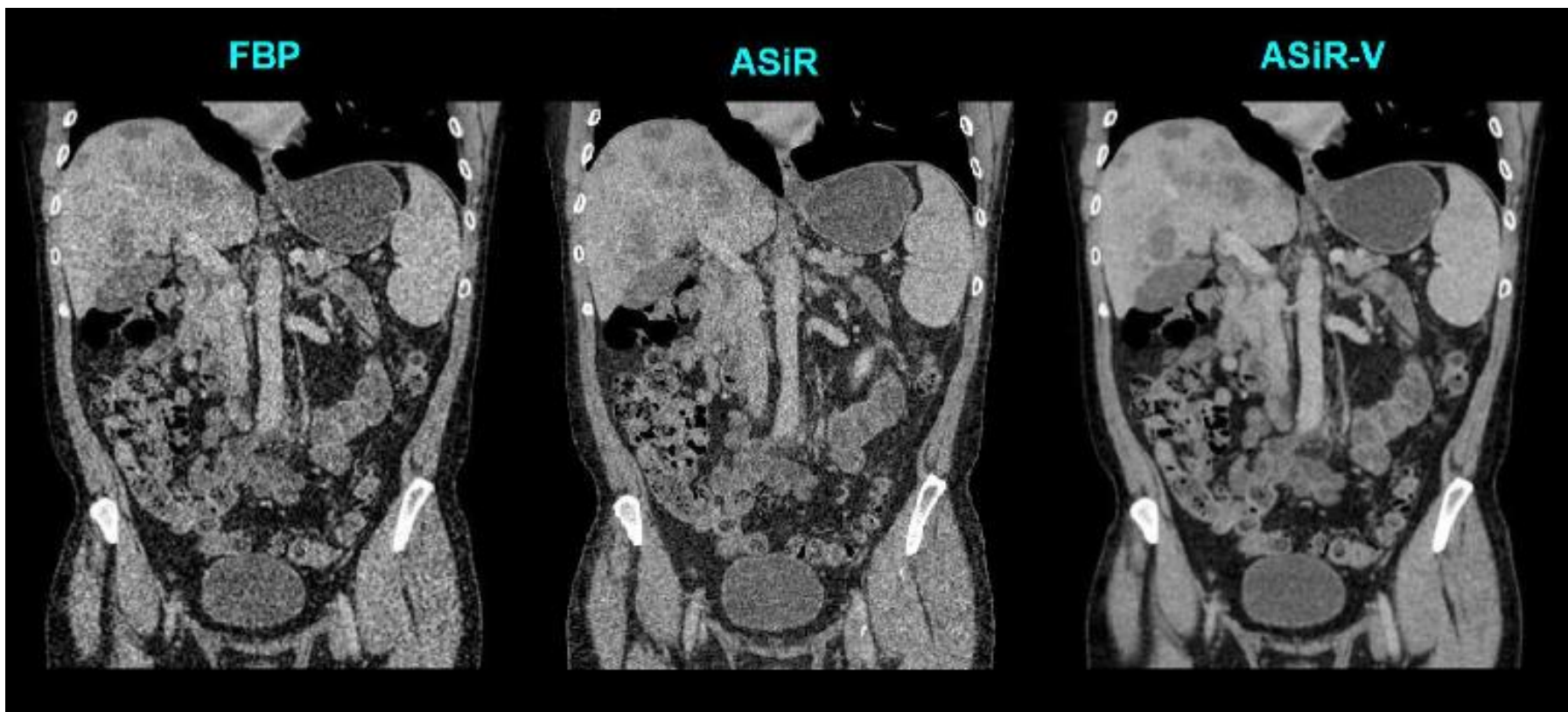
I pazienti non correttamente centrati potrebbero essere sotto o sovra esposti perchè il bowtie filter proietta la massima intensità del fascio di raggi x all'isocentro.





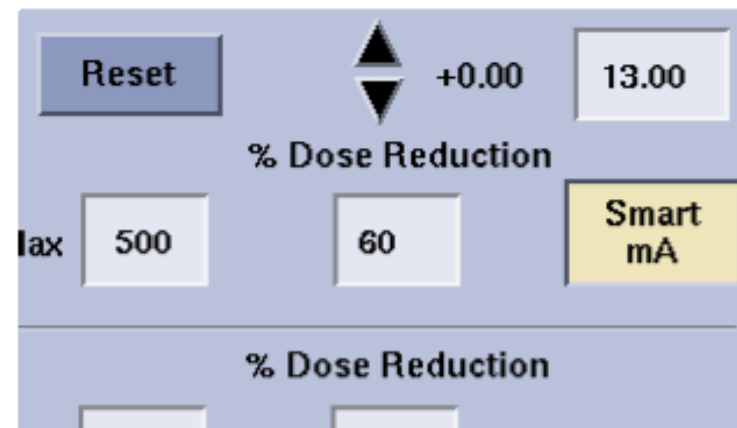
Una nuova tecnologia che consente di ridurre la dose ed incrementare la qualità d'immagine con tempi di gestione brevissimi.

- Riduzione dose fino a 82%
- Incremento LCD fino a 135%
- Riduzione rumore fino a 91%
- Aumento risoluzione spaziale fino a 2x
- Riduzione streak artifacts

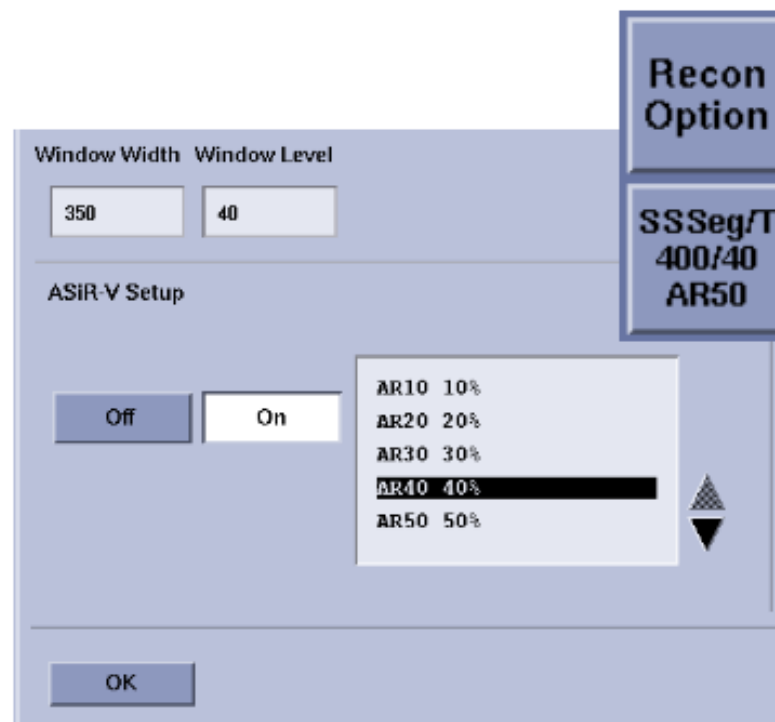


Dose Reduction guidance con ASiR-V

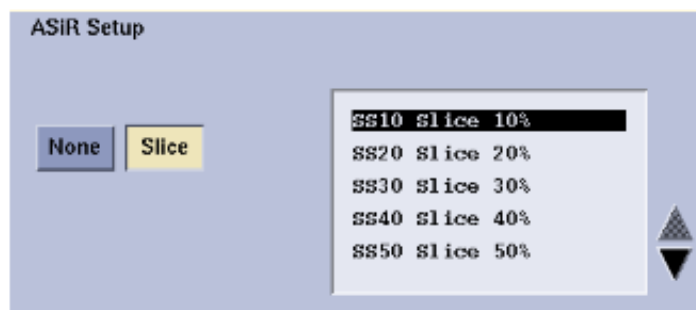
- Max DR % = 60%
- ASiR-V considera:
 - % Dose Reduction
 - DFOV
 - Algoritmi



Dose Reduction Guidance con ASiR-V



ASiR™ (Adaptive Statistical Iterative Recon)



Ricostruzione prospettica o retrospettiva possibile (fino a permanenza raw data)

% Selezione di ASiR * da 0 fino a 100 % con incrementi di 10 %

ASiR * 40 - 60 % : es. Torace e Addome

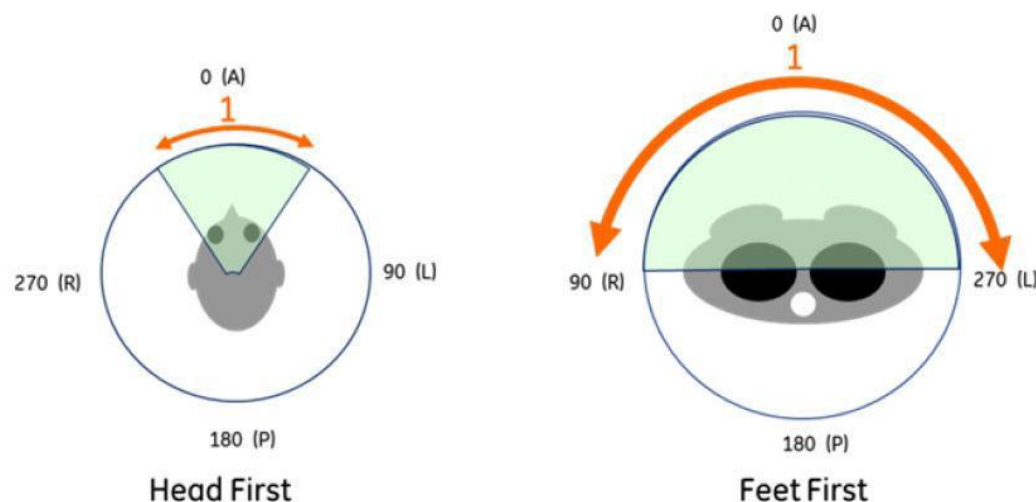
ASiR * 40 - 60 % : es. Angio e Testa

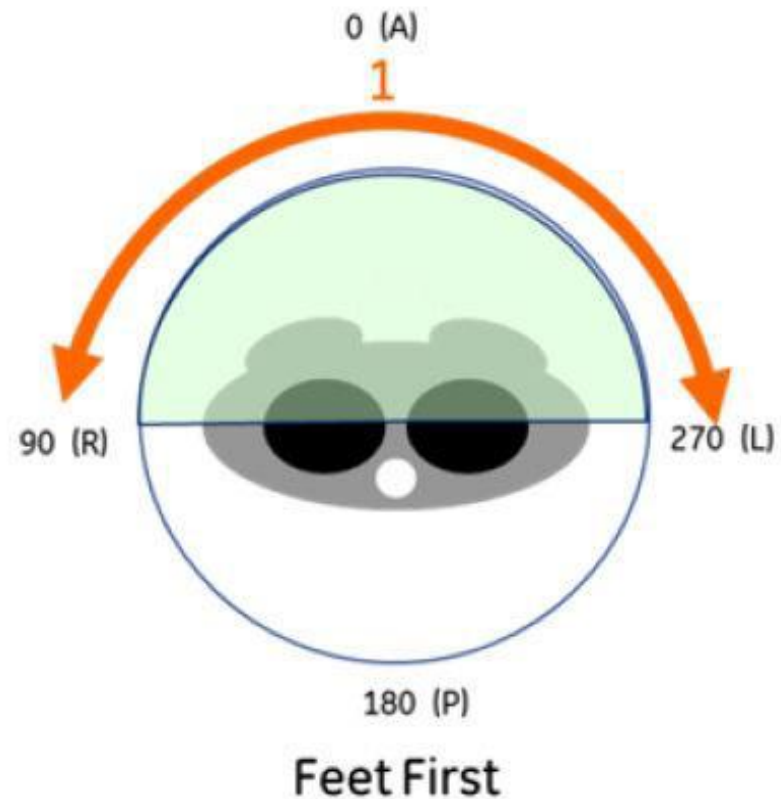
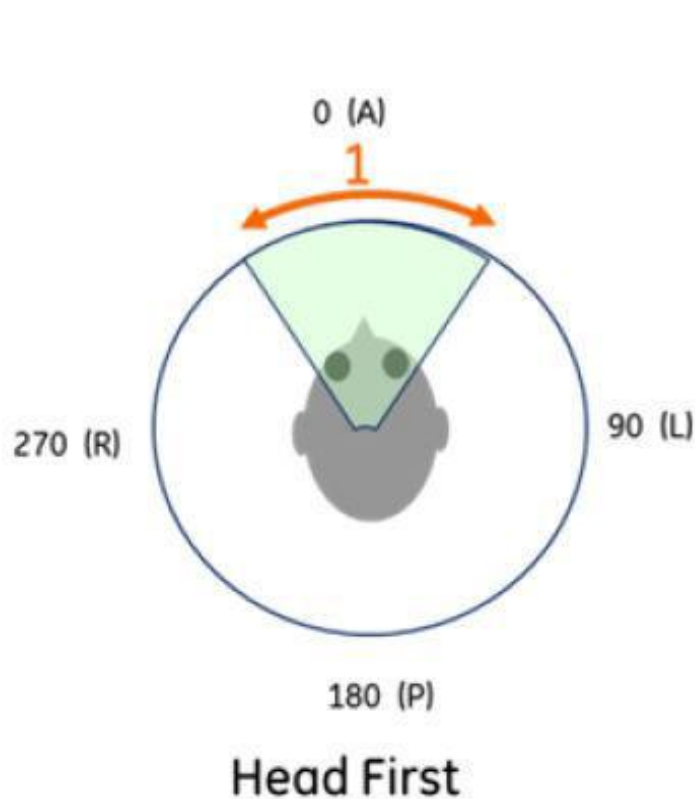
ASiR * 20 - 40 % : es. Ossa

ASiR * 60 - 90 % : es. Acquisizioni a bassa dose

ODM (Organ Dose Modulation) è uno strumento che permette di ridurre la dose assorbita dagli organi radio sensibili.

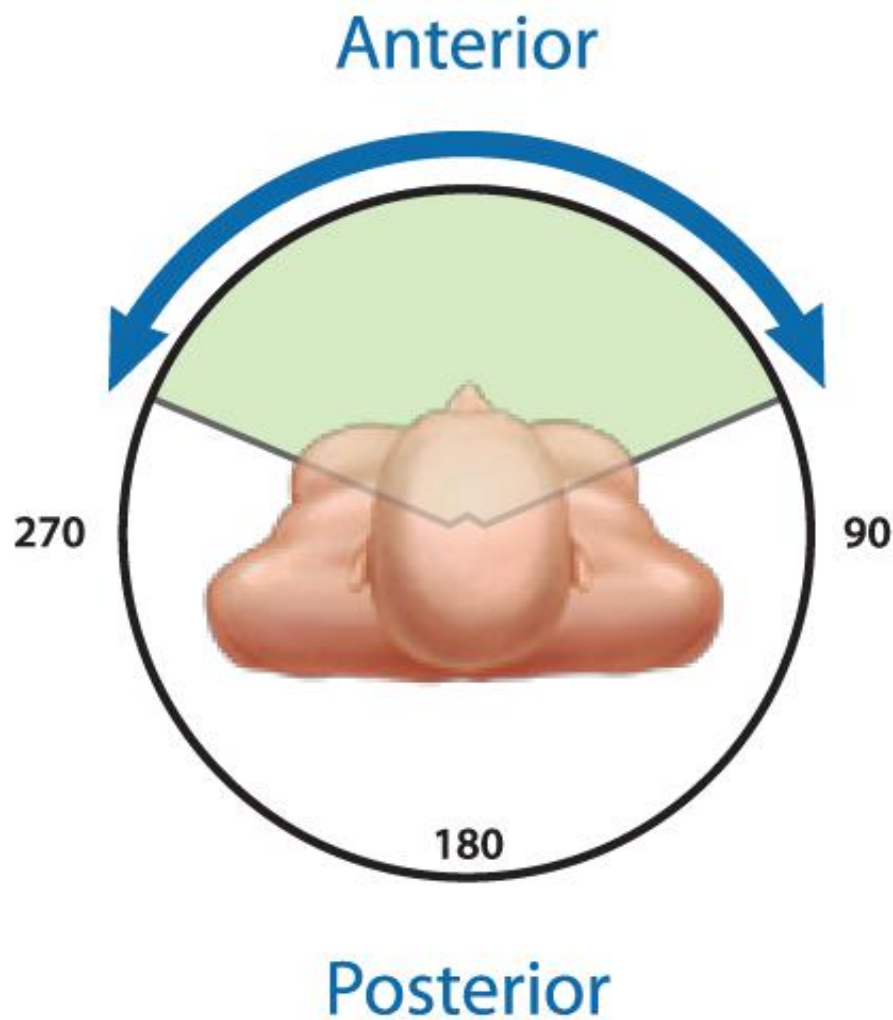
La modulazione della dose fornisce una modalità di riduzione della corrente del tubo radiogeno (mA) nell'incidenza anteriore del paziente e, di conseguenza, sugli organi più sensibili alle radiazioni. Tutto questo mantenendo la qualità complessiva delle immagini diagnostiche.





L'ODM riduce il mA sulla parte anteriore del fascio:
Del 30% su 90° per una SFOV Head e Ped Head.
Del 40% su 180° per un SFOV Body, Small Body e Ped Body.

GE Healthcare



Organ Dose Modulation

Masatake Nukui, CT Principal Engineer

Figure 1. Tube current reduction by Organ Dose Modulation

38

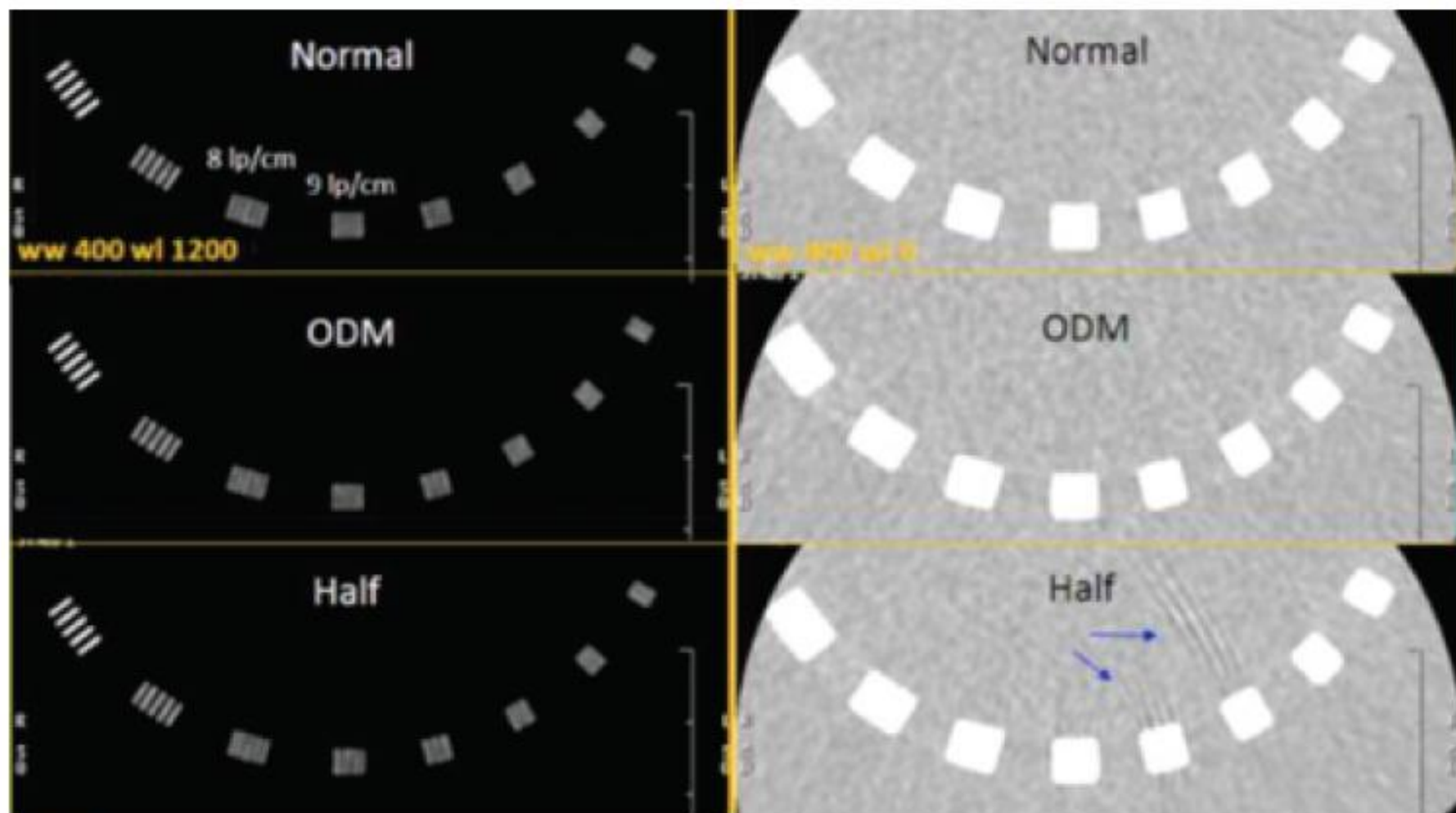


Figure 3. Image comparison between normal, ODM and half scan
Scan technique: Axial scan mode, 1.0-sec rotation speed, 20-mm beam,
1.25-mm slice thickness, Head SFOV and 10-cm DFOV

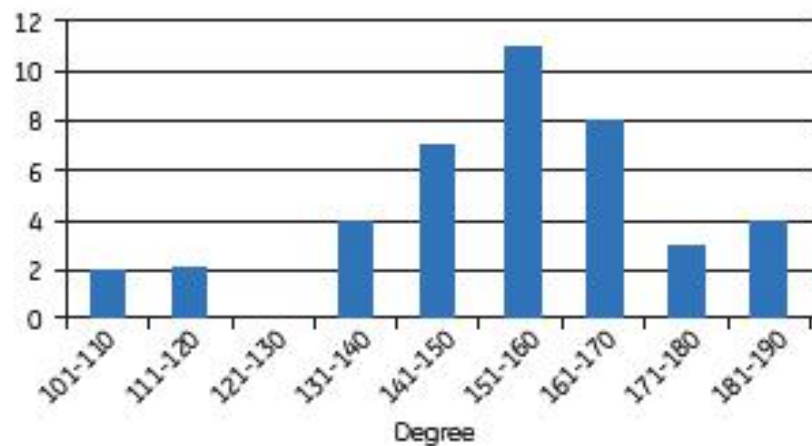


Figure 4. Histogram of breast range.

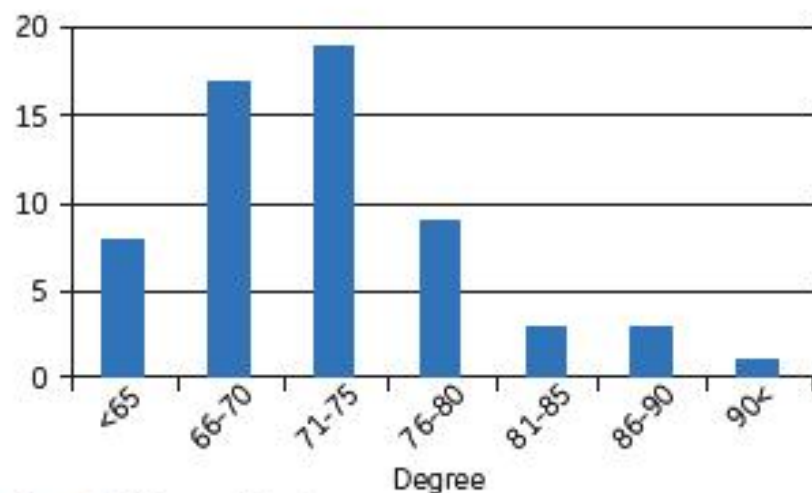
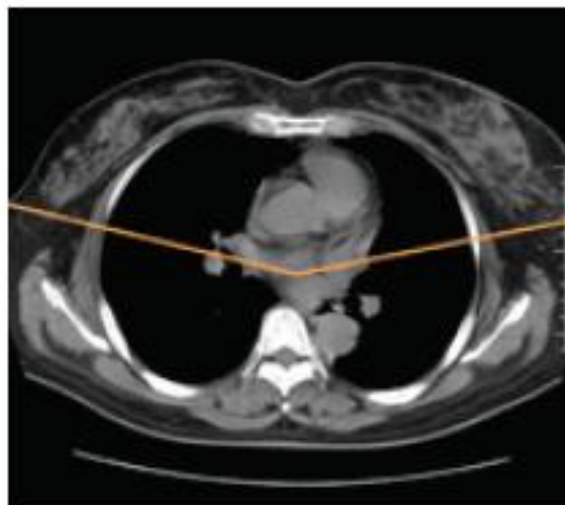
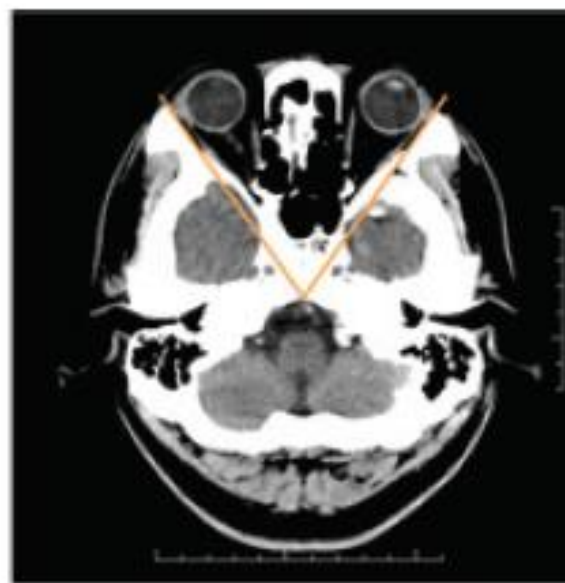


Figure 5. Histogram of eye lens range.



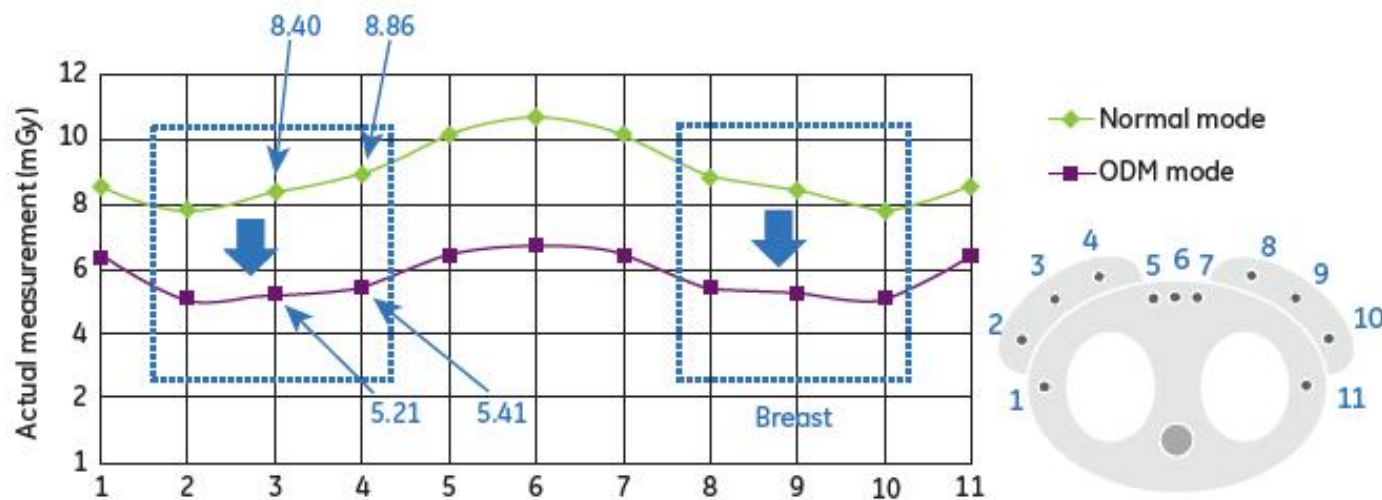
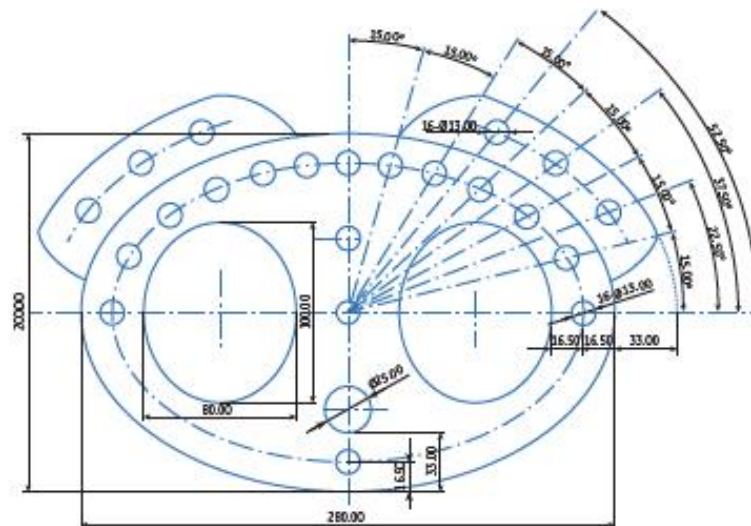
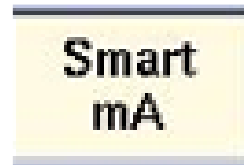


Figure 9. Breast phantom and the actual dose measurement result

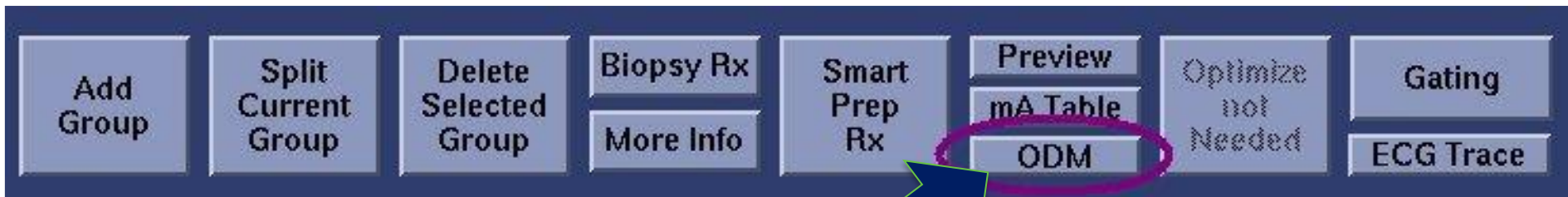
Per utilizzare ODM:

È necessaria una Vista Scout.

La funzione "Smart mA" deve essere attivata. (Smart mA è lo strumento che permette la modulazione della dose mediante rotazione sull'asse XY)



Come abilitare o disabilitare ODM



GE Healthcare

ODM (Organ Dose Modulation)

ODM- Guida rapida di riferimento

Clicca su ODM

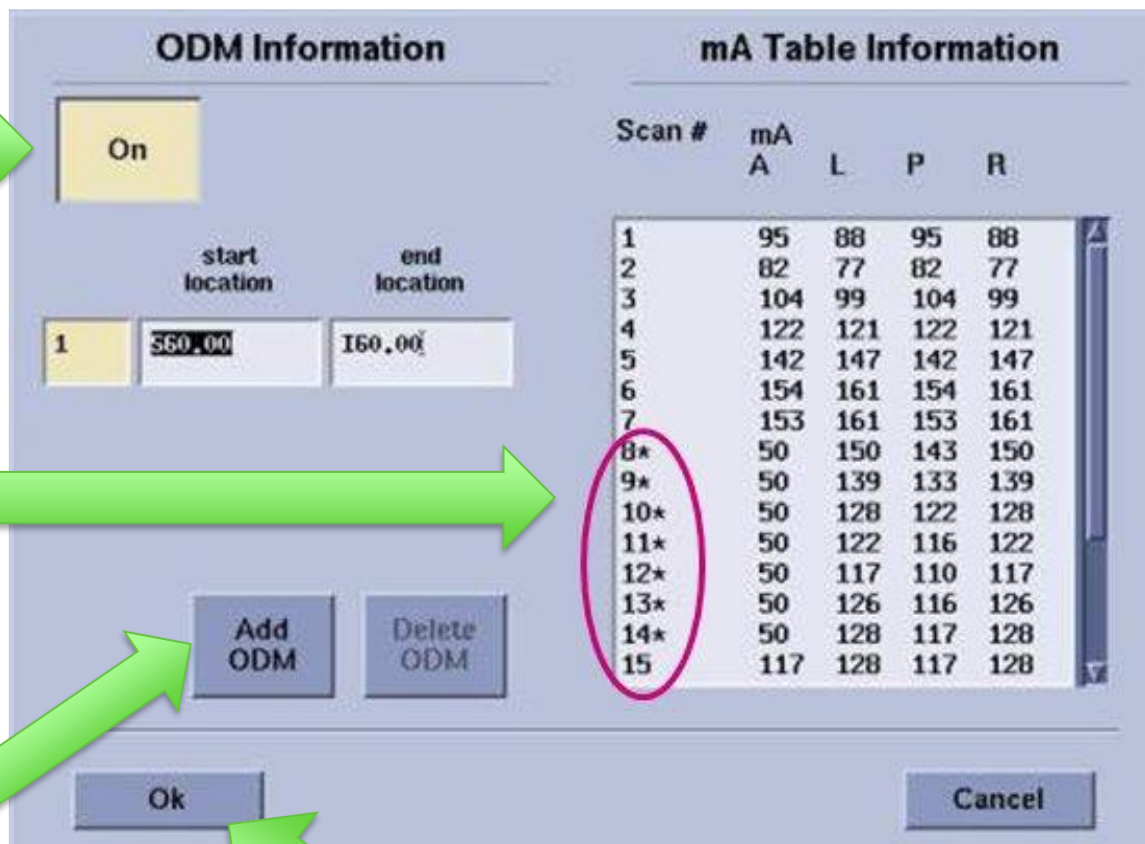
TC GE - ODM

Si apre la schermata ODM:

On/Off : 
Abilita o disabilita l'ODM. E mostra la regione ODM sulla Vista Scout.

Tabella MA: 
Visualizza il valore mA per rotazione. Un (*) indica l'intervento della modalità ODM.

Aggiungere o eliminare una regione ODM.



Scan #	mA	L	P	R
1	95	88	95	88
2	82	77	82	77
3	104	99	104	99
4	122	121	122	121
5	142	147	142	147
6	154	161	154	161
7	153	161	153	161
8*	50	150	143	150
9*	50	139	133	139
10*	50	128	122	128
11*	50	122	116	122
12*	50	117	110	117
13*	50	126	116	126
14*	50	128	117	128
15	117	128	117	128

Ok: configurazione valida.

Configurazione ODM :

- Il numero massimo di regioni ODM è 3.
- La gamma di una regione ODM è compresa tra un minimo di 20 mm ed un massimo di 300 mm.
- Le regioni ODM non sono sovrapponibili.
- Una regione ODM può essere posizionata su più gruppi.
- Se la regione ODM è al di fuori dell'intervallo di acquisizione specificato, il pulsante ODM sarà rosso.

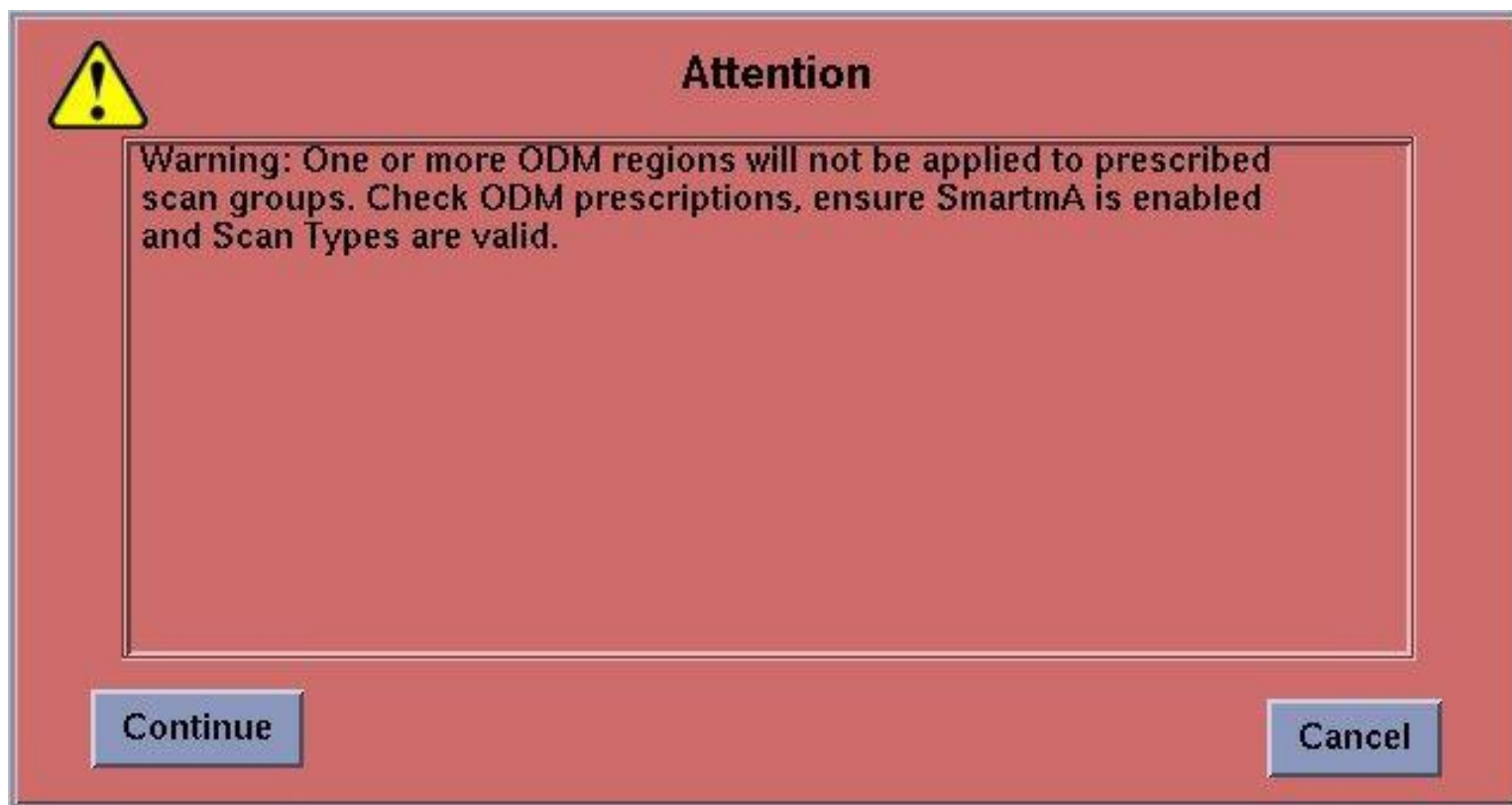


GE Healthcare

ODM (Organ Dose Modulation)

ODM- Guida rapida di riferimento

Quando il sistema SmartmA è disabilitato o se il tipo di acquisizione non è compatibile/valido con l'ODM, il sistema apre una finestra di avviso con il messaggio:



Annotazioni ODM:

Quando il sistema SmartmA è disabilitato o se il tipo di acquisizione non è compatibile / valido con l'ODM, il sistema apre una finestra di avviso con il messaggio:

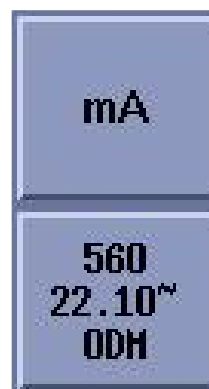
Quando SmartmA è selezionato sullo schermo ViewEdit (View / Edit), il mA è annotato con il simbolo tilde (~) per indicare che SmartmA è abilitato.

Quando ODM è selezionato nella schermata View Edit (View / Edit) il valore mA è annotato con un segno ODM. Le immagini sono, quindi, annotate con una tilde (~) accanto al valore dell'indice di rumore per indicare che è stato usato SmartmA e un asterisco(*) per indicare la presenza della modalità ODM.



GE Healthcare
ODM (Organ Dose Modulation)
ODM- Guida rapida di riferimento

Gemelli



dic. '24



1

2

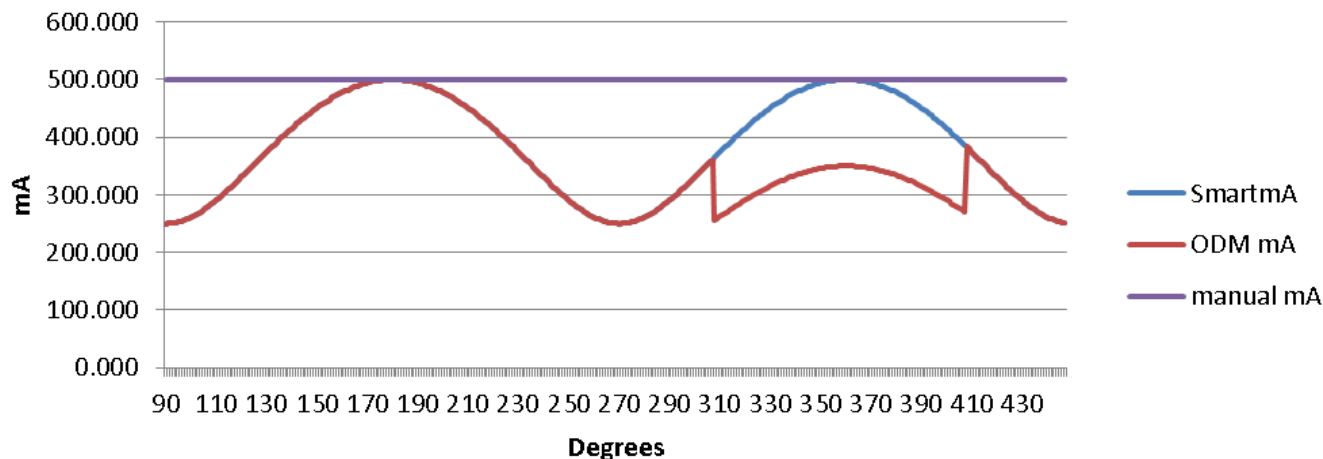
3

kV 80
mA 281
Noise Index: 5.0
Small
5.000mm/11.25 0.75:1
Tilt: 0.0
1.0s /HE 17:30:09/18.22
V:100 L:35

kV 80
mA 274
Noise Index: 5.0~
Small
5.000mm/11.25 0.75:1
Tilt: 0.0
1.0s /HE 17:30:43/18.22
V:100 L:35

kV 120
mA 247
Noise Index: 2.5~*
Head
1.250mm/18.75 0.938:1
Tilt: 0.0
1.0s /HE+ 03:57:30 PM/00.18
V:80 L:40

mA Profile



mA

560
22.10~
ODH

Acquisizioni con ODM



GE Healthcare

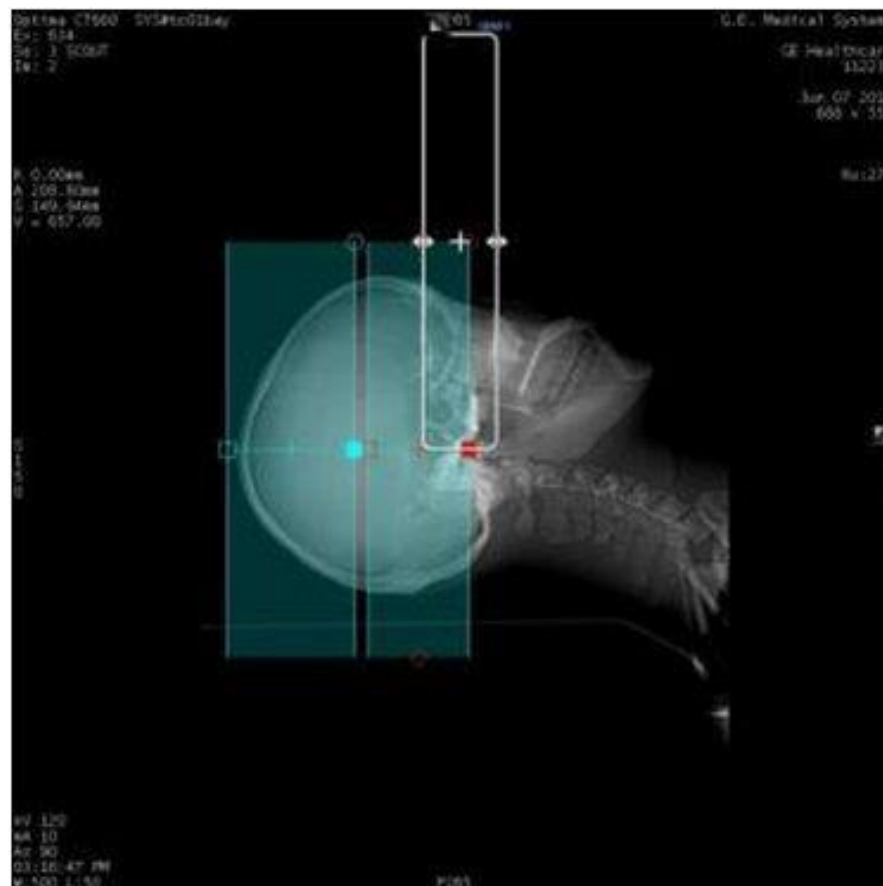
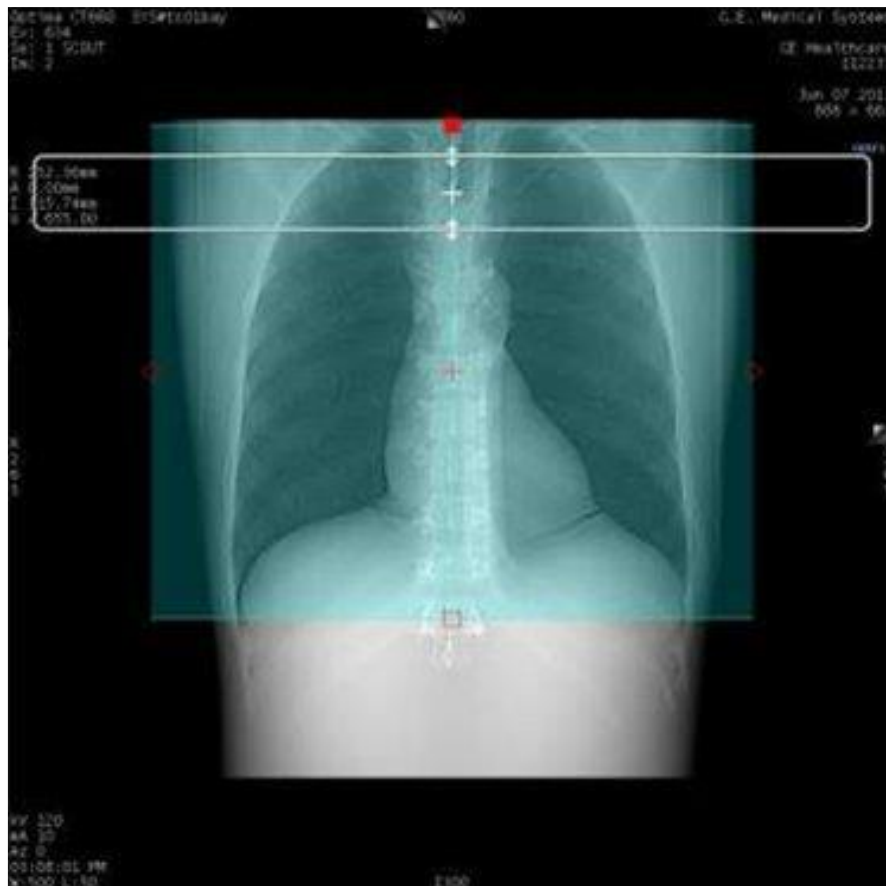
ODM (Organ Dose Modulation)

ODM- Guida rapida di riferimento

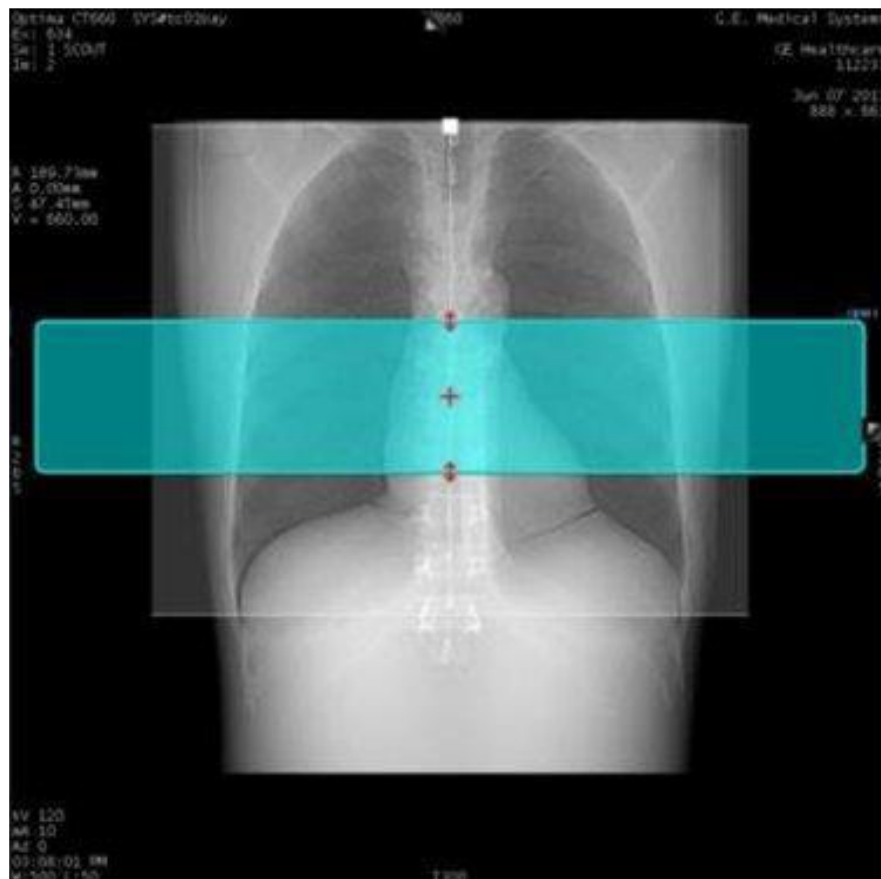
- Selezionate un protocollo il cui tipo di acquisizione è valido ed eseguite le scout.
- Nella schermata ViewEdit (View / Edit), clicca sull'icona ODM per visualizzare la schermata ODM.
- Selezionate Aggiungi.
- Specificare esplicitamente la posizione della regione ODM nella schermata Informazioni ODM. Oppure, specificare graficamente la posizione sul localizzatore. Nel pannello di controllo Localizer Tools, clicca su ODM per abilitare le regioni ODM (v. immagine in basso).



Sul localizzatore, una regione ODM inattiva appare come una regione bianca e una regione ODM attiva appare in blu.



Quando una regione ODM è attiva, appare in blu sul localizzatore; il pacchetto di acquisizione, invece, è disattivato e appare in bianco.



È possibile spostare la regione ODM solo nella direzione Z. Non è possibile spostarla nelle altre direzioni, poiché la modulazione dell'applicazione è applicata alla parte frontale dell'acquisizione.

La lunghezza minima di una regione ODM è di 20 mm. La modulazione mA è applicata a una rotazione completa e non può essere applicata a una rotazione parziale.

Quando la funzione ODM è applicata, viene visualizzato "ODM" nel pulsante mA. Ciò comporta il fatto che l'acquisizione ODM è in funzione su una o più rotazioni del tubo.

Questo non significa che tutte le rotazioni del gruppo di acquisizione utilizzano l'ODM.



GE Healthcare

ODM (Organ Dose Modulation)

ODM- Guida rapida di riferimento

Gemelli



mA

560
22.10^m
ODM

dic. '24



ODM permette di controllare la sua centratura.

Non è possibile spostare l'ODM sull'asse XY, ma solo sull'asse Z. Questo perché la modulazione avviene solo sulla parte anteriore dell'acquisizione.

Possiamo, quindi, dedurre che la parte inferiore dell'ODM, una volta posizionata sullo scout, rappresenta l'altezza dell'isocentro del nostro scanner.



GE Healthcare

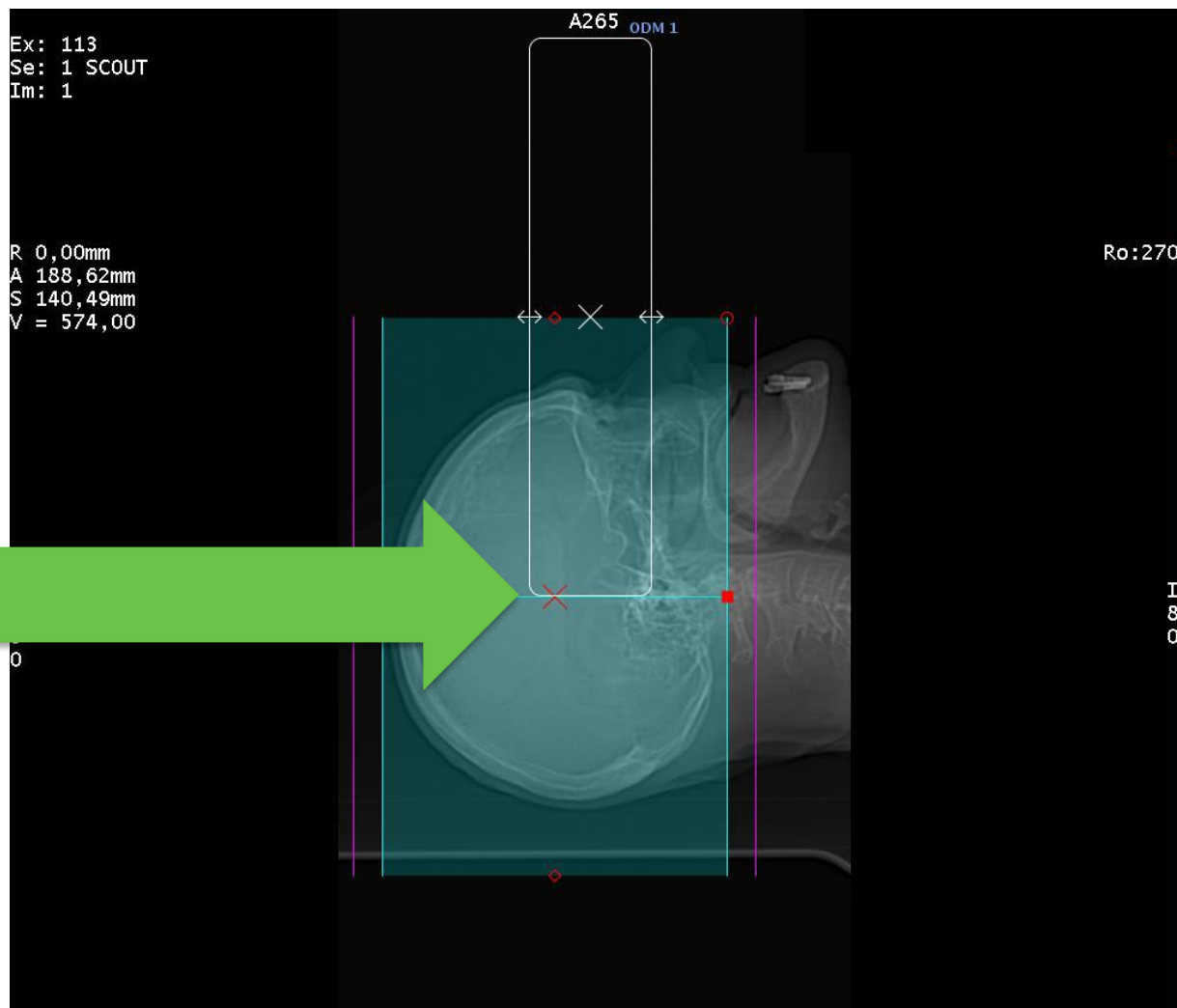
ODM (Organ Dose Modulation)

ODM- Guida rapida di riferimento

Possiamo, quindi, dedurre che la parte inferiore dell'ODM, una volta posizionata sullo scout, rappresenta l'altezza dell'isocentro del nostro scanner.

Buona centratura =

Il centro dell'area anatomica da studiare è all'isocentro del gantry.



GE Healthcare

ODM (Organ Dose Modulation)

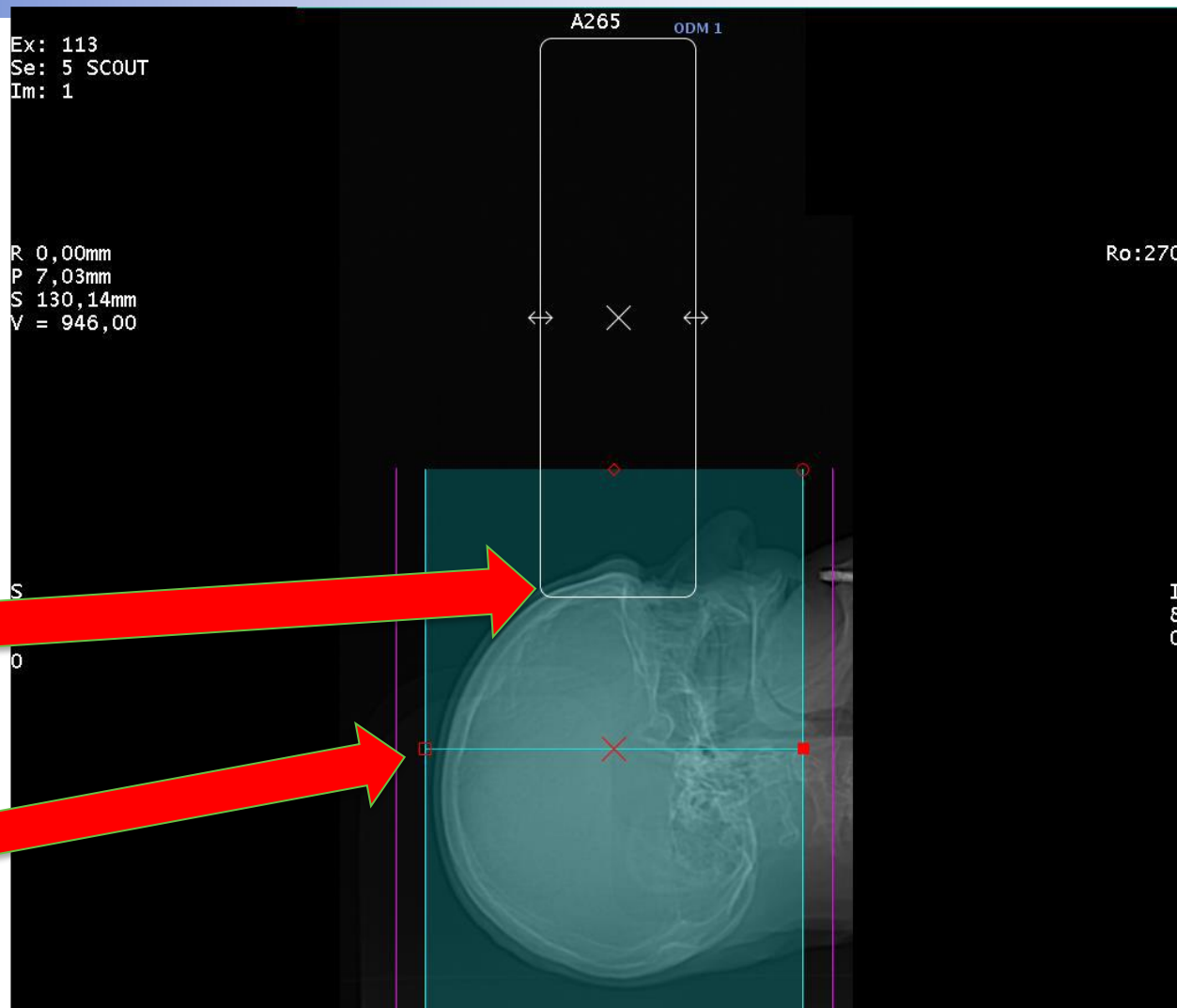
ODM- Guida rapida di riferimento

Cattiva centratura =

Una centratura errata si traduce in una scarsa qualità dell'immagine e in un potenziale aumento della dose.

Isocentro del gantry.

Centro dell'area di studio.



DRL

Anatomical and indication based Diagnostic Reference Levels (DRL) *in Finland*

EUROSAFE
IMAGING

Examination type or indication	CTDI _{vol} mGy	DLP mGy·cm
Head/brain	55	800
Sinuses	13	190
Chest	9	290
Abdomen	12	560
Body	12	770
Aorta (neck to groin)	10	630
Indication - HRCT	5	140
Indication - lung tumour	11	430
Indication - renal stones	7	330
Indication - lymphoma	11	970
Indication - trauma body	17	1300
Indication - colonoscopy (prone)	6.5	total from both positions: 930
Indication - colonoscopy (supine)	12	

- DRL = level used in medical imaging to indicate whether, in routine conditions, the dose to the patient in a specified radiological exposure is unusually high or unusually low.
- Defined as 75% quartile value from the data.
- Used in comparison to median of the local data.
- DRLs are a practical tool for optimisation.
- DRLs do not indicate "correct dose" or apply directly to individual patients and examinations.

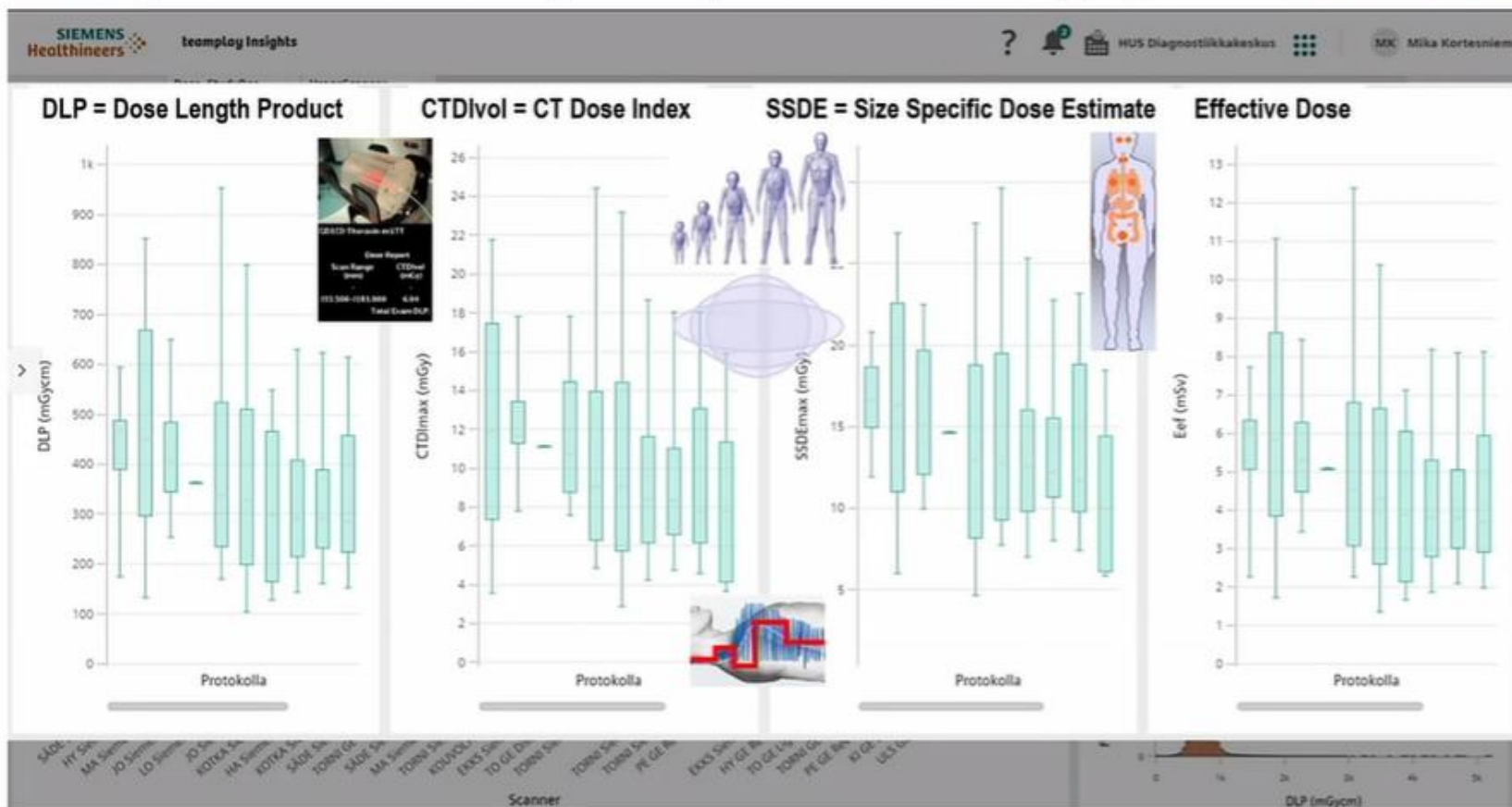
mika.kortesniemi@hus.fi

STUK 2013, 2019, Finland

ICRP, IAEA

9

CT dose parameter view in (patient) dose monitoring system



mika.kortesniemi@hus.fi

HUS Finland

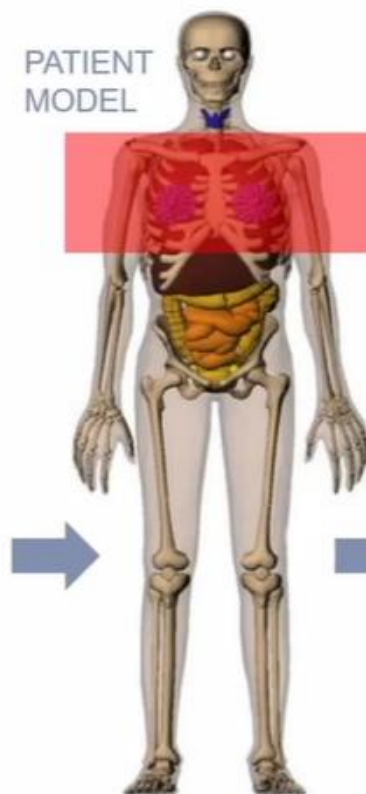
Patient-specific dose estimate in dose monitoring system

SCANNER
MODEL &
PROTOCOL
PARAMETERS



Scan Parameters	
Protocol	Chest
CT Scanner	
kVp	100
Collimation	38.4 mm
Bowtie filter	body
mAs	150
nCTDIw	3.86 mGy
Pitch	1
TCM applied	Yes
CTDIvol	5.79 mGy
DLP	148 mGycm

PATIENT
MODEL



ORGAN & EFFECTIVE DOSE RESULTS

Organ Dose	
Organ/Tissue Name	Dose (mGy)
Bladder	0.11
Bone Surface	2.37
Bone-marrow (red)	1.81
Brain	0.16
Breast	6.67
Colon	0.63
Gonads	0.13
Liver	4.38
Lung	7.56
Oesophagus	3.85
Remainder Tissues (ICRP 103)	3.44
Salivary glands	0.37
Skin	1.70
Stomach	4.29
Thyroid	1.20
Effective Dose (mSv)	3.37

mika.kortesniemi@hus.fi

HUS Medical Imaging Center, Finland / VirtualDose

12

Radiation Protection Perspectives of Imaging Modalities Computed Tomography



Tips & tricks for dose reduction in CT

Aleš Kaučič

University Medical Centre Ljubljana - Slovenia



ESRF EUROPEAN SOCIETY
OF RADIOLOGY

Overview



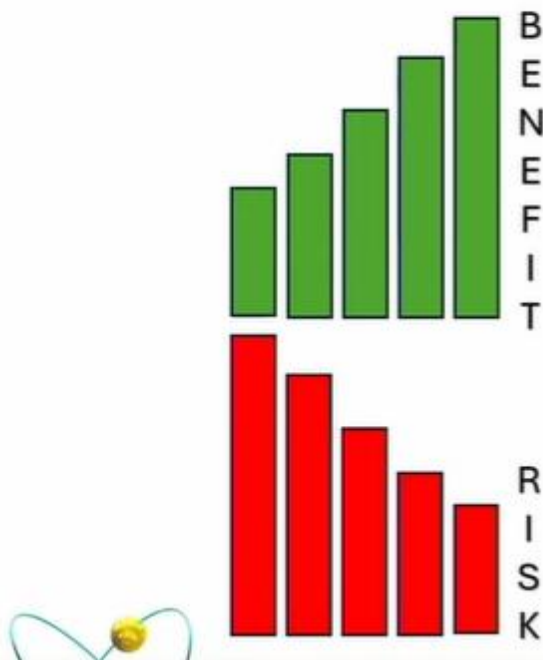
- **Positioning and localizer**
- **Organ based tube current modulation**
- **Automatic tube potential selection**



Dose and image quality



Tools and steps for achieving optimal dose should be correlated to image quality.



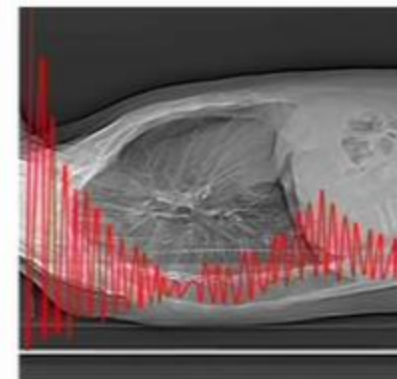
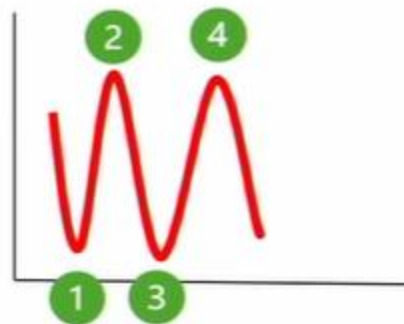
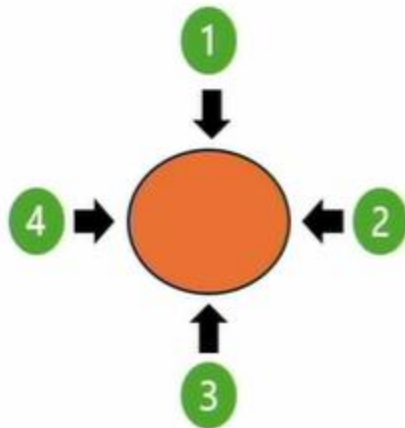
As Low As Reasonably Achievable

DOES NOT EQUAL

As Low As Technically Achievable

Good localizer is crucial

The CT scan projection radiograph provides the initial data for the behaviour of the AEC.



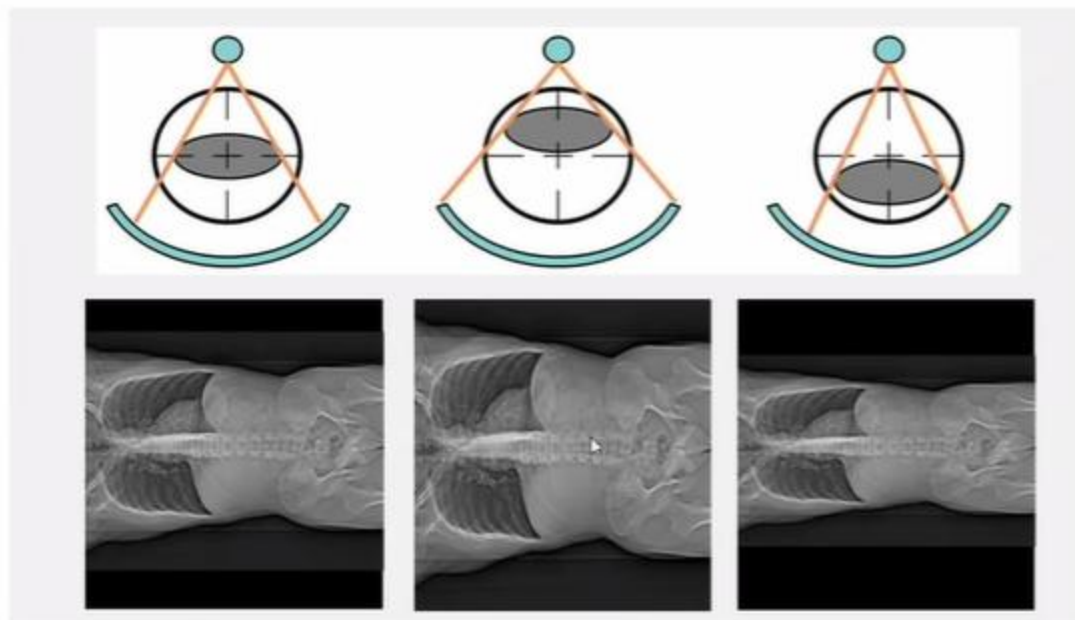
UMCL, 2024

The localizer is used to adjust the longitudinal and angular tube current modulation.

Localizer



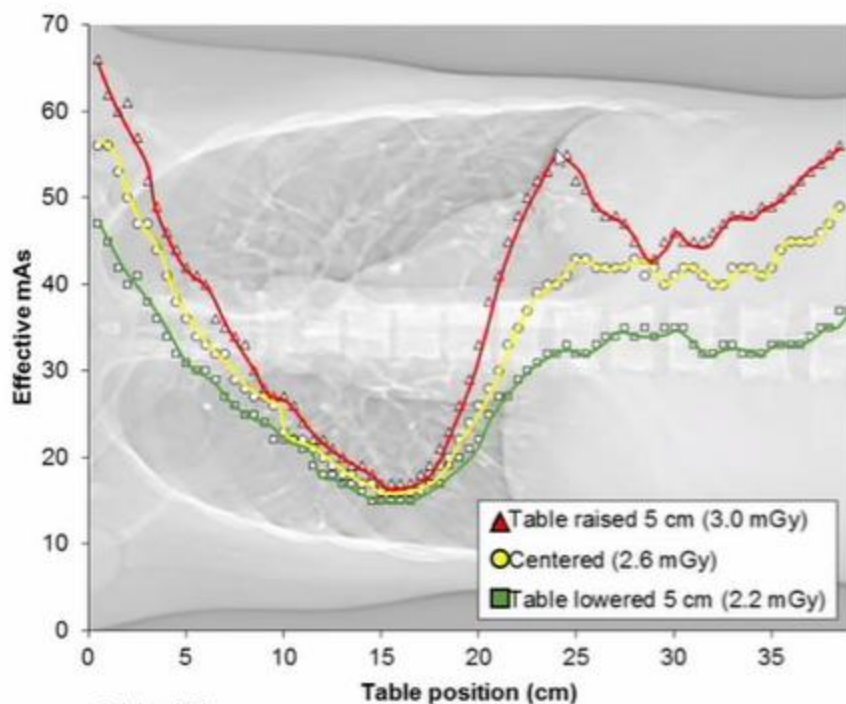
The size of the patient and the measured attenuation are used to set the initial dose level for the examination.



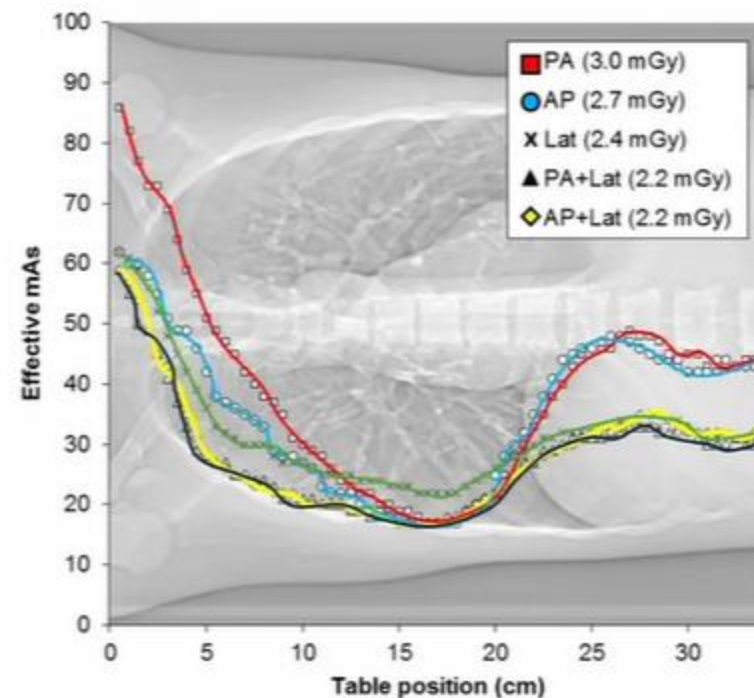
Siemens Healthineers, 2021

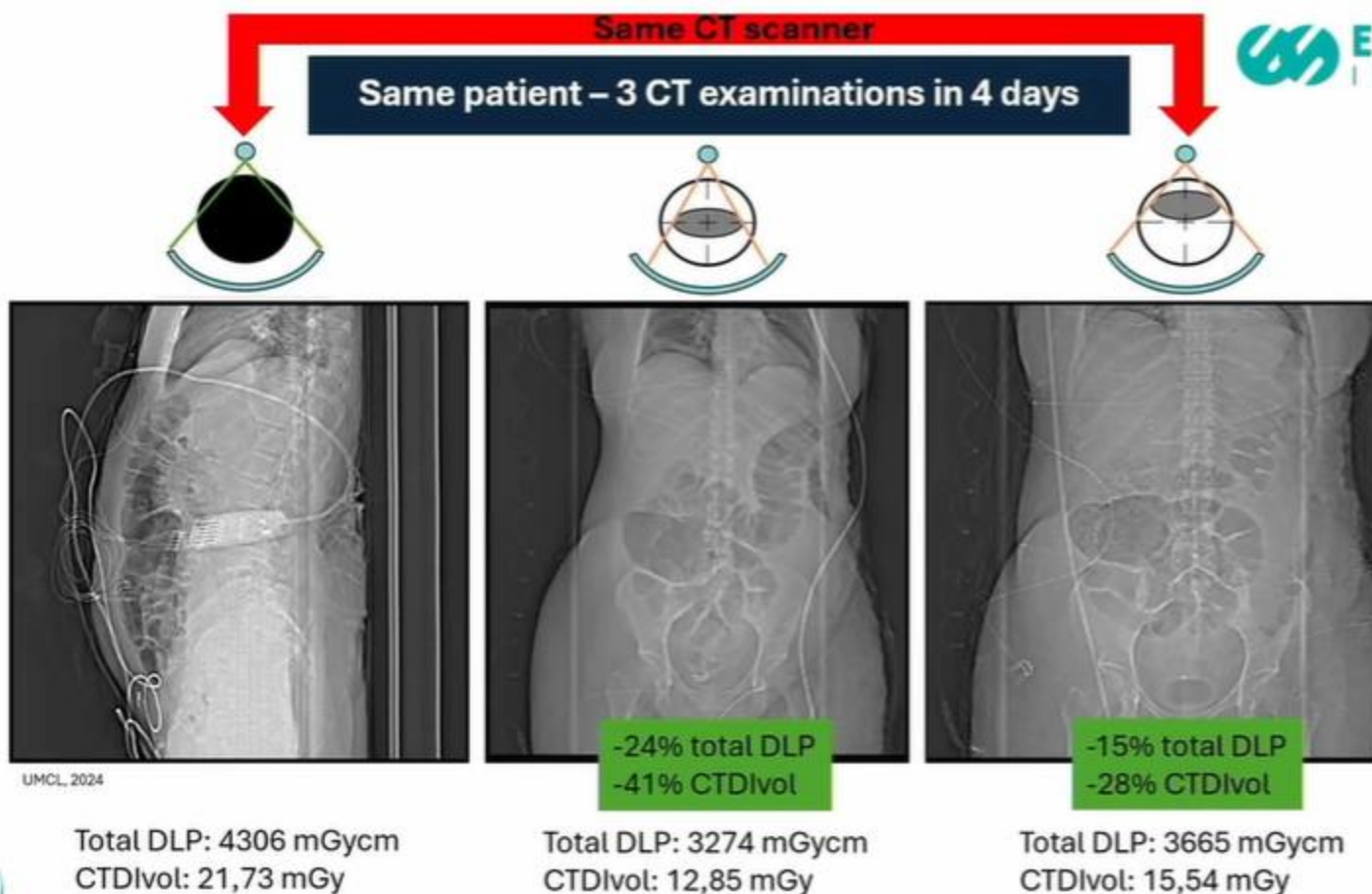


Impact of miscentering



Soderberg, 2016





Vendor recommendations for localizers

HEAD / NECK

GE	Canon/Toshiba	Siemens	Philips
• 2 localizers (AP/PA first) • LAT if only one localizer • Fixed tube voltage (kV) • 100/120 kV and 10/20 mA	• Head: does not use AEC • Neck: 2 localizer LAT first • Fixed tube voltage (kV) • 120 kV and 50 mA	• 1 LAT localizer • kV to match the exam kV • Sn filter – no difference with the default settings	• 1 LAT localizer • If 2 localizers (PA first) • kV to match the exam • min: 120 kV and 30 mA

CHEST / ABDOMEN / PELVIS

GE	Canon/Toshiba	Siemens	Philips
• 2 localizers (AP/PA first) • LAT if only one localizer • Fixed tube voltage (kV) • 100/120 kV and 10/20 mA	• 2 localizers AP first • Fixed tube voltage (kV) • AP: 120 kV and 50 mA • LAT: 120 kV and 100 mA	• 1 AP localizer • kV to match the exam kV • Sn filter – no difference using the default settings	• 1 PA localizer • If 2 localizers (PA first) • kV to match the exam • min: 120 kV and 30 mA

<https://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/>



Vendor recommendations for their CT scanners

Encrypted | Login


**AMERICAN ASSOCIATION
of PHYSICISTS IN MEDICINE**

Home | Directory | Career Services |
Continuing Education | BBS | Contact



THE ALLIANCE FOR QUALITY COMPUTED TOMOGRAPHY

Purpose
FDA Award
Questions
Role of the QMP
CT Dose-Check
Protocols
Lexicon
CT Dose Education
CT AEC Education

Statement of Purpose

The American Association of Physicists in Medicine (AAPM) is a professional organization whose members include board-certified medical physicists who specialize in the safe and effective use of radiation in medicine. Medical physicists partner with radiologists, technologists, regulators, manufacturers, administrators and others to ensure that CT scans are performed using the minimum amount of radiation required to obtain the diagnostic information for which the CT scan was ordered, or to guide the therapeutic procedure for which the CT is used.

In 2010, the [Alliance for Quality Computed Tomography Working Group](#) was formed to provide information to CT users that enhances the quality of their CT practice. The membership includes academic and consulting medical physicists who specialize in CT imaging, representatives of each of the major CT scanner manufacturers, and liaisons to the American College of Radiology, American Society of Radiology Technologists, and the Food and Drug Administration.

The Working Group was initially charged with the development of [reference CT protocols](#), which are defined by the Working Group to be reasonable and appropriate protocols for specified diagnostic tasks. The published protocols provide typical clinical values for a *sampling* of currently available scanner models, and may not always match manufacturer-supplied reference protocols.

In addition to the development of reference protocols, the Working Group developed a [lexicon](#) to assist users in navigating the different nomenclature used by different manufacturers.

Since 2010, the Working Group has taken on a number of additional projects, including the development of recommendations and default values for CT Dose Alert and Notification Values, and the preparation of a number of teaching slide sets. Slides are available that describe the [parameters on a CT scanner that affect the delivered dose](#); these include manufacturer-specific slide sets that show images of each manufacturer's user interface. Additionally, slides have been developed that teach users about the [Dose Check feature](#), and how to avoid potential problems that may occur in long interventional examinations.

To better represent the scope of the activities of the Working Group, which is dedicated to promoting the highest level of quality in CT imaging, we have adopted a new name: [The Alliance for Quality Computed Tomography \(AQCT\)](#).

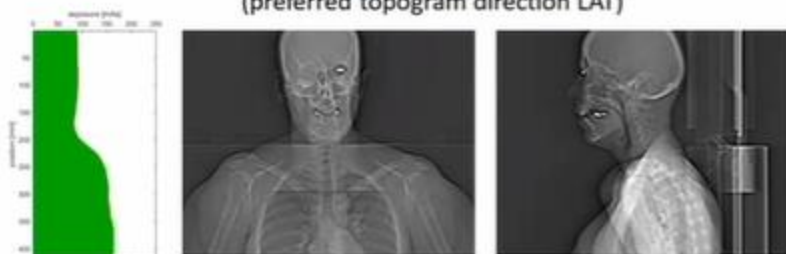
It is our hope that you find the resources provided here to be helpful in achieving the highest level of quality in your CT practice.

<https://www.aapm.org/pubs/CTProtocols/>

Localizer does not fully cover the scan range



Example: Neck protocol
(preferred topogram direction LAT)



a) scan range fully covered by preferred topogram

If the localizer does not fully cover the scan range, water equivalent patient diameter (WED) values are extrapolated and the dose volume may be incorrect.



Siemens Healthineers, 2021

b) scan range not fully covered by preferred topogram

Pre-requisites for reliable AEC calculations

- Good image quality of the localizer
- Central positioning of the patients
- Fully covered scan range



Scanning beyond the localizer

Most of the CT scanners

AEC uses the same technique as for the closest z-location included in the localizer.

In some casses

Because there is no recognisable body part, the dose modulator defaults to the maximum dose in the protocol.

There is a linear increase from the closest z-location to the maximum.

If 30 % of the prescribed scan length is outside the localizer boundary, then AEC becomes inactive.



UMCL, 2024



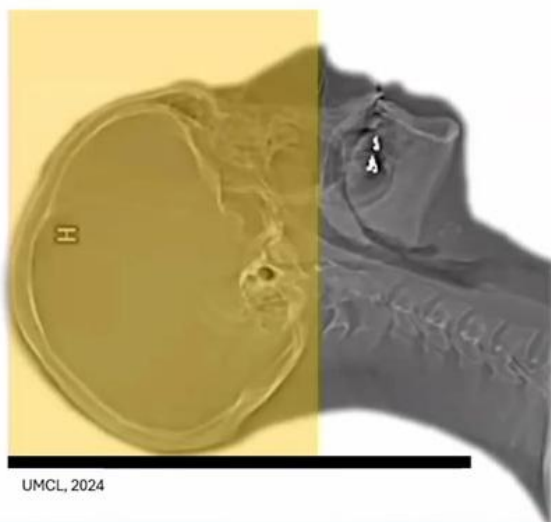
Organ-based tube current modulation



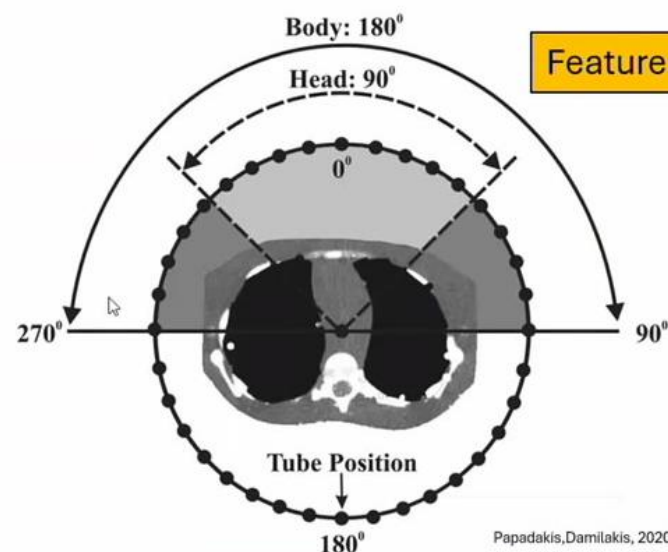
It adjusts the tube current based on the anatomical region.

Tube current is decreased or turned off over radiosensitive organs (breast, eye lenses).

It decreases the absorbed dose to organs on the surface but increases the absorbed dose to other organs.



UMCL, 2024



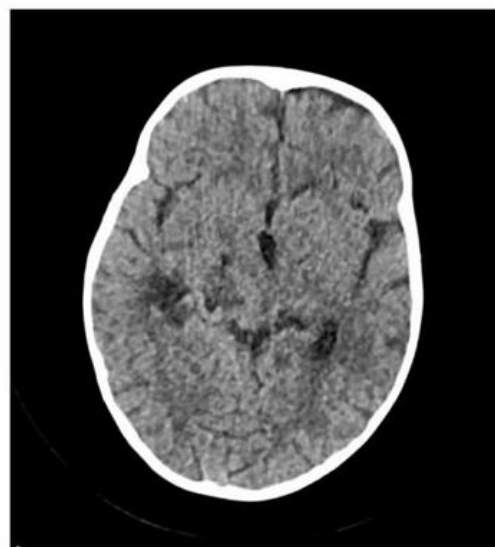
Feature of AEC

Papadakis, Damilakis, 2020

Organ-based tube current modulation



DLP = 245 mGycm
CTDIvol = 14,8 mGy



DLP = 313 mGycm
CTDIvol = 19 mGy



Total DLP and CTDIvol are higher in OBTCM protocols.

The absorbed dose to eye lenses decreases and increases in other head regions.

Image noise is increased in OBTCM protocols.

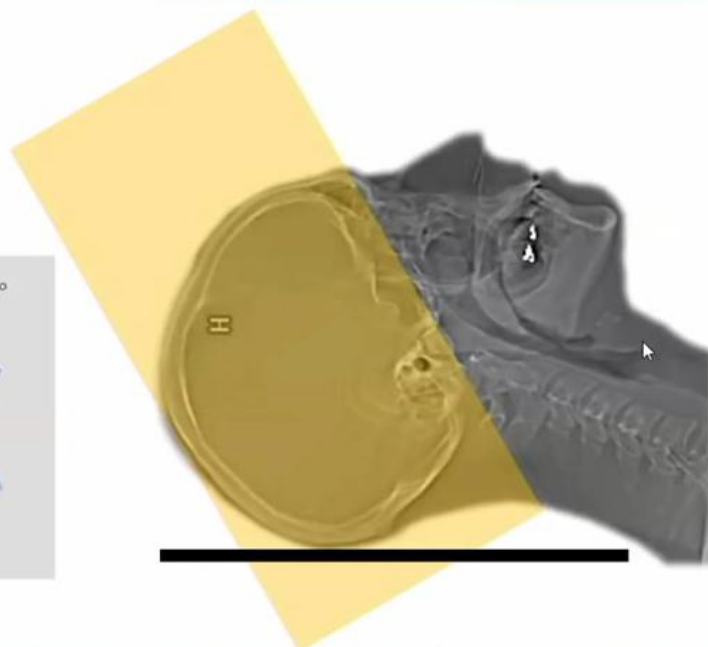
UMCL, 2024



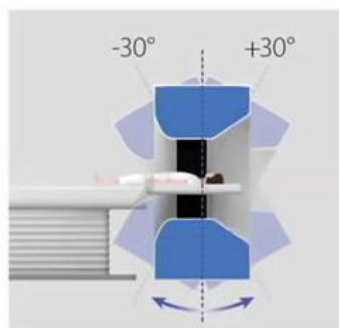
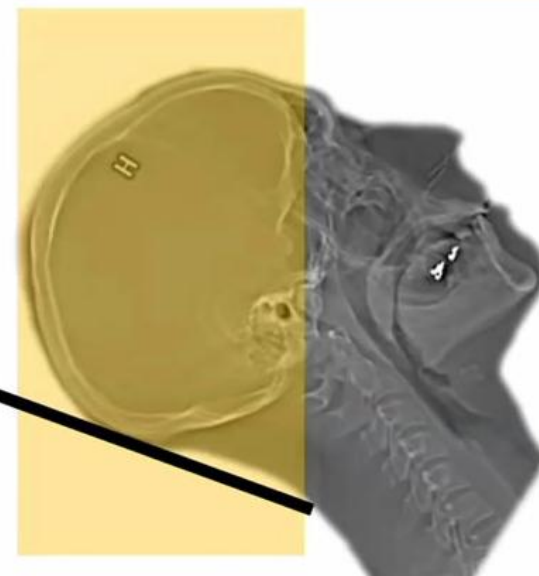
Alternative to Organ-based tube current modulation



Gantry tilt



Tiltable head cradle



Canon Medical, 2024

UMCL, 2024

Automatic tube potential selection

Feature of AEC

AEC does not imply total freedom from operator selection of scan parameters.

Older CT systems without AEC required the operator to select kV and mA.

AEC system usage requires an understanding of noise index, reference mAs, and reference images to operate effectively.

Understanding some parameters, like the standard deviation of image pixels or noise index, is not intuitive and can lead to errors.



Automatic tube potential selection - example



3 CT protocols

First CT scanner: Factory settings

- Non-contrast: 120 kV, 133 mAs
- Arterial phase: 120 kV, 147 mAs
- Venous phase: 120 kV, 133 mAs

Second CT scanner: All phases: 100 kV, 180 mAs

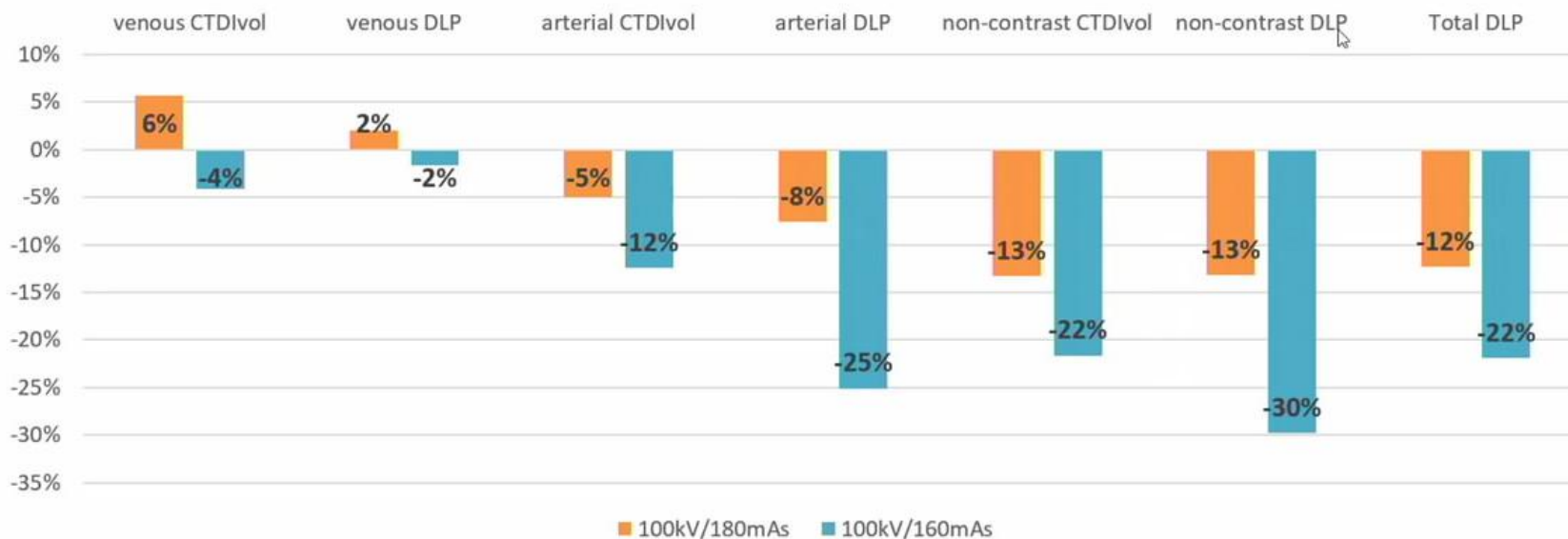
**Three identical
Dual Source CT scanners**

Third CT scanner: All phases: 100 kV, 160 mAs

Automatic tube potential selection - example



Difference in % compared to the factory CT protocol



Automatic tube potential selection



Scan entries must be coupled in multiphase CT protocols of the same anatomical region to ensure constant scan protocols.

All series must be coupled to kV group

