



Aangewende technieken

Katrien Van Slambrouck,
PhD

Wie ben ik?

Katrien Van Slambrouck

- Bachelor Fysica, Master Biofysica
- Master in de Medische Stralingsfysica
- Doctor in de biomedische wetenschappen, doctoraat medische fysica: iteratieve reconstructie en metaal artefact reductie bij CT (& PET) @ KU Leuven / UZ Leuven
- Themacoördinator Medische Röntgentoepassingen @ FANC

Ik vervang voor dit onderdeel Professor Greta Dereymaeker, Orthopedisch chirurg

Ik ben geen arts, geen verpleegkundige, geen technoloog

Vragen: katrien.vanslambrouck@fanc.fgov.be

Overzicht

1. Inleiding
2. Technieken
3. Doel? Risico's?
4. Stralingsbescherming
5. Stralingsbescherming van het personeel
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. Besluit
9. Referenties

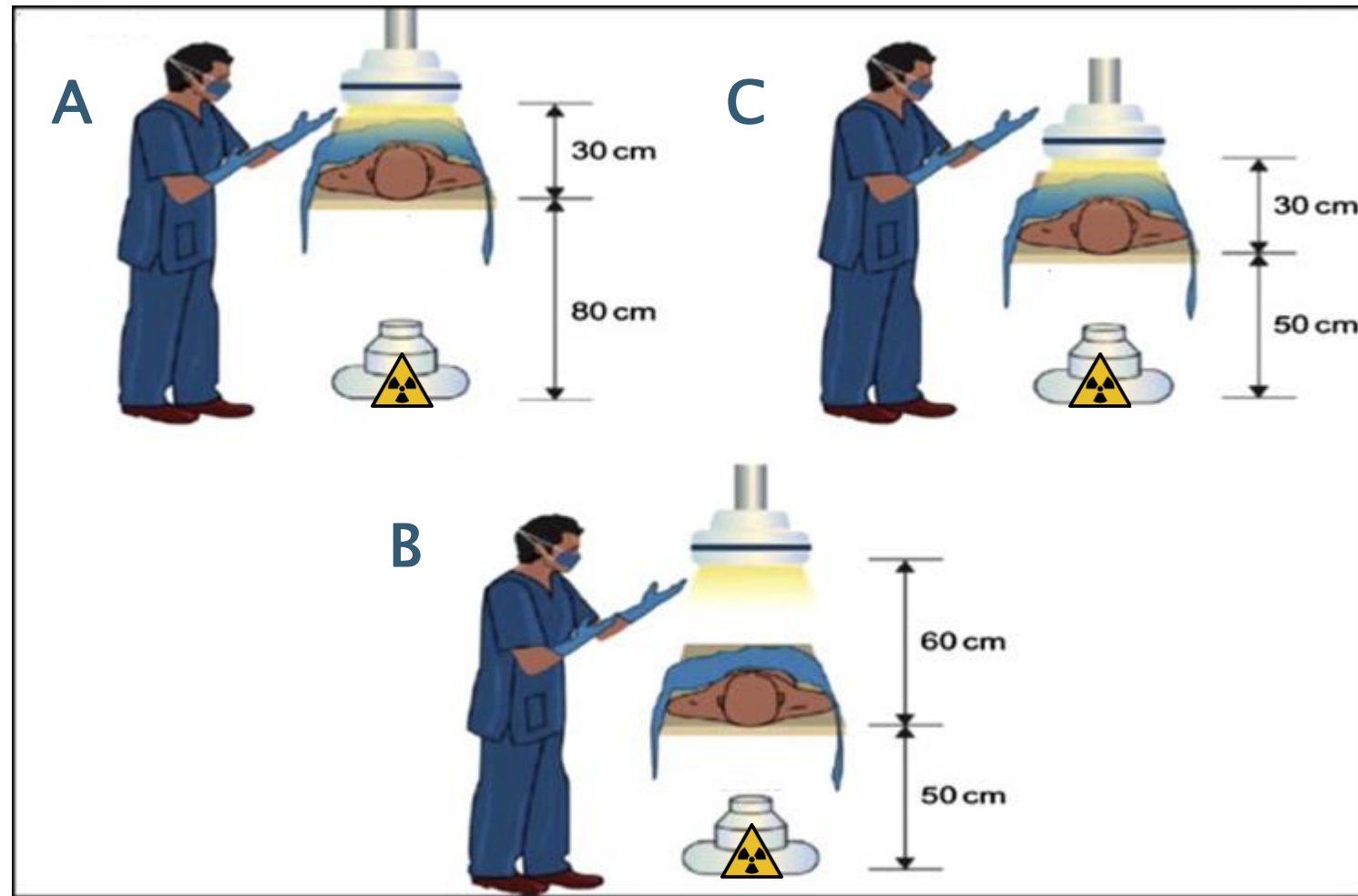
Voorproefje



Voorproefje



Voorproefje



Overzicht

1. Inleiding
2. Technieken
3. Doel? Risico's?
4. Stralingsbescherming
5. Stralingsbescherming van het personeel
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. Besluit
9. Referenties

Inleiding

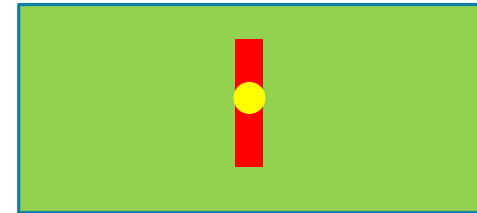
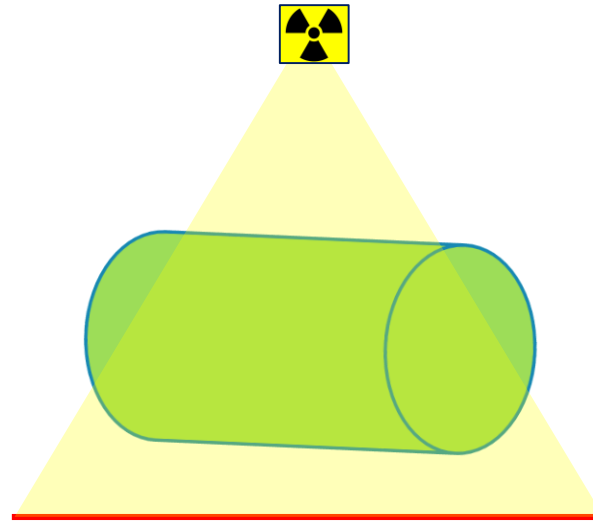
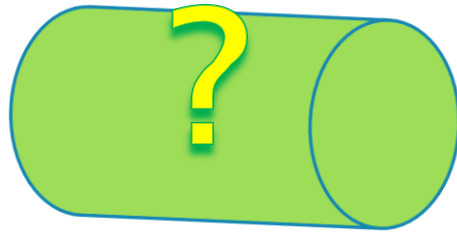
Radiologische toepassingen die gebruik maken van röntgenstraling

- Planaire radiografie
- CT – CBCT
- Scopie

Toepassingen binnen de dienst radiologie maar ook bij
heelkunde, orthopedie, cardiologie, urologie,
anesthesie, gynaecologie, ... → veelal onder fluoroscopie

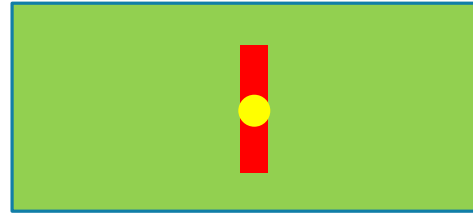
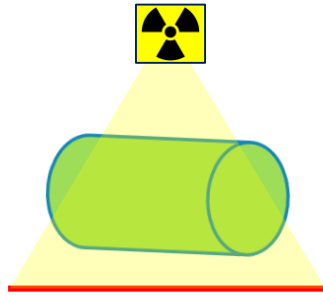
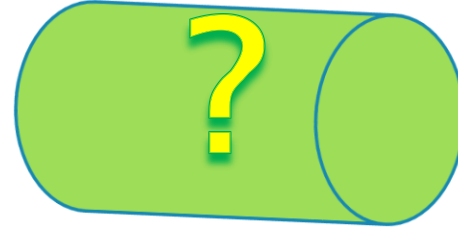
Inleiding

Planair

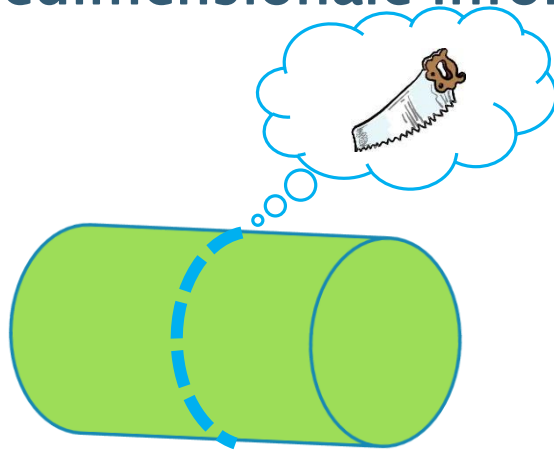


Inleiding

Planair

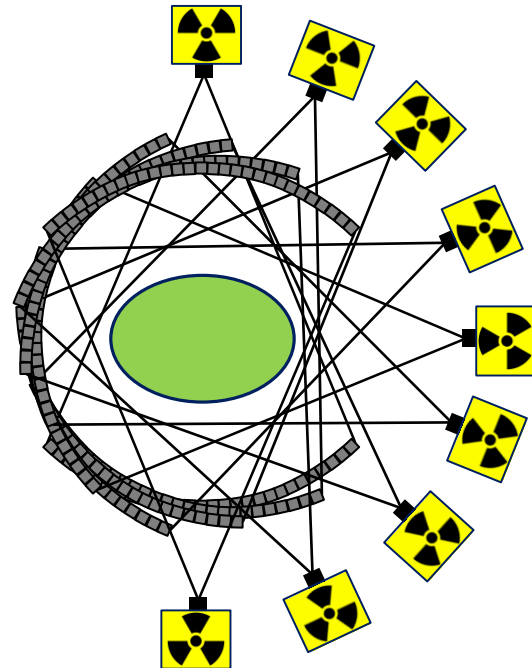
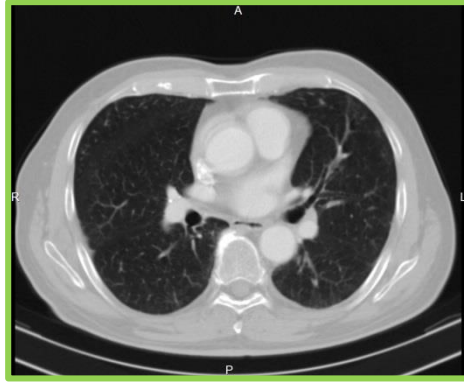


Driedimensionale informatie?

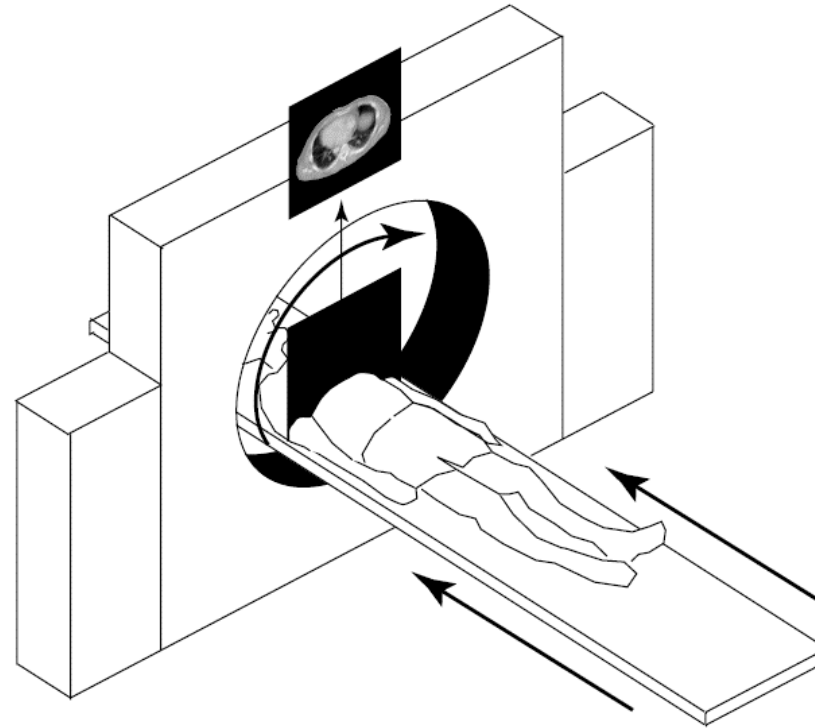
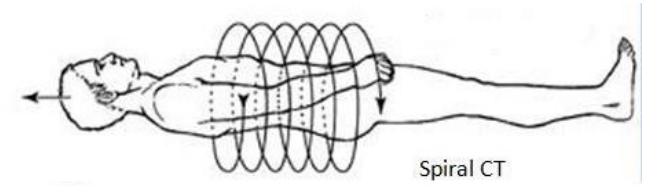


Inleiding

CT

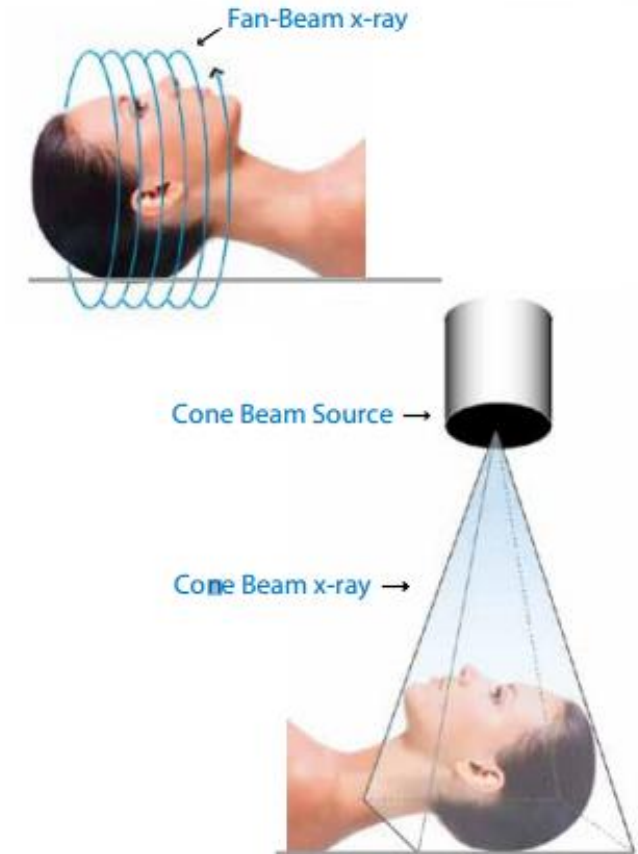
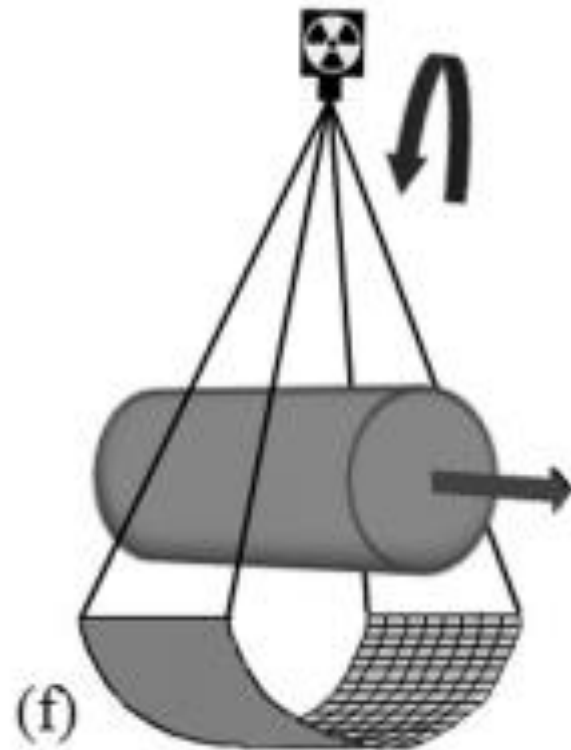
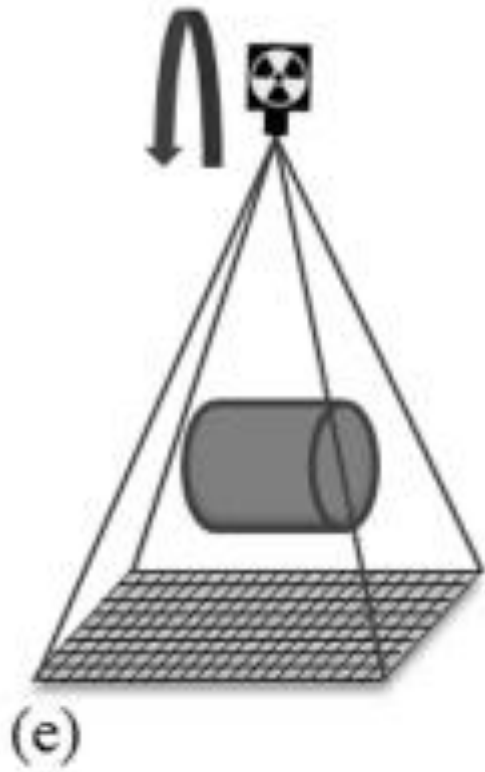


Continue
beweging van
de patiënt



Inleiding

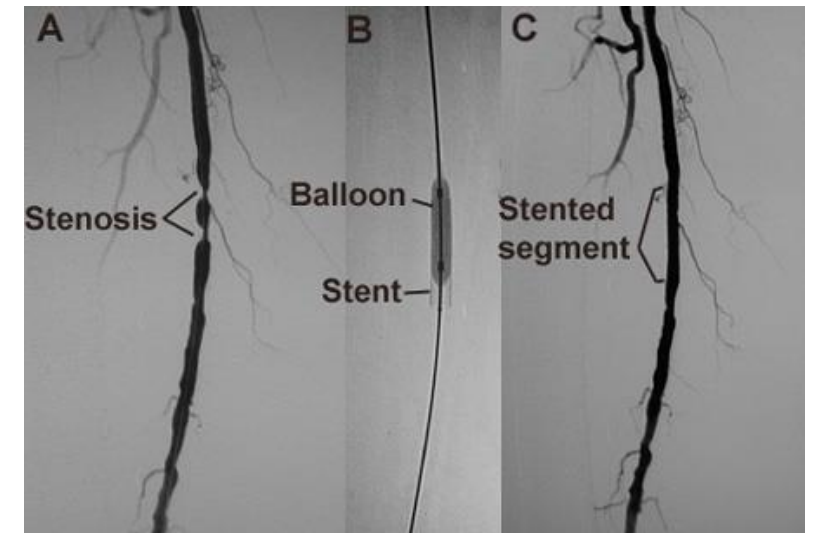
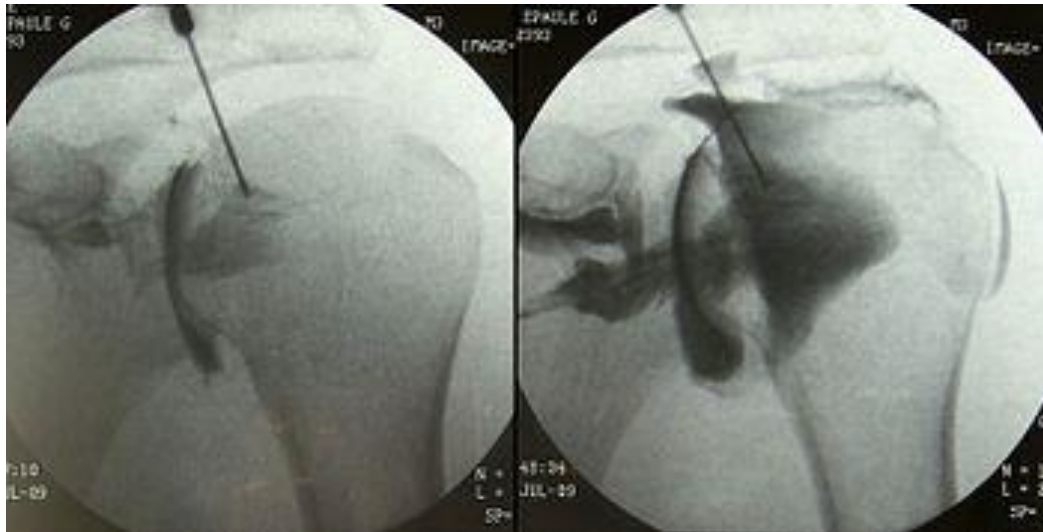
CBCT



Inleiding

Directe beeldvorming, scopie

- Directe “live” beeldvorming
- Interventioneel
- Vroeger met fluorescerend scherm en tv vandaar “fluoroscopie”
- Nu meestal digitaal



Overzicht

1. Inleiding
2. **Technieken**
3. Doel? Risico's?
4. Stralingsbescherming
5. Stralingsbescherming van het personeel
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. Besluit
9. Referenties

Technieken

C-arm



Toepassing:

- 2D maar nieuwe toestellen kunnen ook beperkt 3D (CBCT)
- Mobiel
- Vnl. voor fluoroscopie en intra-operatief, niersteenverbrijzelaar

Technieken

Mini C-arm



Toepassing:

- Vaak enkel 2D
- Mobiel
- Intra-operatief vnl. voor ledematen

Technieken

“Gemonteerde armsystemen”



Toepassing:

- 2D maar evolutie naar 3D (CBCT)
- Interventionele radiologie (incl. interventionele cardiologie)
- Intra-operatief
- Hybride zalen

Technieken

O-arm



Opm. O-arm = gepatenteerde naam van Metronic

Toepassing:

- 2D en 3D (CBCT)
- Fluoroscopie en intraoperatief
- Eigenlijk een CBCT met C-arm mogelijkheden

Technieken

Mobiele CT



Toepassing:

- 3D beeldvorming (meestal helical CT)
- Verschillen tussen de modellen
- Nog vragen bij het gebruik: stabiliteit? batterijen?

Technieken

CT bij gemonteerde arm



Toepassing:

- 3D beeldvorming (helical CT)
- Interactie, fusie, ... tussen (beelden van) verschillende modaliteiten
- Nog vragen bij het gebruik: dosis? ...

Technieken

Mobiel röntgentoestel



Toepassing:

- Radiografie, 2D beeldvorming
- Aan het bed van de patiënt
- Detector los van röntgenbuis
- Occasioneel gebruik in OK

We kunnen starten

Camera loopt ...

Take 1 ...

En actie!

We kunnen starten!!

Of toch niet ...



Overzicht

1. Inleiding
2. Technieken
3. **Doel? Risico's?**
4. Stralingsbescherming
5. Stralingsbescherming van het personeel
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. Besluit
9. Referenties

Wat willen we bereiken?

Geslaagde behandeling van de patiënt

Procedure moet met de nodige medische zorg uitgevoerd kunnen worden

Krachtdadig handelen waar nodig: soms levensbedreigende of urgente situaties

Waarom fluoroscopie?

- Minder invasief
- Begeleidt positionering
- Peroperatieve controle
- Kortere operaties: voor arts en voor patiënt

Wat willen we bereiken?

Hoe?

Beeldkwaliteit

Allerbeste beeldkwaliteit → Klinisch relevant beeldkwaliteit

Gewenste beeldkwaliteit → Klinisch relevant beeldkwaliteit

Stralingsrisico

Risico's personeel beperken – rekening houdend met bijv. ergonomie

Risico's patiënt beperken – rekening houdend met de behandelingsmogelijkheden

Wat is het risico?

Verschillende risico's voor patiënt, arts, technologen,
verplegende personeel, ziekenhuis, ...

Vandaag focus op

Stralingsrisico

voor het personeel
voor de patiënt

Stralingsrisico personeel

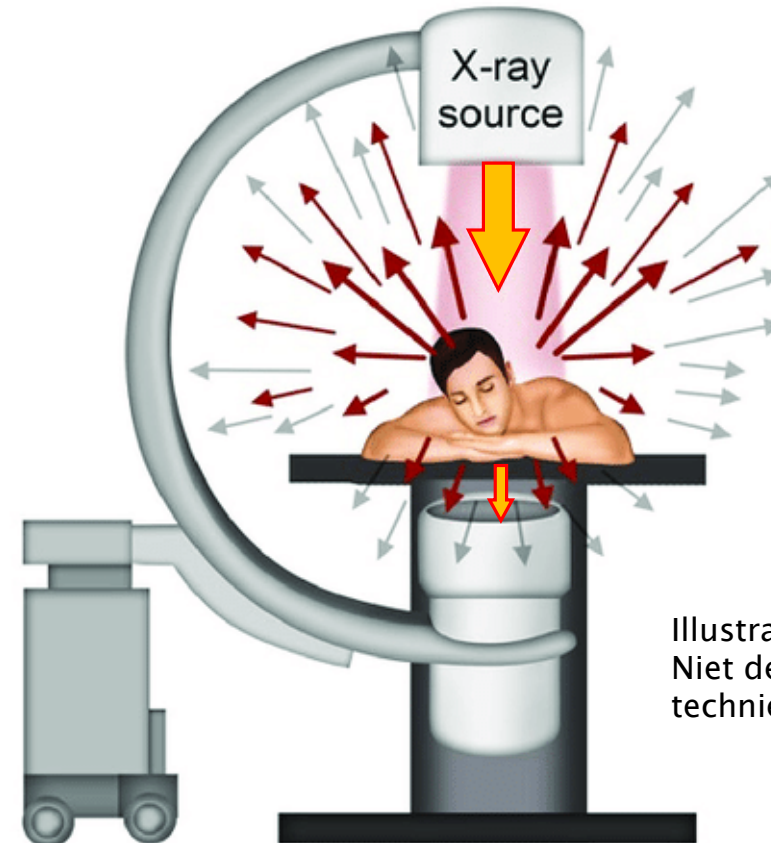
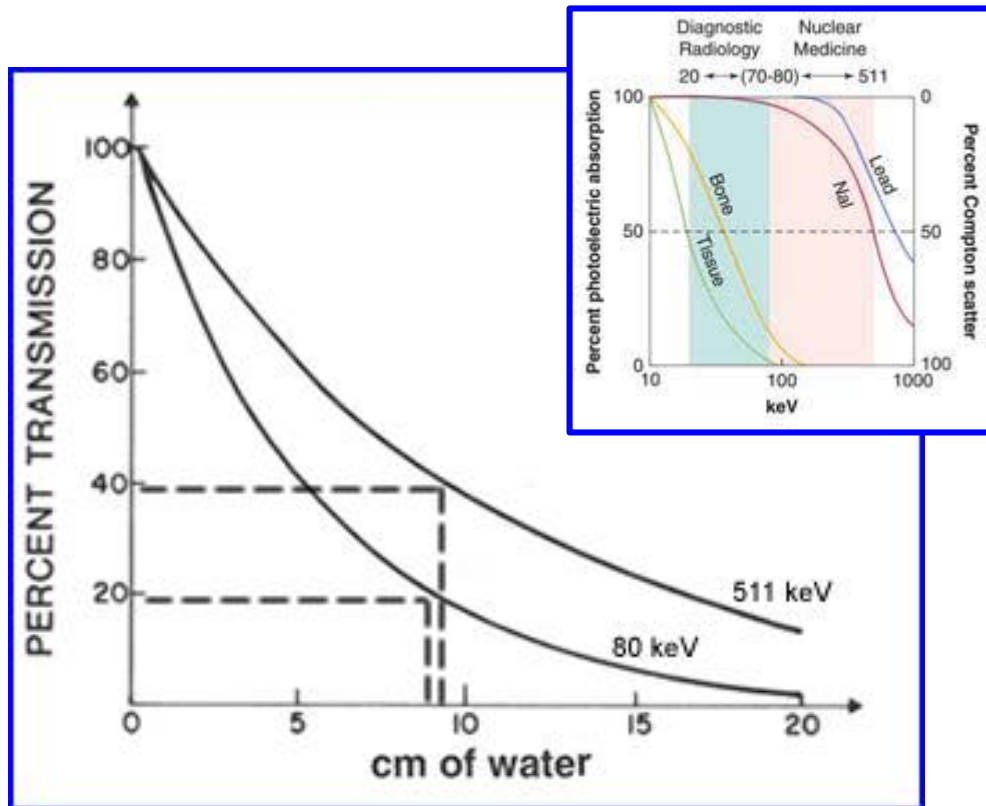
- Toenemend aantal minimaal invasieve procedures
- Toenemende complexiteit van de procedures

Personeel

- Vaak beperkt opgeleid / vergund
- Beperkt bewustzijn stralingsbescherming voor zichzelf en hun patiënten
- Beroepshalve blootstelling bij de hoogste waarden bij degenen die interventionele procedures uitvoeren (vnl. voor artsen)
- Dosimeters worden niet consequent gedragen
- Collectieve en persoonlijke beschermmiddelen worden vaak niet gebruikt

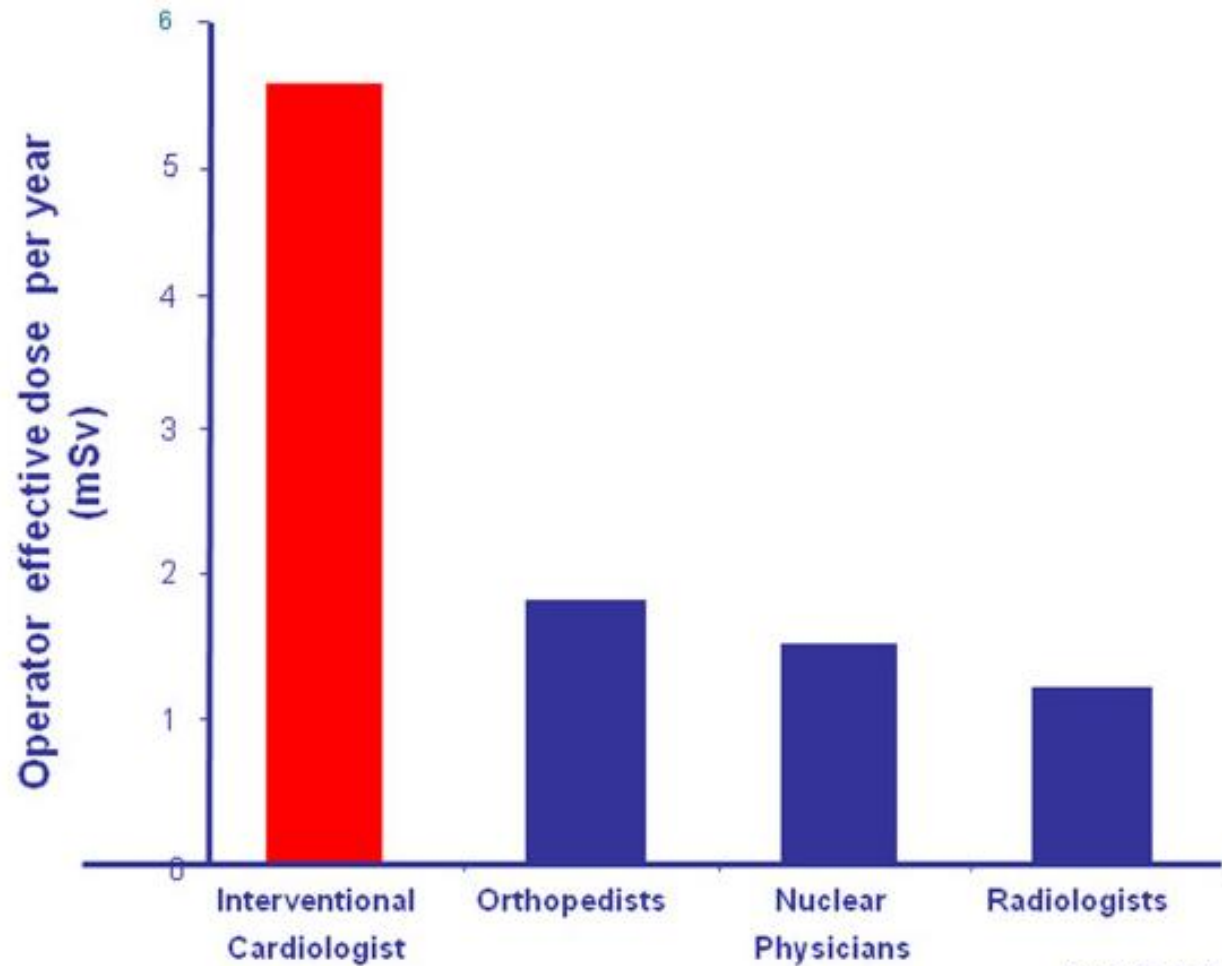
Stralingsrisico personeel

Bloostelling vnl door scatter = strooistraling !!



Illustratief voor scatter.
Niet de optimale
techniek, zie verder!

Stralingsrisico personeel



Vano E et al, BJR 1998

Stralingsrisico personeel



Straling kan cataract veroorzaken, eerder een lange termijn effect maar mogelijk zonder of met lage drempel.

Stralingsrisico personeel

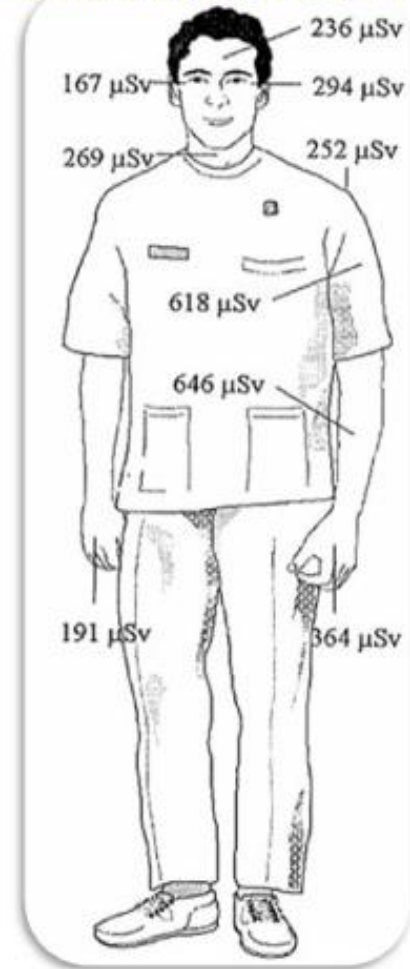
Brain and Neck Tumors Among Physicians Performing Interventional Procedures

Ariel Roguin, MD, PhD^{a,*}, Jacob Goldstein, MD^b, Olivier Bar, MD^c, and James A. Goldstein, MD^d

Physicians performing interventional procedures are chronically exposed to ionizing radiation, which is known to pose increased cancer risks. We recently reported 9 cases of brain cancer in interventional cardiologists. Subsequently, we received 22 additional cases from around the world, comprising an expanded 31 case cohort. Data were transmitted to us during the past few months. For all cases, where possible, we endeavored to obtain the baseline data, including age, gender, tumor type, and side involved, specialty (cardiologist vs radiologist), and number of years in practice. These data were obtained from the medical records, interviews with patients, when possible, or with family members and/or colleagues. The present report documented brain and neck tumors occurring in 31 physicians: 23 interventional cardiologists, 2 electrophysiologists, and 6 interventional radiologists. All physicians had worked for prolonged periods (latency period 12 to 32 years, mean 23.5 ± 5.9) in active interventional practice with exposure to ionizing radiation in the catheterization laboratory. The tumors included 17 cases (55%) of glioblastoma multiforme (GBM), 2 astrocytomas (7%), and 5 meningiomas (16%). In 26 of 31 cases, data were available regarding the side of the brain involved. The malignancy was left sided in 22 (85%), midline in 1, and right sided in 3 operators. In conclusion, these results raise additional concerns regarding brain cancer developing in physicians performing interventional procedures. Given that the brain is relatively unprotected and the left side of the head is known to be more exposed to radiation than the right, these findings of disproportionate reports of left-sided tumors suggest the possibility of a causal relation to occupational radiation exposure. © 2013 Elsevier Inc. All rights reserved. (Am J Cardiol 2013;■:■-■)

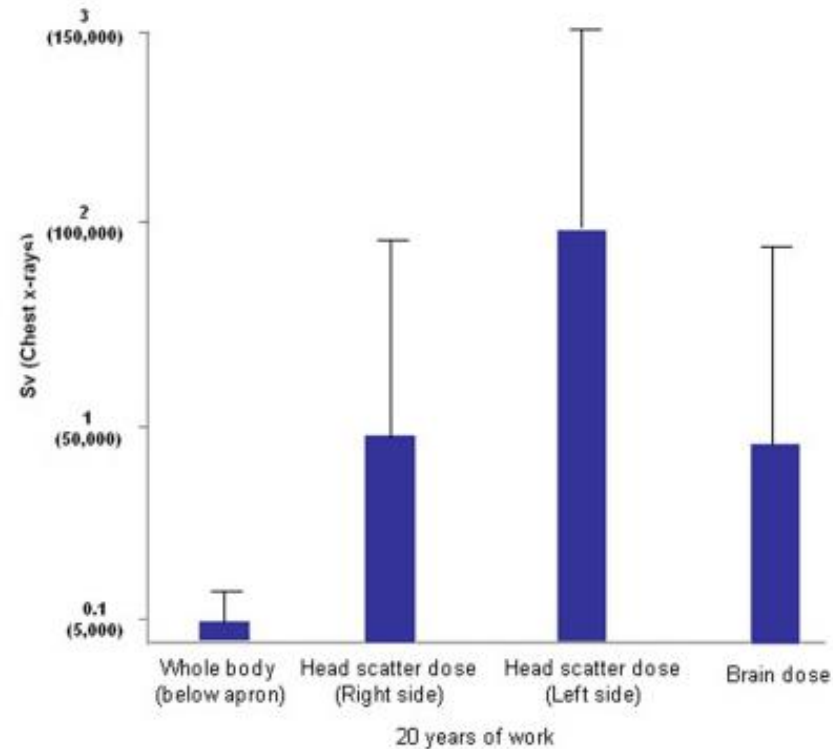
Stralingsrisico personeel

Mean level per procedure



Vano E et al, BJR 1998

Lifetime operator exposure



Adapted from original data of Vano et al, 1998 and Venneri et al, 2009

Stralingsrisico personeel

Vascular Effects of Occupational Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation

Francesco Tomei, MD, Bruno Papaleo, MD, Sergio Fantini, MD, Sergio Iavicoli, MD, Tiziana Paola Baccolo, MD, and Maria Valeria Rosati, MD

Damage to the microcirculation caused by high-dose ionizing radiation is well known but data concerning low-dose exposure are scant and contrasting. We employed capillary microscopy to study dermal microcirculation damage resulting from occupational exposure to ionizing radiation doses lower than 5 rem/year (maximum permissible dose in Italy). We studied 145 physicians (60.7% radiologists, 33.8% orthopedic specialists, 5.5% cardiologists) occupationally exposed to ionizing radiation and a control group of 106 subjects in comparable but different occupations not exposed to ionizing radiation or to other skin hazards. All subjects were administered a clinical protocol and underwent capillary microscopy of the fingernail-fold. Capillary microscopy alterations were classified as absent, mild, moderate, marked and severe. Our data confirm that occupational exposure to low-dose ionizing radiation can lead to morphological and functional alterations of the dermal microcirculation, which can be identified early by capillary microscopy. © 1996 Wiley-Liss, Inc.

KEY WORDS: capillaroscopy, dermal microcirculation, health surveillance, ionizing radiation, occupational exposure

Stralingsrisico personeel

Approximate dose to a orthopaedic surgeon per procedure (μSv) with 0.5 mm lead apron worn*

Procedure	Dose to the Surgeon per procedure (μSv)	Screening Time
Hip	5	25 sec/patient
Spine	21	2 min/patient
Kyphoplasty	250	10 min/patient

Stralingsrisico personeel

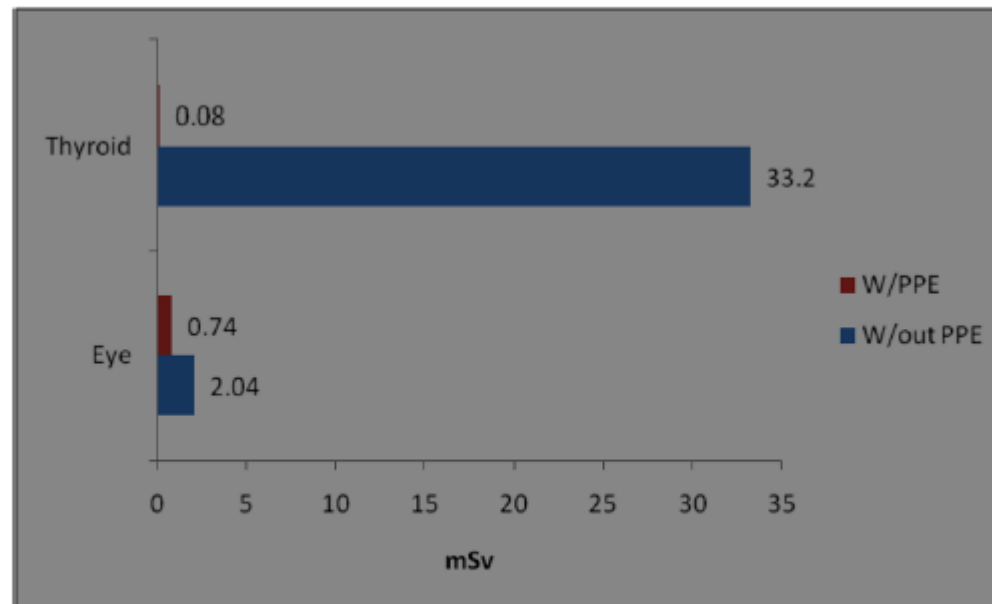


Figure 5 Annual mean cumulative radiation dose received for hands, thyroid, eyes/forehead among orthopaedic surgeons during with and without personal protective equipment. W/PPEs - with personal protective equipment; W/out PPEs-without personal protective equipment; eye [12]; thyroid [9].

Stralingsrisico personeel

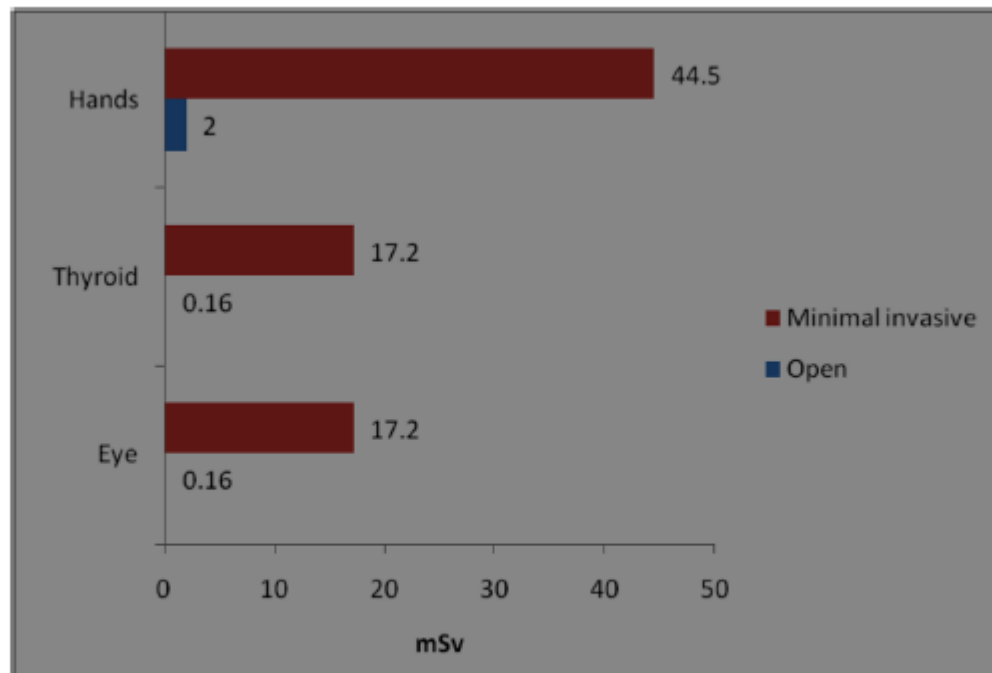


Figure 6 Annual mean cumulative radiation dose received for hands, thyroid and eyes/forehead among orthopaedic surgeons during open and minimally invasive procedures. The data shown in the figure were from an earlier study [28].

Stralingsrisico personeel



Occupational Medicine & Health Affairs

Joeris et al., Occup Med Health Aff 2018, 6:3

DOI: 10.4172/2329-6879.1000273

Research Article

OMICS International

Intraoperative Radiation Exposure of Orthopaedic Surgeons – Mismatch Between Concerns and Protection

Alexander Joeris^{1*}, Sabine Goldhahn¹, Vasiliki Kalampoki¹ and Florian Gebhard²

¹AO Clinical Investigation and Documentation, AO Foundation, Stettbachstrasse 6, 8600, Dübendorf, Switzerland

²Department of Orthopaedic Trauma, Ulm University, Ulm, Germany

Conclusion: Although most operating surgeons worry about their exposure, the knowledge and the practical implementation of radiological protection measures in clinical practice is still insufficient. Education is key for better radiation protection in orthopaedic practice.

Stralingsrisico patiënt

- Toenemend aantal minimaal invasieve procedures
- Toenemende complexiteit van de procedures

→ Stochastische (kanker) en deterministische effecten (huideffecten)

Patiënten

- Geen of weinig informatie naar de patiënt toe over de ioniserende straling die gebruikt wordt
- Beperkte kennis personeel omtrent optimalisatie patiëntdosis
- Beperkt bewustzijn (procedures, nazorg, ...) rond deterministische (huideffecten) voor de patiënt

Stralingsrisico patiënt

Dose DataMed 2 (DDM2) Part 1, 2014: European Population Dose*

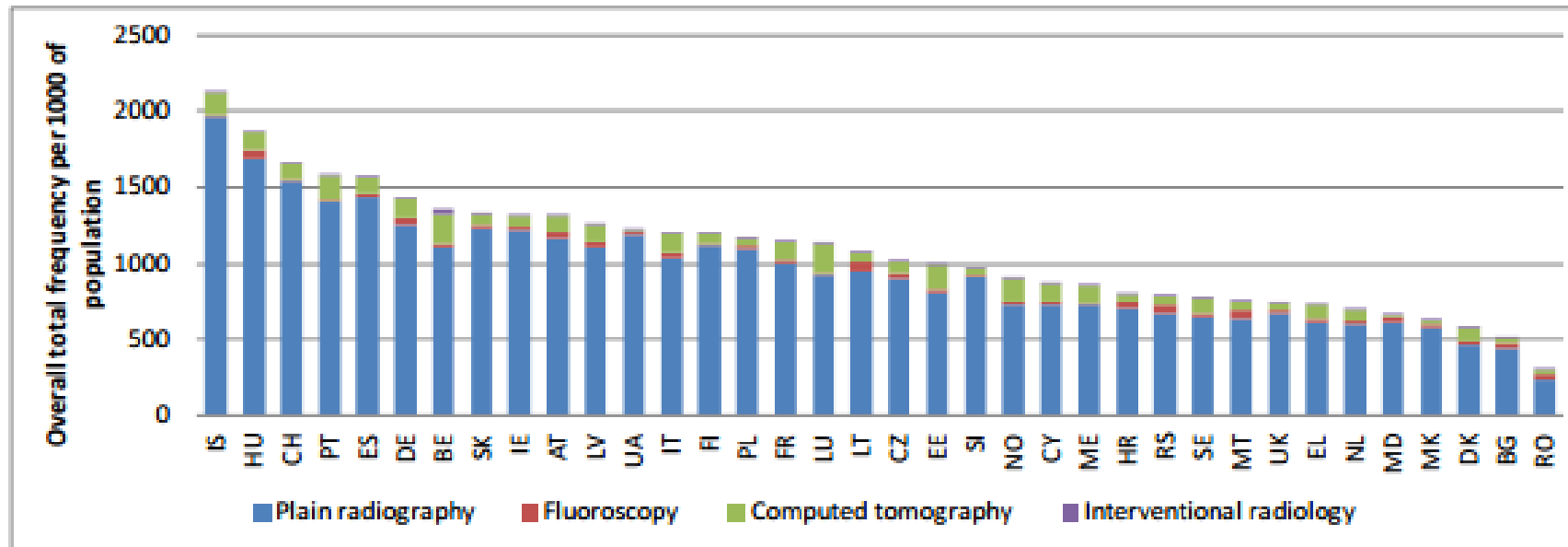


Fig. 5.1 Overall total frequencies per 1000 of population for different countries. The relative contributions of the four main groups (plain radiography including dental, fluoroscopy, computed tomography and interventional radiology) are also shown. Plain radiography includes dental procedures.

Stralingsrisico patiënt

Dose DataMed 2 (DDM2) Part 1, 2014: European Population Dose*

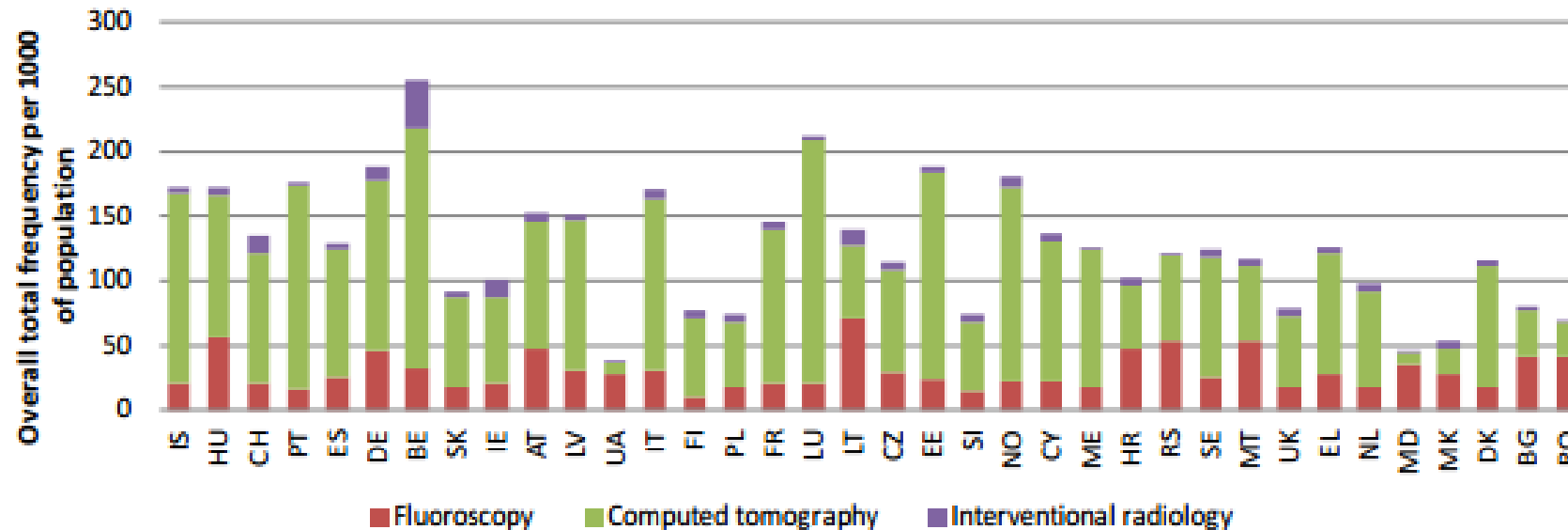


Fig. 5.2 Same as Fig. 5.1 but without plain radiography

Stralingsrisico patiënt

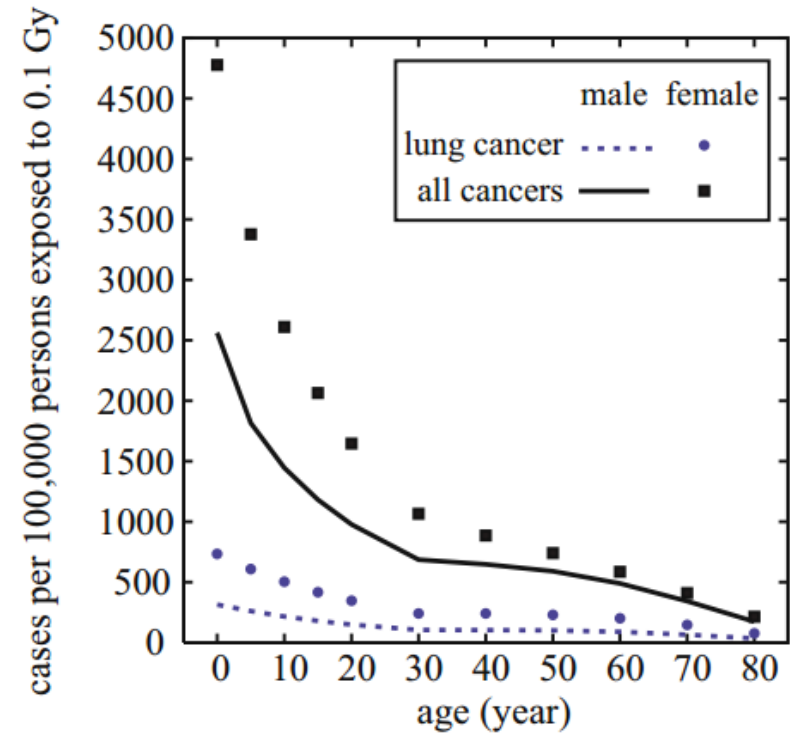


FIG. 1. Lifetime attributable risks of cancer incidence tabulated in BEIR VII report (Ref. 22). Risks for lung cancer and all cancers are shown to illustrate the strong dependence of risk on age and gender.

Stralingsrisico patiënt

W. Jaschke et al: Radiation-Induced Skin Injuries to Patients: What the Interventional...



Table 1 Radiation-induced lesions of the skin and eye lens with respect to dose and time of onset. Adapted from ICRP publication 85/2000 [8]

Effect	Approximate threshold dose (Gy)	Time of onset
Skin		
Early transient erythema	2	2–24 h
Main erythema reaction	6	~ 1.5 weeks
Temporary epilation	3	~ 3 weeks
Permanent epilation	7	~ 3 weeks
Dry desquamation	14	~ 4 weeks
Moist desquamation	18	~ 4 weeks
Secondary ulceration	24	>6 weeks
Late erythema	15	8–10 weeks
Ischemic dermal necrosis	18	>10 weeks
Dermal atrophy (1st phase)	10	>52 weeks
Telangiectasis	10	>52 weeks
Dermal necrosis (delayed)	>12	>52 weeks
Skin cancer	Unknown	>15 years

Stralingsrisico patiënt



A



B



C



D

Fig. 3—Photographs show representative skin reaction grades corresponding to Table 1. (Reprinted with permission from [9])
A, Grade 1 skin reaction.
B, Grade 2 skin reaction.
C, Grade 3 skin reaction (in overlap area).
D, Grade 4 skin reaction (infected area in center is site of previous punch biopsy).

Table 5 Drugs increasing radiosensitivity [14, 20–22, 34, 35]

Actinomycin D
Doxorubicin
Bleomycin
5-FU
Methotrexat
NNRTI-based antiretroviral therapy in HIV patients
Platinum containing chemotherapeutic drugs
Antiangiogenic drugs
BRAF inhibitors and others

Table 4 Genetic disorders increasing radiosensitivity [21, 34]

Ataxia teleangiectatica
ATM-like disorder
Nijmegen breakage syndrome
Severe combined immune deficiency (SCID)
Ligase IV syndrome
Seckel syndrome
Fanconi anemia
Bloom syndrome
Gorlin syndrome
Familiar polyposis
Gardner syndrome
Hereditary melanoma
Dysplastic nevus syndrome
Xeroderma pigmentosum variant

Stralingsrisico personeel/patiënt

Boost van nieuwe types en nieuwe toepassingen

- Toepassings specifiek
- 3D-technologie, ook bij interventionele technieken
- Dosisreducerende technieken
- Last-image hold
- Gepulste fluoroscopy

Kennis en opleiding over de werking en functionaliteiten van de toestellen vaak laag

Stralingsrisico personeel/patiënt

Surgeons: you are the boss in the operating room!!!!



Surgeon: you are the boss in the operating room



But if so:

You are the responsible!!!!!!!!!!

For using Fluoroscapy in the correct way

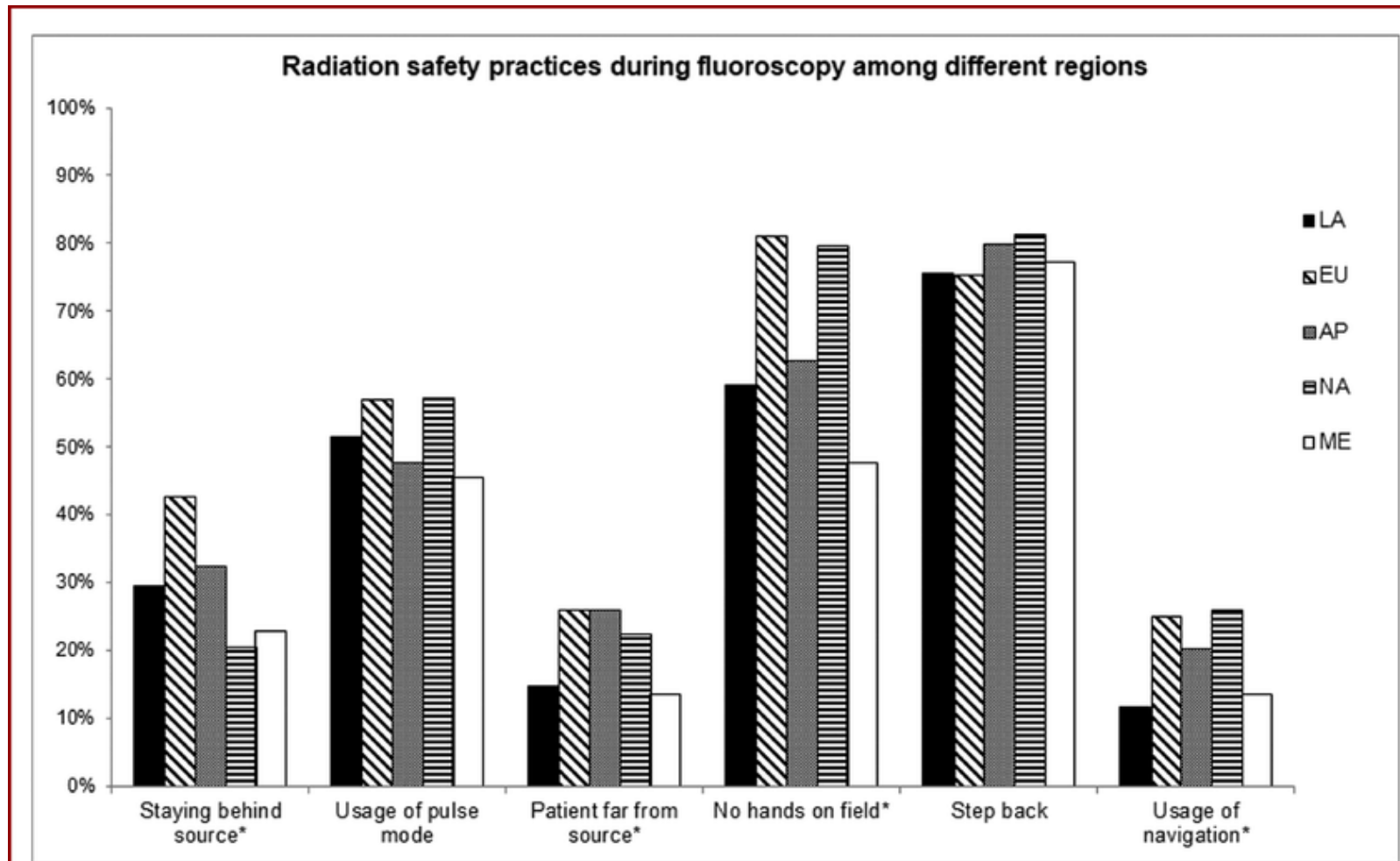


Stralingsrisico personeel/patiënt

Risico afhankelijk van

- Type onderzoek/behandeling
- Pathologie van de patiënt
- Fysieke eigenschappen van de patiënt
- Gebruikte apparatuur
- Gebruik apparatuur

Stralingsrisico personeel/patiënt



Stralingsrisico personeel/patiënt

TABLE 3. Knowledge and Attitude of Spine Surgeon Regarding Radiation Exposure by Specialty and Experience

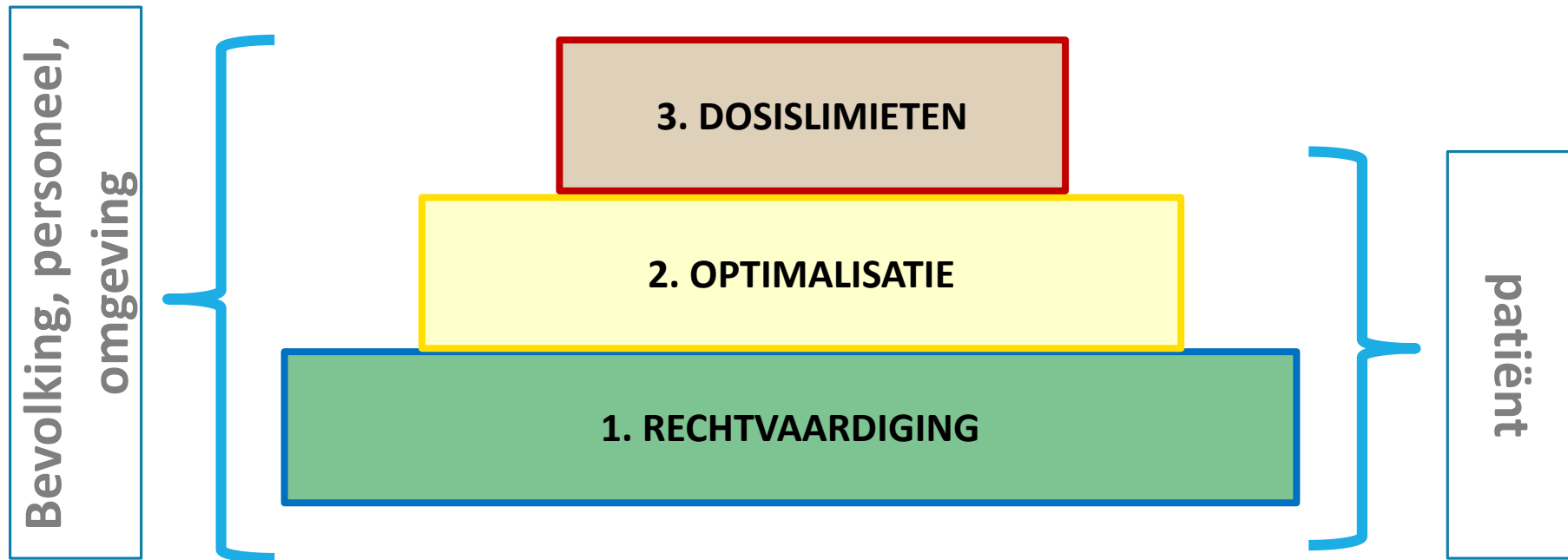
Knowledge and attitude	Specialty			Experience		
	Ortho n = 631	Neuro n = 348	P	<10 yr n = 442	≥10 yr n = 537	P
Dosimeter usage	60 (9.5)	47 (13.5)	.07	35 (7.9)	72 (13.4)	.007
Correct position of the surgeon in relation to the image intensifier	251 (39.8)	108 (31.0)	.007	168 (38.0)	191 (35.6)	.46
Correct positioning of the patient in relation to anterior–posterior image intensifier	396 (62.8)	201 (57.8)	.13	277 (62.7)	320 (59.6)	.36
Equipment usage						
Lead apron	611 (96.8)	337 (96.8)	> .99	432 (97.7)	516 (96.1)	.20
Thyroid shield	397 (62.9)	253 (72.7)	.002	304 (68.8)	346 (64.4)	.15
Lead glasses	112 (17.7)	57 (16.4)	.66	87 (19.7)	82 (15.3)	.75
Lead gloves	42 (6.7)	28 (8.0)	.44	21 (4.8)	49 (9.1)	.009
Practices during fluoroscopy						
Staying behind source	174 (27.6)	140 (40.2)	< .001	129 (29.2)	185 (34.5)	.09
Usage of pulse-mode	343 (54.4)	170 (48.9)	.11	207 (46.8)	306 (57.0)	.002
Patient far from source	133 (21.1)	70 (20.1)	.74	90 (20.4)	113 (21.0)	.81
No hands on field	431 (68.3)	227 (65.2)	.35	287 (64.9)	371 (69.1)	.17
Step back	508 (80.5)	247 (71.0)	.001	334 (75.6)	421 (78.4)	.32
Usage of navigation	78 (12.4)	103 (29.6)	< .001	72 (16.3)	109 (20.3)	.12

Numbers outside parentheses represent number of surgeons. Numbers inside parentheses represent percentage of surgeons.

Overzicht

1. Inleiding
2. Technieken
3. Doel? Risico's?
4. **Stralingsbescherming**
5. Stralingsbescherming van het personeel
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. Besluit
9. Referenties

Stralingsbescherming



Stralingsbescherming: wie is verantwoordelijk?

Iedereen!!!

- Expert/dienst fysische controle
- Expert medische stralingsfysica
- Arbeidsgeneesheer
- Arts – practicus
- Helpers (gemachtigden)
- Andere personeelsleden

Stralingsbescherming: wie is verantwoordelijk?

Expert/dienst fysische controle

Bekijkt de stralingsveiligheid van de omgeving en het personeel.

Dosislimieten voor publiek en personeel zijn hierbij belangrijk

- Jaarlijkse controle(s): verhoogde controles bij interventionele toepassingen
- Afbakening gecontroleerde zones
- Advies en controle op maatregelen ter bevordering van de stralingsbescherming
- Meten van lekstraling en strooistraling
- Inontvangstname nieuwe installaties
- Dosimetrie van de werknemers (samen met erkend arbeidsgeneesheer)
- Controle procedure incidenten

Stralingsbescherming: wie is verantwoordelijk?

Expert medische stralingsfysica

Bekijkt de stralingsveiligheid van de patiënt.

De balans tussen beeldkwaliteit en dosis is hierbij cruciaal.

- Jaarlijkse kwaliteitscontrole
- Betrokken bij optimalisatieproces: individuele onderzoeken (waar nodig), protocols
- Kwaliteitsverzekering:
 - Advies bij aankoop
 - Advies opstellen procedures
 - ...
- Dosisberekeningen voor patiënt en ongeboren kind

Tussendoortje: het verkeer

Zijn medische onderzoeken met ioniserende straling gevaarlijk?



Is de straat oversteken gevaarlijk?



Tussendoortje: het verkeer



Rechtvaardiging:

- Moet ik aan de overkant zijn?
- Is er een andere mogelijkheid om over te steken? Bijv. een voetgangerstunnel of - brug

Optimalisatie/ALARA:

- Recht oversteken!
- Oversteken tot op de middenberm beperkt het risico maar je doel is niet bereikt!

Kinderen:

- Extra opletten !

Tussendoortje: het verkeer

Vergunningen:

- Inschrijving
- Rijbewijs voor chauffeurs



Controles:

- Onderhoud
- Keuring van de auto



Waarschuwingen

- Alle betrokkenen bewust maken



Bescherming

- risico's verkleinen



Overzicht

1. Inleiding
2. Technieken
3. Doel? Risico's?
4. Stralingsbescherming
- 5. Stralingsbescherming van het personeel**
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. Besluit
9. Referenties

Stralingsbescherming personeel

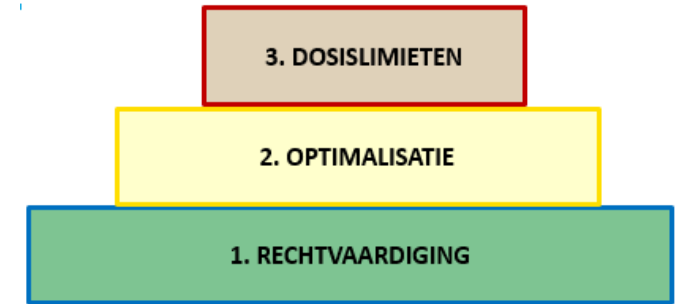
Rechtvaardiging? Wat kan ik doen?

- Moet ik in de ruimte zijn waar de blootstelling plaatsvindt?
- Ben ik nodig in de nabije omgeving van de patiënt?



Stralingsbescherming personeel

Optimalisatie



TIJD



AFSTAND



AFSCHERMING



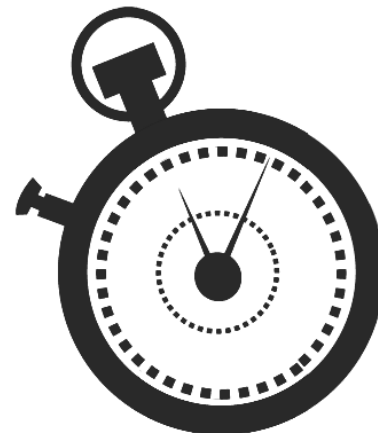
Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

TIJD



Minimaliseer de tijd van de blootstelling

- Blijf niet langer dan nodig
- Gepulste fluoroscopie, last image hold, ... (zie verder)
Verschillende tools op de blootstelling aan de patiënt de beperken hebben ook een invloed op de blootstelling aan het personeel
- Vermijd blootstelling aan de primaire straling: blijf uit de beam



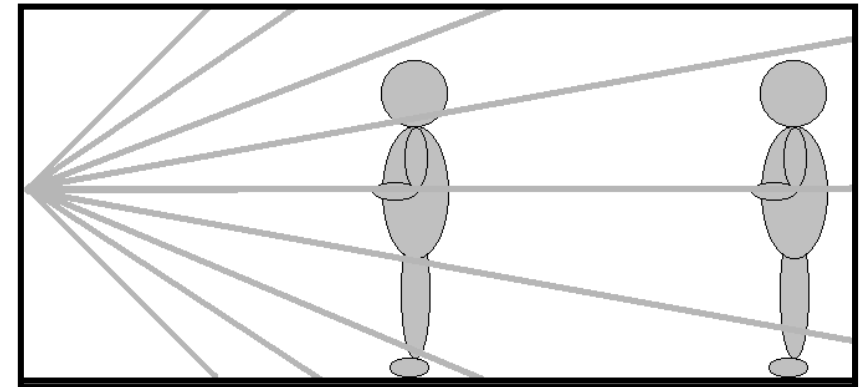
Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

AFSTAND



Neem afstand

- Kwadratisch effect! Elke stap achteruit loont de moeite



Distance to
x-ray tube:

50 cm

100 cm

200 cm



Dose: 4 Gy

1 Gy

0,25 Gy

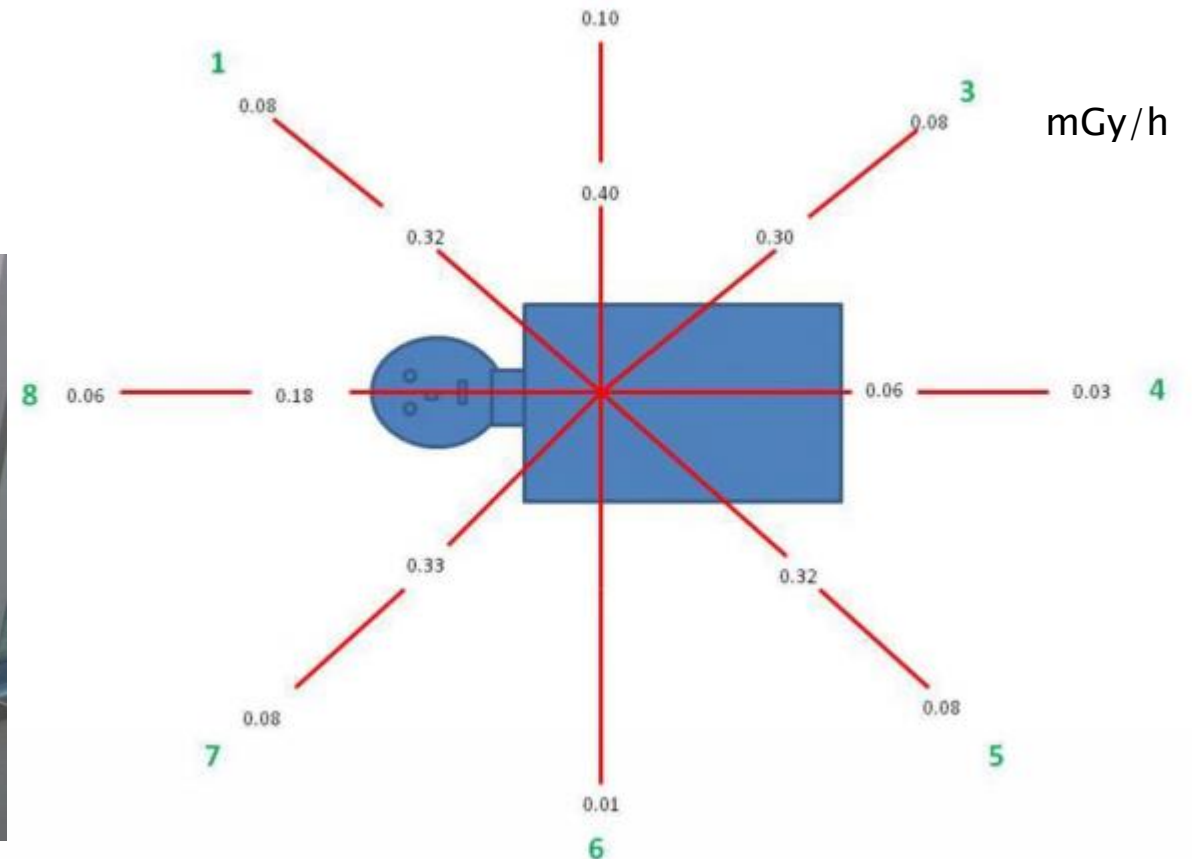
Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

AFSTAND



Neem afstand

- Kwadratisch effect! Elke stap achteruit loont de moeite



Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

AFSTAND



Neem afstand

- Let op bij mini C-armen



Neem afstand

- Robotica doet haar intrede

Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

AFSCHERMING



Persoonlijke beschermmiddelen

- Loodschort
 - steeds ophangen en niet plooiën
 - (laten) controleren op barstjes
- Schildklierkraag
- Loodbril met zijdelingse bescherming
- Loodhandschoenen ?
 - meestal averechts effect: in beam beïnvloeden ze automatische controle stralingscontrole
- Loopkapje: meningen lopen uiteen over de meerwaarde en ergonomie

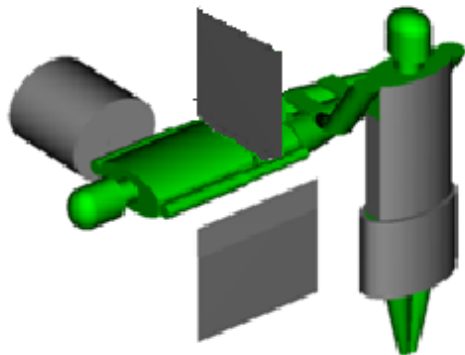


Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

AFSCHERMING



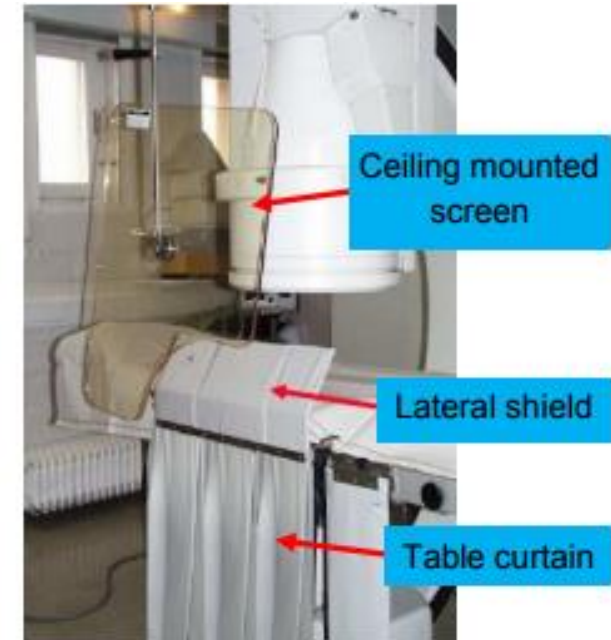
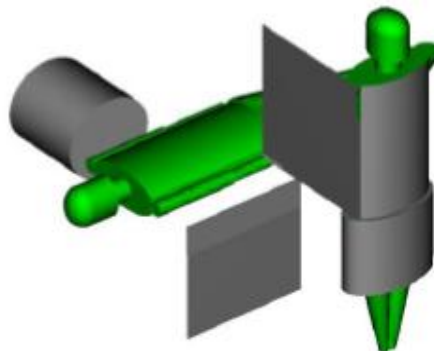
Ceiling shield B1 :
Slightly more effective to hands and wrists for LAO90 lateral projection



Collectief beschermmiddelen

- Loden tafelgordijnen!
- Schermen
- Steriele looddoekjes op patiënt?
Oppassen voor AEC-cel! Beperkt effect.

Ceiling shield B2 :
Much more effective to the eyes for LAO90 lateral projection



Stralingsbescherming personeel: optimalisatie



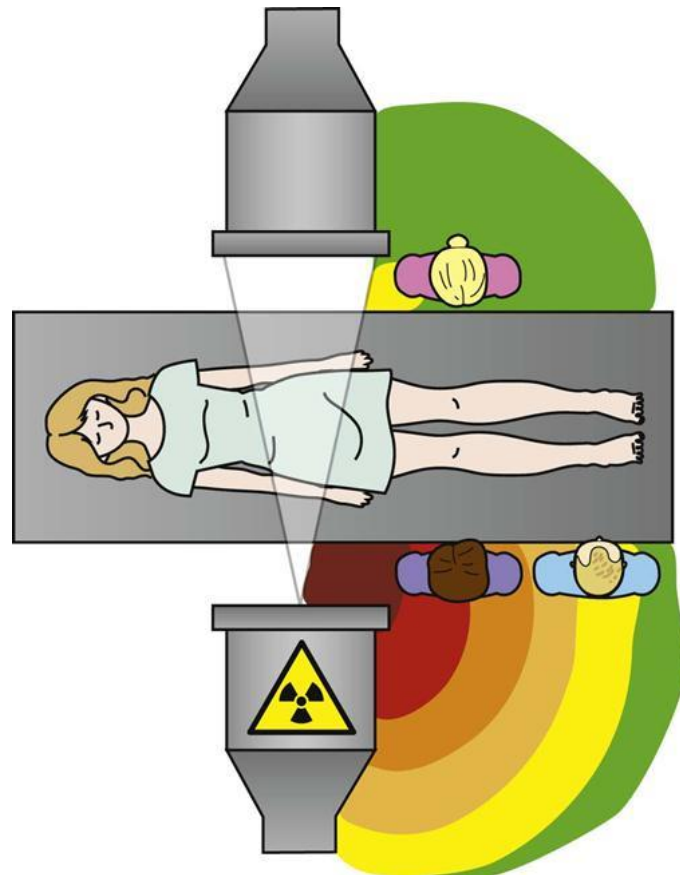
Cabine – opgehangen systeem

- Niet altijd bruikbaar
- Vraag zekere gewenning
- Interessant voor practicus, meestal niet voor assistierend personeel

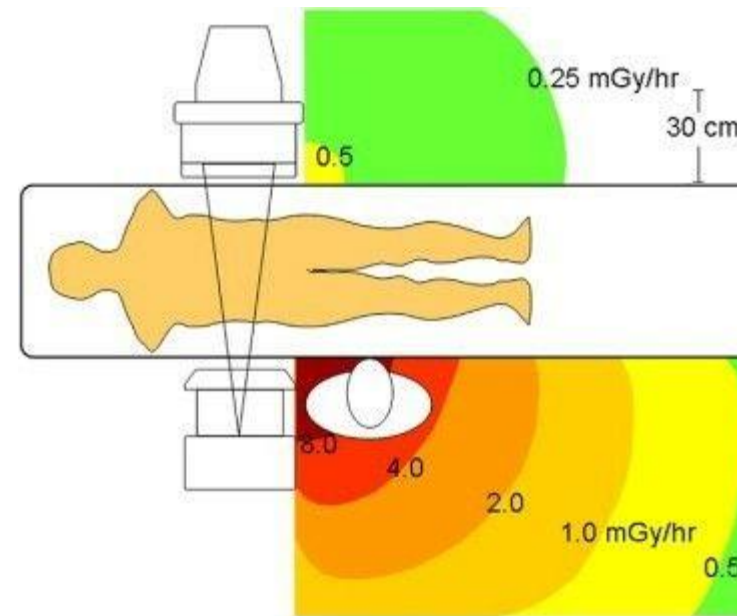


Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

POSITIONERING

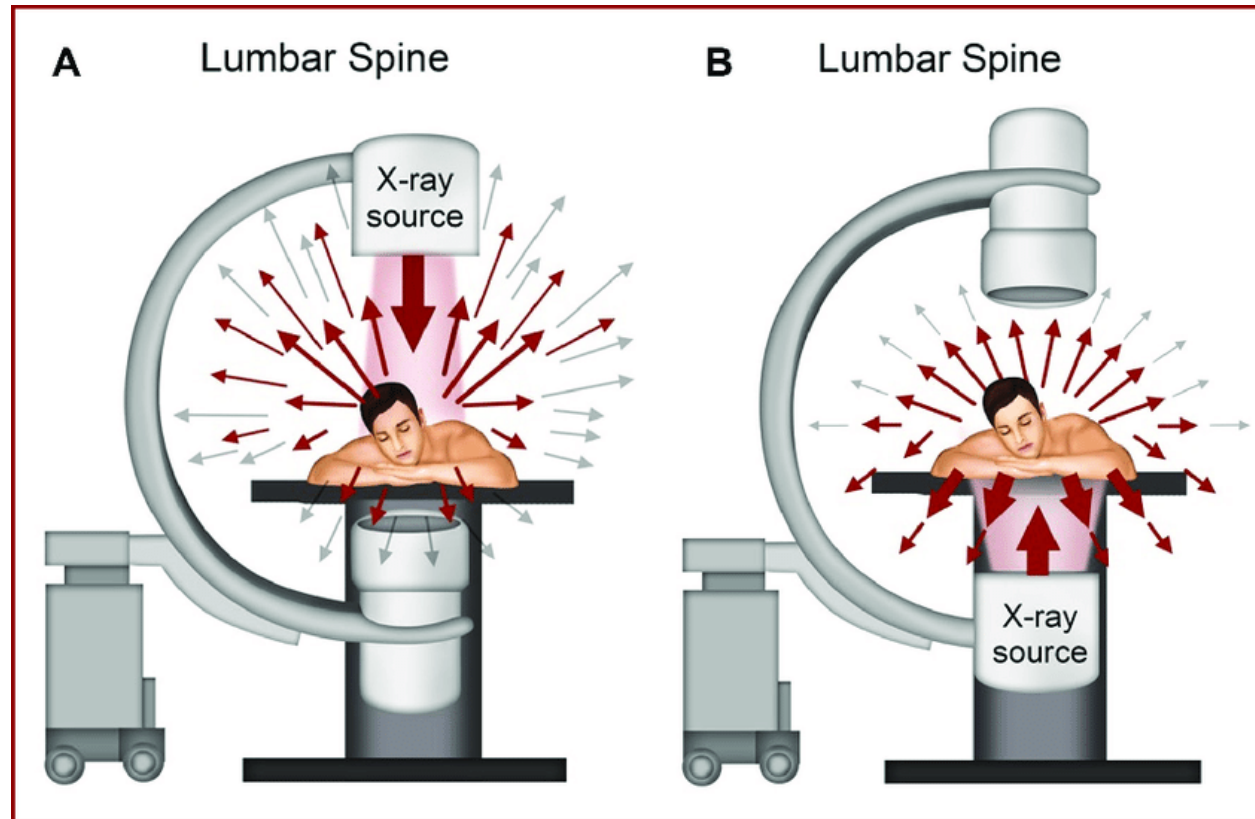


Laagste dosis aan de kant van de detector
(scatter-effect)



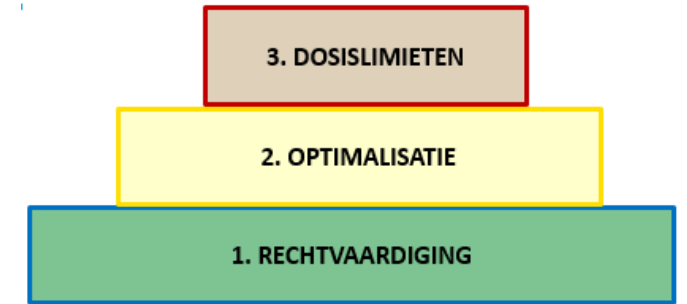
Stralingsbescherming personeel: optimalisatie

POSITIONERING



Scattered radiation during anterior-posterior fluoroscopy, with the patient in ventral decubitus. A, When the X-ray source is positioned above the patient, the radiation spreads upwards in the room. B, The best practice in terms of surgeon's exposure is when the X-ray source is positioned below the table directing the distribution of the radiation to the floor.

Stralingsbescherming personeel



Dosislimieten

	Publiek	Blootgestelde werknemers	Studenten (16-18j)
Effectieve dosis	1 mSv per jaar	20 mSv per 12 glijdende maanden	6 mSv per jaar
Equivalente dosis			
Ooglen	15 mSv per jaar	20 mSv per 12 glijdende maanden	15 mSv per jaar
Huid (gemiddelde dosis voor elke 1 cm ²)	50 mSv per jaar	500 mSv per 12 glijdende maanden	150 mSv per jaar
Ledematen	NVT	500 mSv per 12 glijdende maanden	150 mSv per jaar

Stralingsbescherming personeel: dosimetrie

Standaard dosimetrie

- Dosimetrie op borsthoogte (dosimeter = persoonlijk!)

Mogelijk extra dosimeters indien hoger risico (typisch overschrijden 3/10 dosislimiet)

- Bij loodschoort: tweede dosimeter boven de loodschoort
- Hand-, vingerdosimeter
- Ooglensdosimeter

Risico en gewenste dosimetrie te bepalen samen met de dienst voor fysische controle en arbeidsgeneesheer

Metten = weten. Vraag je dosimetriegegevens op. Onverwachte patronen?

Stralingsbescherming personeel: dosimetrie

Real time dosimetrie?

In meeste gevallen niet noodzakelijk maar het kan een interessante optimalisatie / bewustzijnstool zijn.



Stralingsbescherming personeel: zwangerschap

Meld uw zwangerschap zo snel mogelijk

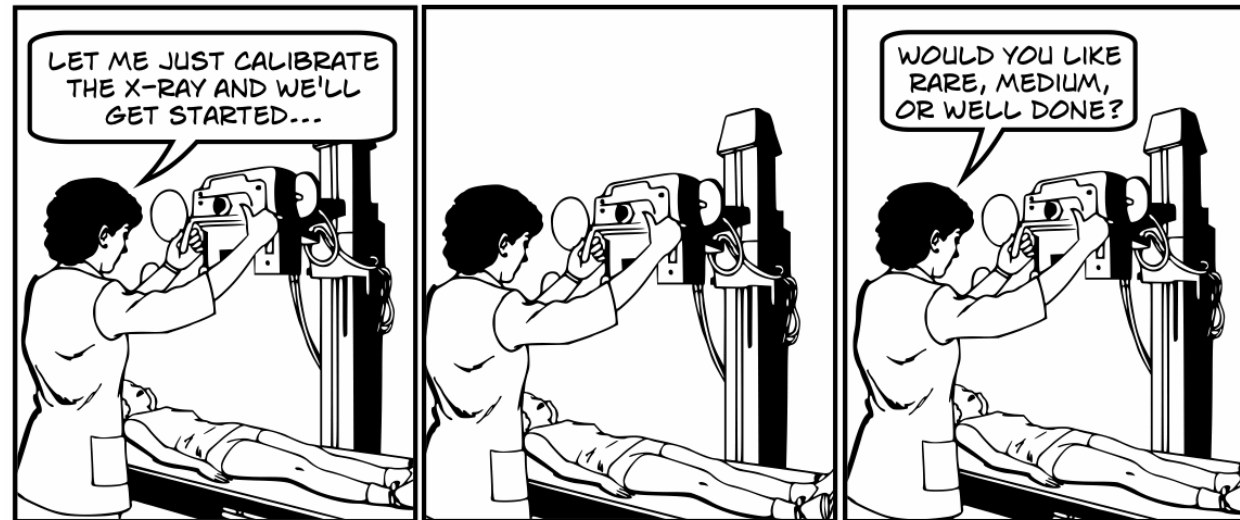
De arbeidsgeneesheer bepaalt of en eventueel onder welke voorwaarden u uw beroepsactiviteiten kan verderzetten



Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Johnny Optimism

JohnnyOptimism.com / ©2015 by Stilton Jarlsberg



Principe = ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

Doel = beelden maken die adequaat zijn voor diagnose en/of behandeling terwijl de dosis zo laag mogelijk blijft

Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

© MARK ANDERSON

WWW.ANDERTOONS.COM

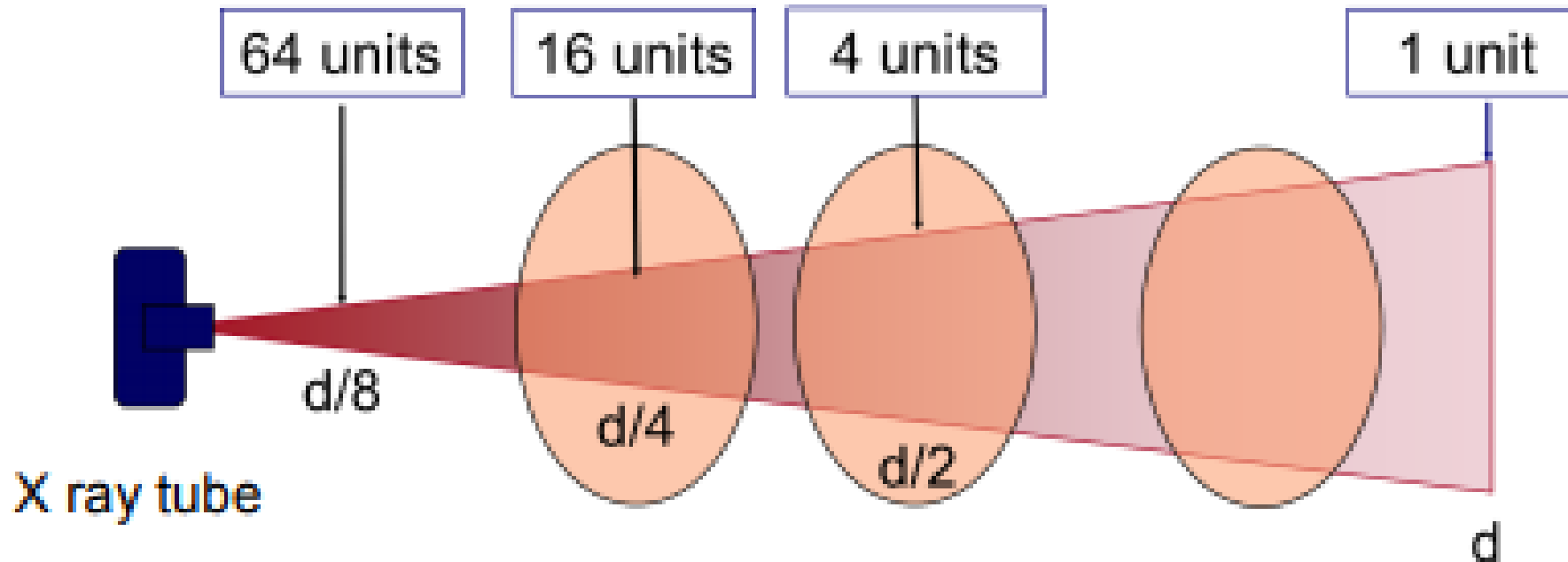


"It's a very nice bird, but it makes it difficult to see what's wrong."

Optimalisatie is meer dan dosisreductie alleen!

Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

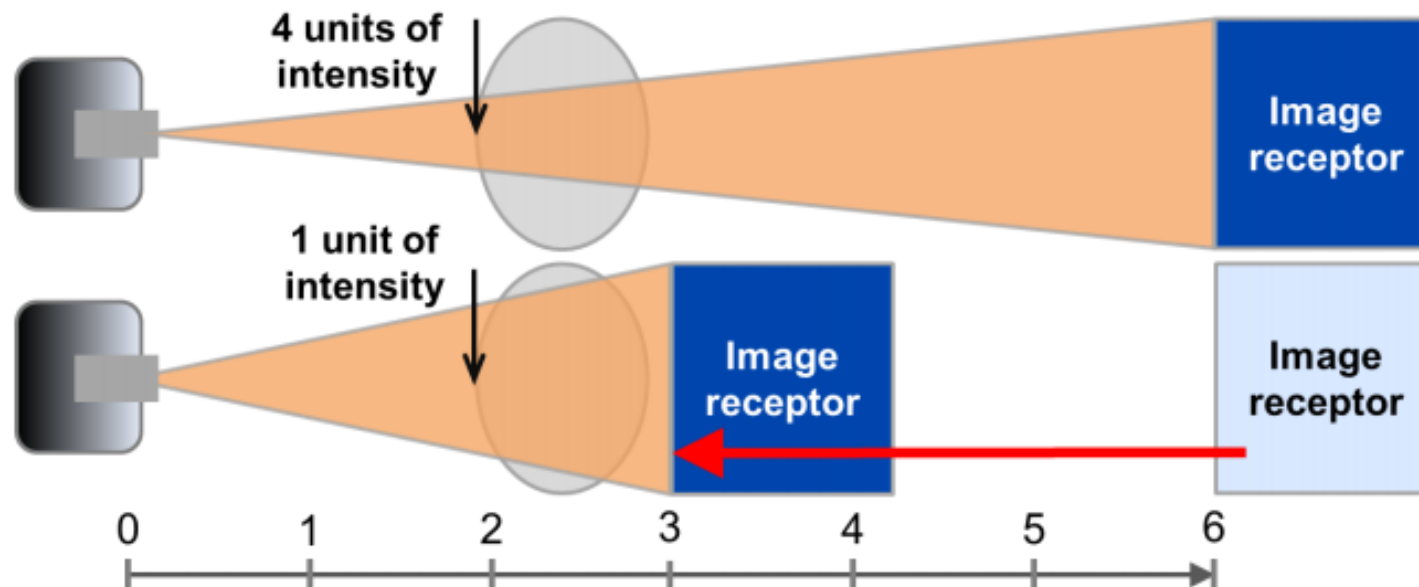
Maximaliseer de afstand tussen de X-stralen bron en de patiënt
(zorg dat je weet welke kant de bron is!)



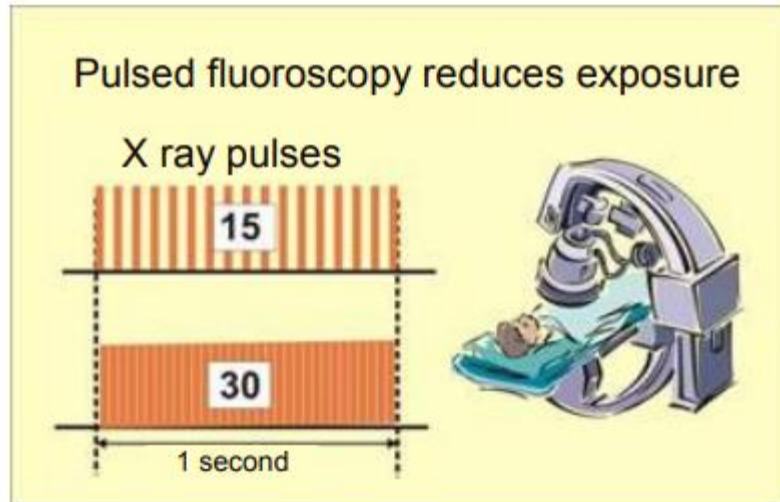
Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Minimaliseer afstand tussen de detector en de patiënt
(zorg dat je weet welke kant de detector zit!)

→ Minder dosis en scherpere beelden



Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie



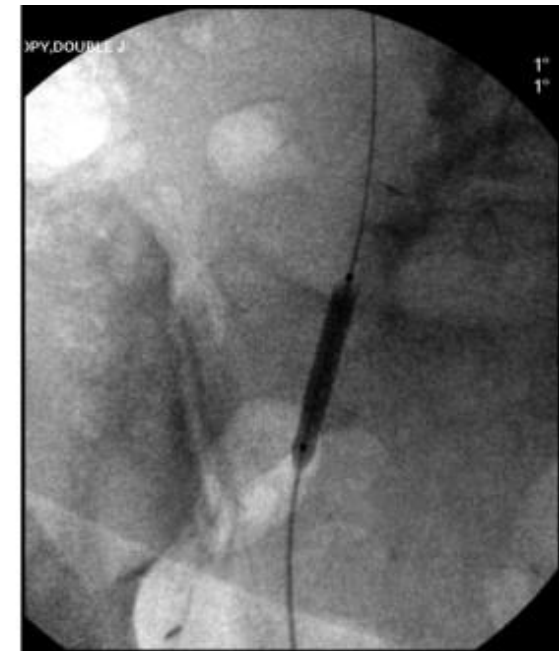
Minimaliseert de tijd dat er fluoroscopie gebruikt wordt.

Gebruik **gepulste fluoroscopie!**

→ Minder dosis voor patiënt = minder dosis voor omstaanders



Standard Fluoroscopy (30 fps)



Pulsed Fluoroscopy (4 fps)

Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie



Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Optimaliseer, waar mogelijk, de invalshoek van de stralen

Varieer intrede plaats: zo verlaag je de piek huiddosis

Erg schuine invalshoeken verhogen (huid)dosis, vermijd waar mogelijk

Thick oblique vs thin PA geometry

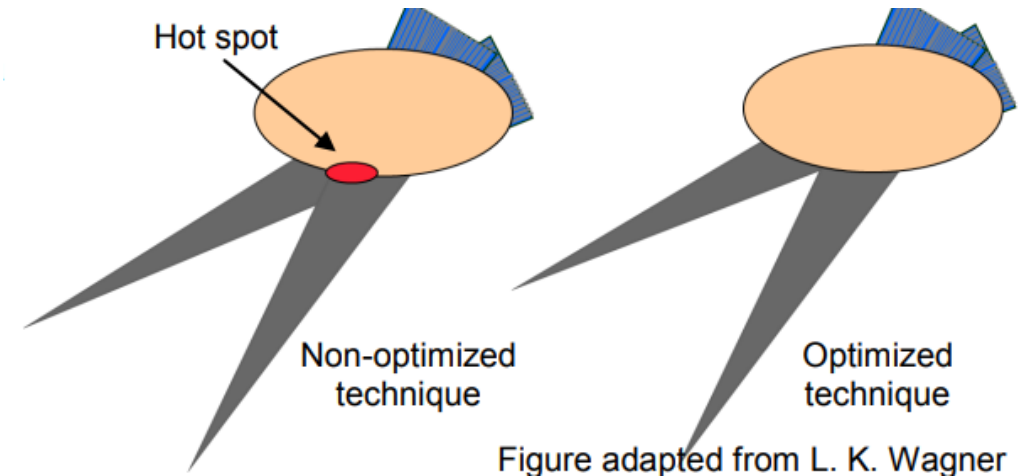
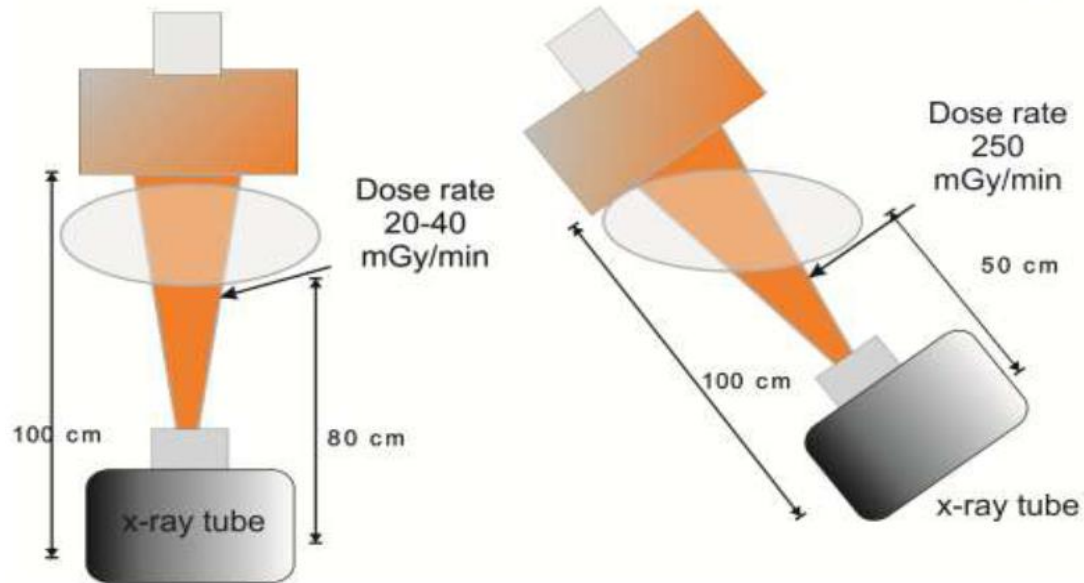


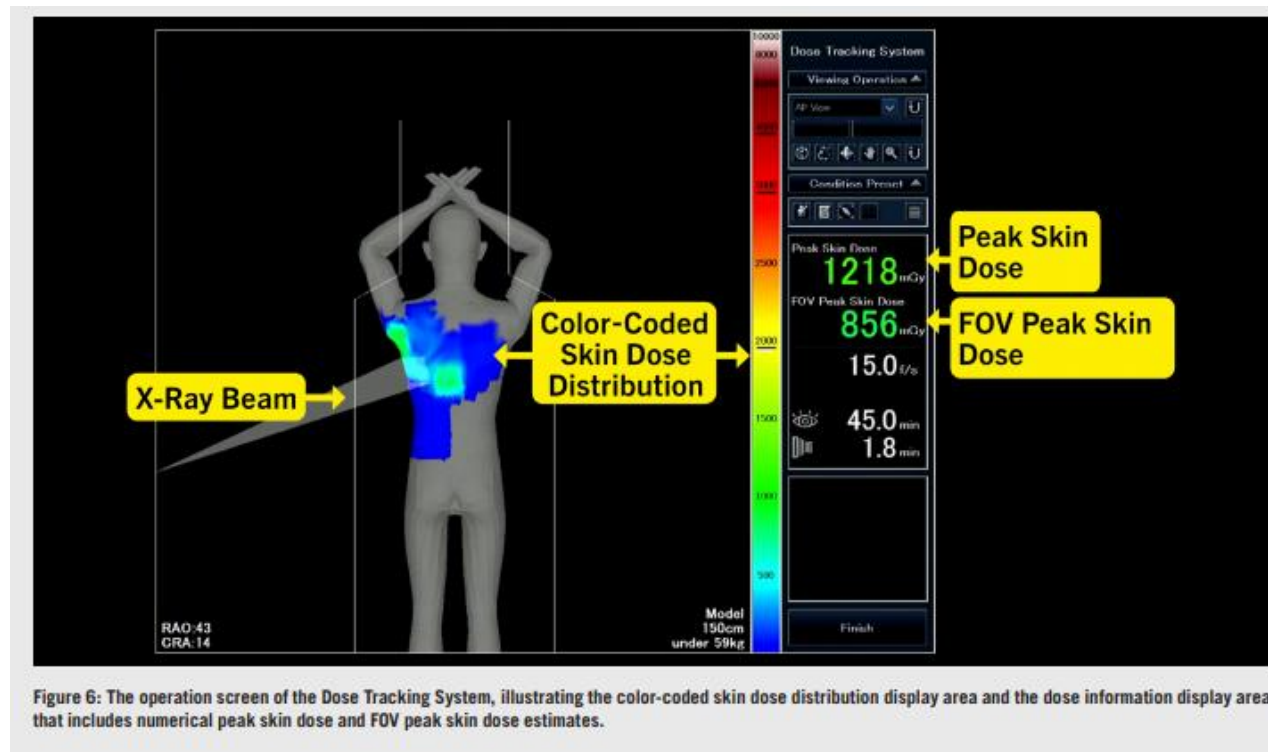
Figure adapted from L. K. Wagner

Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Optimaliseer, waar mogelijk, de invalshoek van de stralen

Varieer intrede plaats: zo verlaag je de piek huiddosis

Erg schuine invalshoeken verhogen (huid)dosis, vermijd waar mogelijk



Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

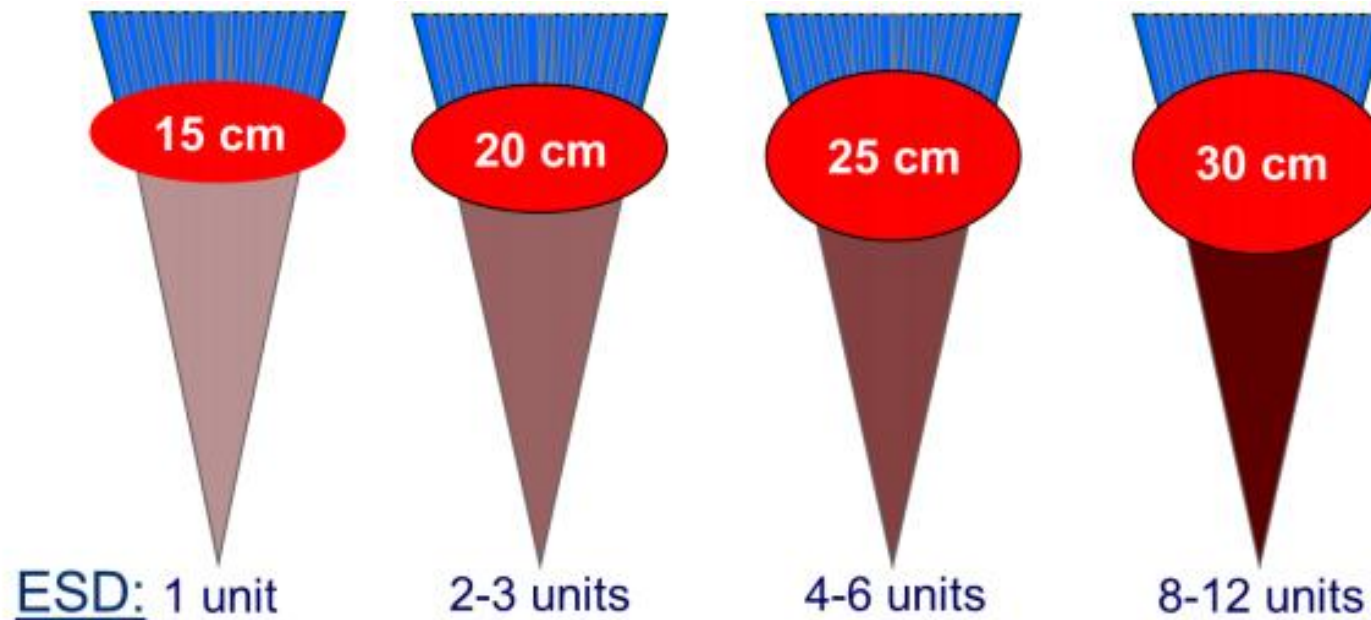
Let op de positionering van de armen (en andere lichaamsdelen)

Armen in de beam verhogen de dosis
Armen dichtbij bron: huiddosis!



Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Dikkere patiënten of dikkere lichaamsdelen zullen de huiddosis verhogen

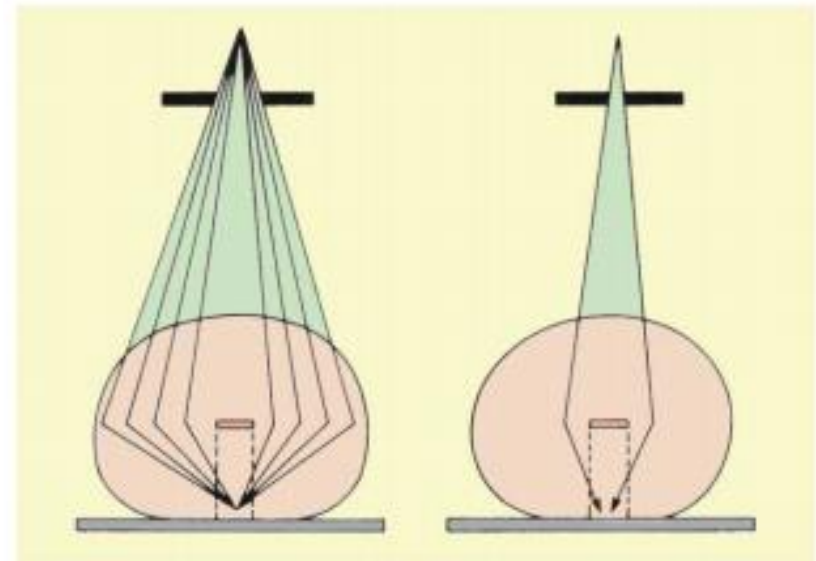


Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Collimeer

- Direct effect op de dosis voor patiënt en omstaanders
- Verhoogde beeldkwaliteit door verminderde scatter

Gebruik **virtuele collimatie**: grafische weergave van de collimator positie tijdens het collimeren zonder dat er gestraald wordt.



Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Vermijd magnificaties!

- Bij systemen met beeldversterkers verhoogd dit de dosis!
- Zelfs bij flat panel systemen wordt de dosis vaak verhoogd, sommige systemen laten uitvergrotingen “zoom” toe zonder significante dosisverhoging
Wees bewust van wat de functie die je gebruikt inhoudt!

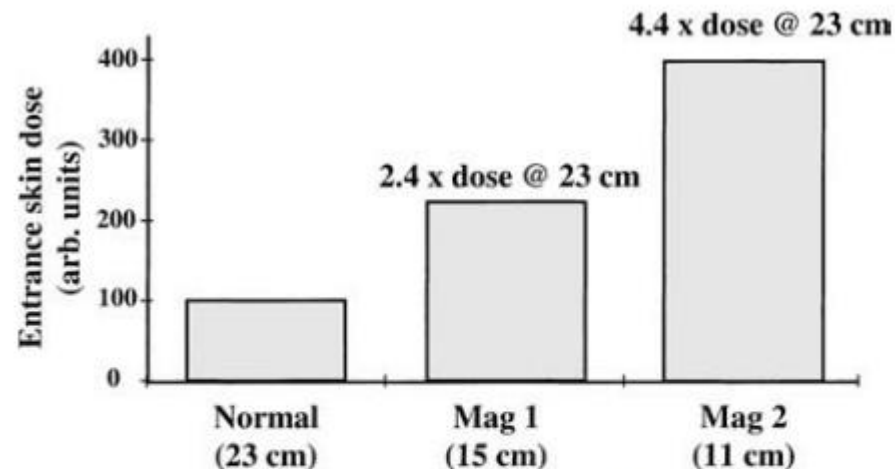


Figure 5. Effect of electronic magnification on entrance skin dose. The radiation dose increases by the square of the ratio of the image intensifier diameters. *arb* = arbitrary, *Mag* = magnification.

Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Vermijd magnificaties!

- Bij systemen met beeldversterkers verhoogd dit de dosis!
- Zelfs bij flat panel systemen wordt de dosis vaak verhoogd, sommige systemen laten uitvergrotingen “zoom” toe zonder significante dosisverhoging
Wees bewust van wat de functie die je gebruikt inhoudt!

Live Zoom

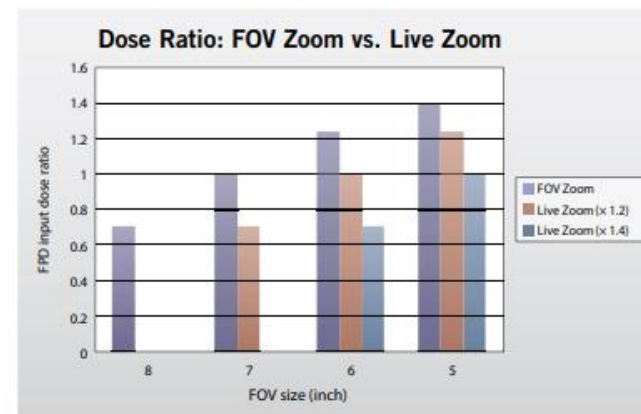
Live Zoom digitally enlarges images in real time during both fluoroscopy and DA offering the capability to provide a dose savings alternative compared to traditional FOV magnifications.



Normal FOV (8" x 8").



Live Zoom (X1.4).



Live Zoom can offer lower doses than traditional FOV magnifications.

Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie

Last image hold

- = Laatste beeld blijft zichtbaar/oproepbaar
- Beeld kan bestudeerd worden zonder straling te geven

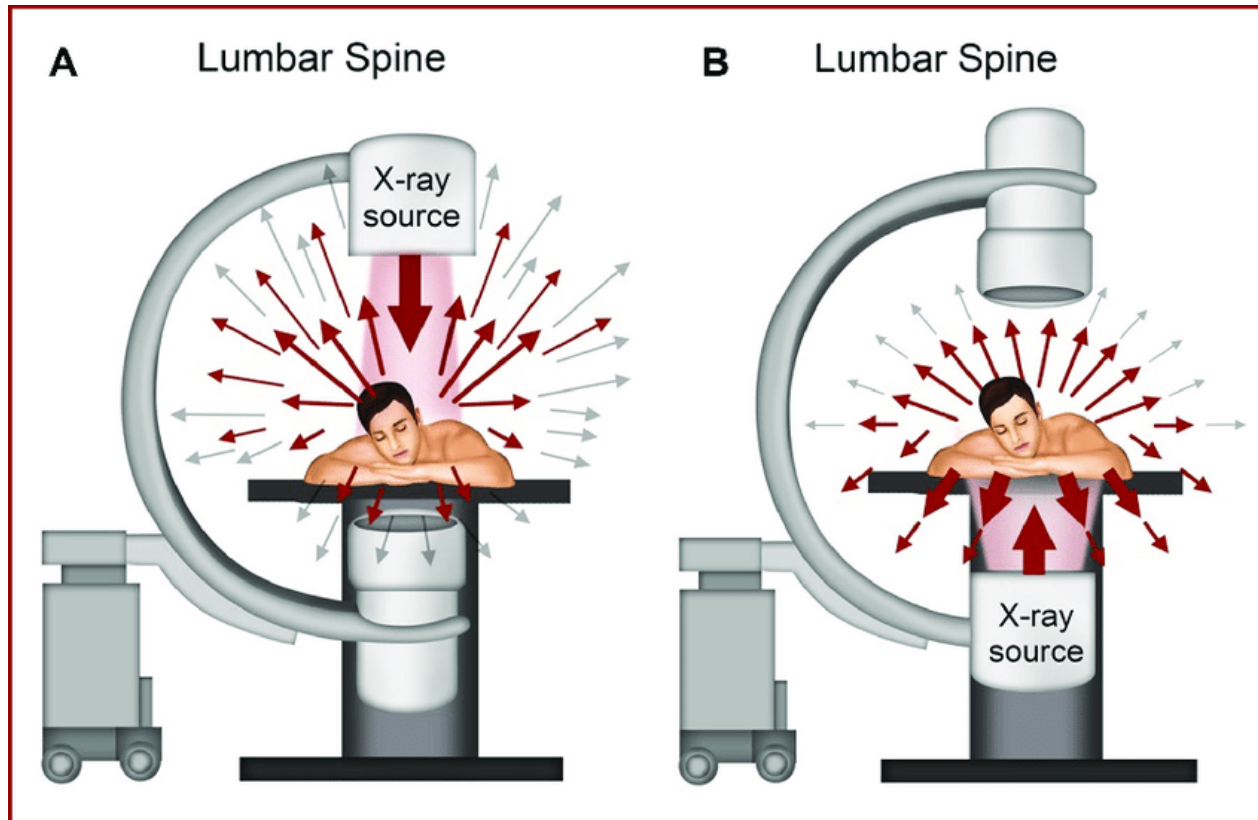
Stored fluoroscopy

- = een bepaalde acquisitie kan opgeslagen worden om nadien te herbekijken of voor documentatiedoeleinden

Beperk / vermijd het gebruik van de “cine” mode (tientallen keren meer dosis!)



Stralingsbescherming patiënt: optimalisatie



Wat kan er nog verbeteren in situatie B?

Is er ook een voordeel voor de patiënt wanneer de bron onder de tafel gepositioneerd wordt?

Stralingsbescherming patiënt: huideffecten

1. Zorg dat al het personeel voldoende opgeleid is om de juiste technieken toe te passen
2. Waarschuwingssignalen tijdens de procedure
3. Meten is weten: trigger levels, huiddosis patronen (tijdens de procedure en achteraf!)

→ Bekijk samen met uw erkend medisch stralingsfysicus, toegepast op de concrete situatie, de best meetmethode / referentiemethode

Stralingsbescherming patiënt: huideffecten

TRIGGER NIVEAUS		DAP (Dose-area product)	
		cGy.cm ² μGy.m ²	mGy.cm ²
TIPS & chemo embolisatie van de lever (TIPS : intrahepatische shunt via de vena transjugulaire)		33.000	330.000
Cerebrale embolisaties	monoplane	17.500	175.000
	biplane	24.000	240.000
RF ablatie		18.000	180.000
Biliaire drainage	conventioneel	16.000	160.000
	PTC	18.000	180.000
Embolisatie vena spermatica		27.000	270.000
ERCP (endoscopische retrograde cholangio-pancreatografie)		29.500	295.000
CA & PTCA (coronaire angiografie & coronaire transluminale percutane)		12.500	125.000

Stralingsbescherming patiënt: huideffecten

1. Zorg dat al het personeel voldoende opgeleid is om de juiste technieken toe te passen
2. Waarschuwingssignalen tijdens de procedure
3. Meten is weten: trigger levels, huiddosis patronen (tijdens de procedure en achteraf!)
4. Informeer je patiënt, volg de patiënt op indien er een risico bestaat

Table 6 General advice to be provided to patients and treating physicians

0–2 Gy	No need to inform patient, because there should be no visible effects
2–5 Gy	Advise patient that erythema may be observed but should fade with time
5–10 Gy	Advise patient to perform self-examination or ask a partner to examine for skin effects (erythema, itching) from about 2 to 10 weeks after the procedure
10–15 Gy	Medical follow-up is appropriate; skin effects may be prolonged, pain and necrosis may occur
>15 Gy	Medical follow-up is essential: radiation-induced wound may progress to ulceration and necrosis

Stralingsbescherming patiënt

Er zijn **geen dosislimieten** voor de patiënt: rechtvaardiging en optimalisatie nog belangrijker

Specifieke aandacht

- (Mogelijke) zwangerschap = ongeboren kind
- Kinderen

Stralingsbescherming patiënt: zwangerschap

Ga na of een patiënte zwanger is, of mogelijk zwanger zou kunnen zijn.

Zwangerschap is een element in het rechtvaardigingsproces.

Indien een blootstelling niet uitgesteld kan worden: optimaliseer, bespreek met uw medisch stralingsfysicus



Publicaties

- [Brochure "Vermijd straling tijdens de zwangerschap"](#)
- [Affiche "Vermijd straling tijdens de zwangerschap"](#)

Meer weten :

- [Blootstelling aan ioniserende straling tijdens de zwangerschap : wat zijn de risico's ? wat kan ik doen ?](#)
- Voor artsen en het medisch personeel : raadpleeg het dossier ["Medische blootstellingen van zwangere patiëntes"](#)

Stralingsbescherming patiënt: kinderen

Kinderen zijn geen kleine volwassenen:
aangepaste procedures !

One Size Does Not Fit All ...

There's no question – CT helps us save kids' lives! But... radiation matters! So, when we image, let's image gently.

More is often not better.
When CT is the right thing to do:

- Child size the kVp and mA
- One scan (single phase) is often enough
- Scan only the indicated area

image gently®

Visit www.imagegently.com

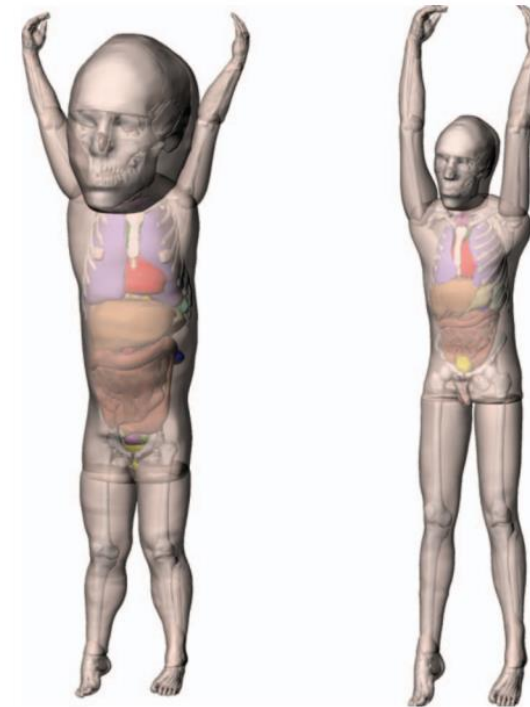


FIG. 2. Surface rendered views of the three-dimensional anatomy in the computer models of the newborn female (5 weeks old, left) and the teenager male (12 years old, right) patients in this study.

Stralingsbescherming: communicatie

De patiënt is geen voorwerp van het onderzoek / behandeling maar een partner

Bij sommige procedures, vnl. interventionele procedures, is de patiënt zich niet bewust van het gebruik van ioniserende straling.

De patiënt heeft het recht om dit te weten en dient hierover geïnformeerd te worden?

→ Project lopende bij het FANC om de communicatie naar de patiënt toe te verbeteren

Stralingsbescherming: communicatie

Steekproef

- Patiëntenbrochures voor onderzoek ERCP
- 22 Vlaamse ziekenhuizen
- Steekproef januari-februari 2016

3 vragen

Vermeld de brochure het gebruik van ioniserende straling?

Haalt de brochure het risico van ioniserende straling aan?

Spreekt de brochure over het melden van (mogelijke) zwangerschap?

Stralingsbescherming: communicatie

Resultaten

Vermeld de brochure het gebruik van ioniserende straling?

73% JA - 17 % NEEN (16 / 6)

Haalt de brochure het risico van ioniserende straling aan?

0% JA – 100 % NEEN (0 / 22)

Spreekt de brochure over het melden van (mogelijke) zwangerschap?

41 % JA - 59 % NEEN (9 / 13)

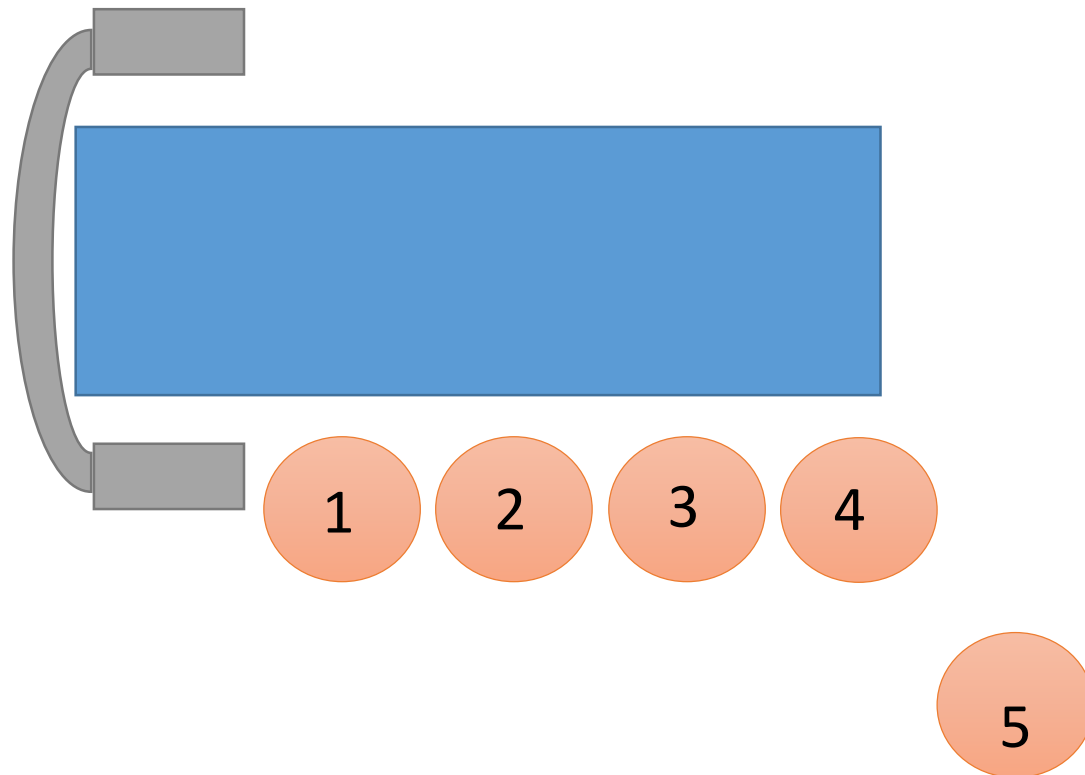
Overzicht

1. Inleiding
2. Technieken
3. Doel? Risico's?
4. Stralingsbescherming
5. Stralingsbescherming van het personeel
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. Besluit

Uit het leven gegrepen:

Patiënt ondergaat levensreddende procedure.

Procedure blijkt zeer complex te zijn resulterend in een scopietijd van 4u en 47 min.

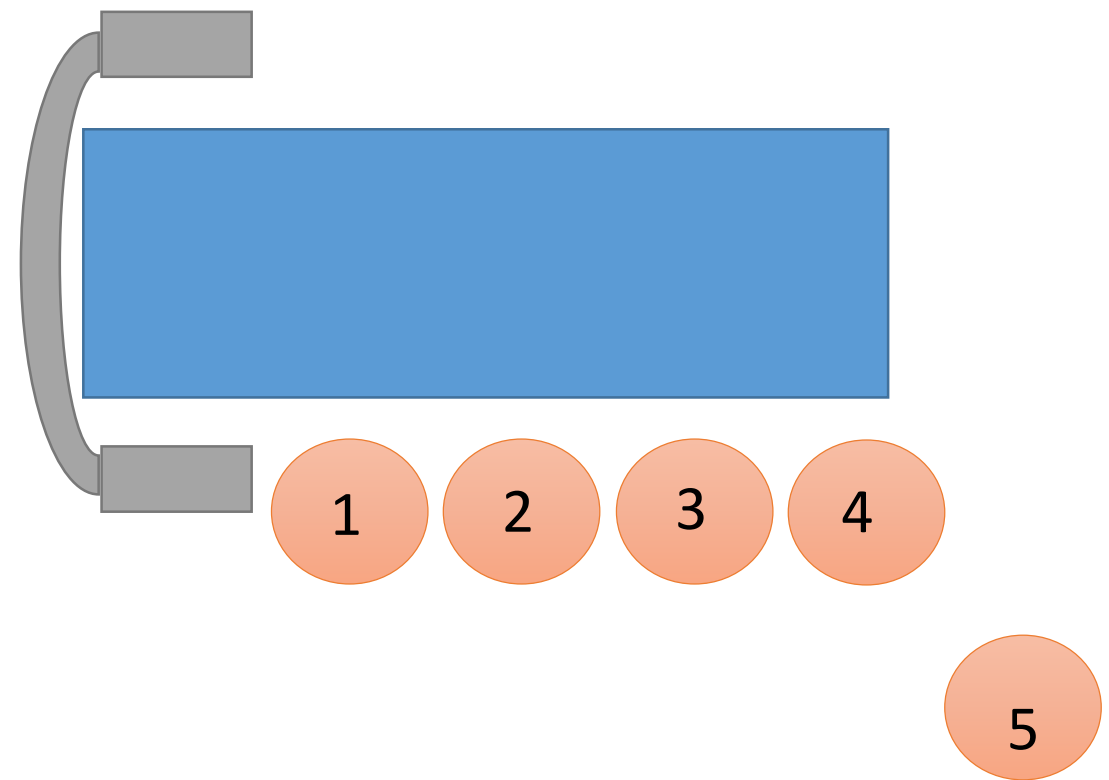


Uit het leven gegrepen:

Patiënt > 10 Gy huiddosis (piek geschat op 42 Gy)

Maand uitlezingen personeel

- 1: <0,05 mSv
- 2 : 0,2 mSv onder schort – 9,7 mSv boven schort (maat voor onbeschermdde lichaamsdelen, ogen?)
- 3: <0,05 mSv
- 4: 0,1 mSv onder schort – 0,7 mSv boven schort
- 5: 0,05 mSv



Wat zijn jullie bedenkingen en/of analyses?

Uit het leven gegrepen:

CT scan van lumbale wervelzuil bij zwangere vrouw (zwangerschap gekend, 3^{de} trimester)

Helical scan van T11 tot L2. Acquisitie stopt bij L1.

Technoloog gebruikt de “one more” functie op het toestel om het niet gecoverde deel toe te voegen. Deze functie voegt telkens één slice toe aan het gereconstrueerde beeld. De technoloog gebruikt deze functie om de blootstelling aan de foetus zoveel mogelijk te beperken.

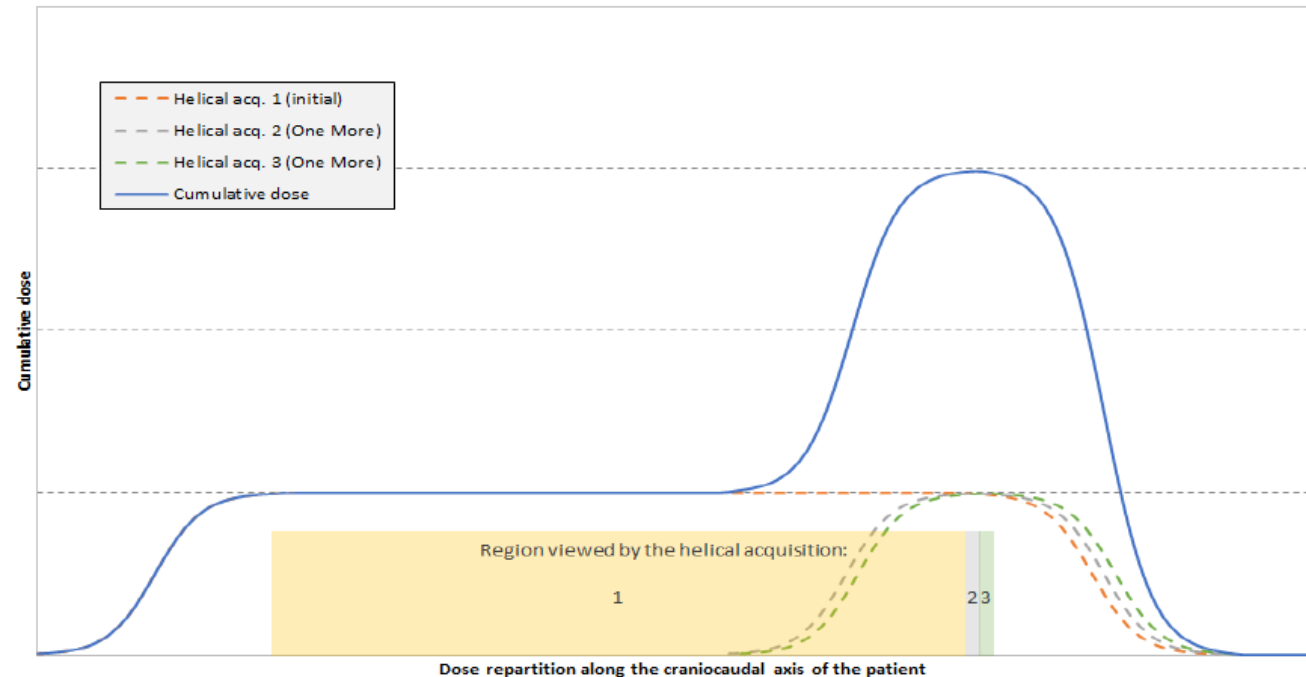
Hij moet deze functie 51 keer gebruiken om het ontbrekende deel toe te voegen.

Uit het leven gegrepen:

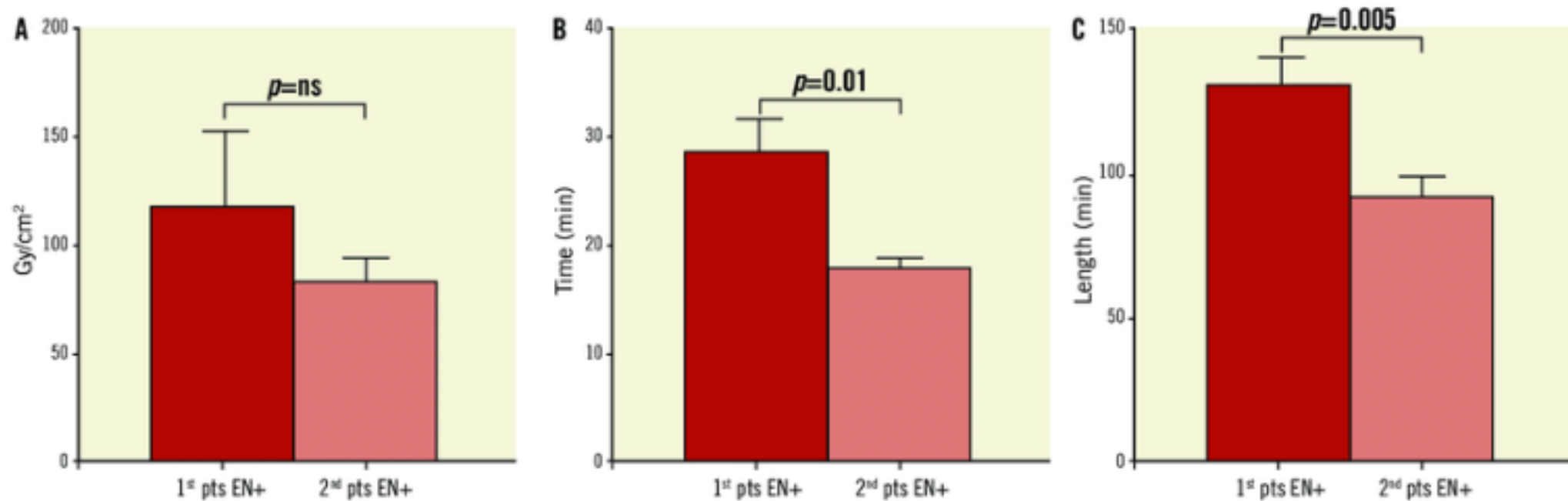
Wat zijn jullie bedenkingen en/of analyses?

Deze “one more” functie werkt echter niet zoals de technoloog dacht en scant telkens een zeer groot deel van de patiënt voor de toevoeging van 1 extra slice.

Gevolg: dosis van meer dan 1Gy voor zowel de vrouw als het ingeboren kind!

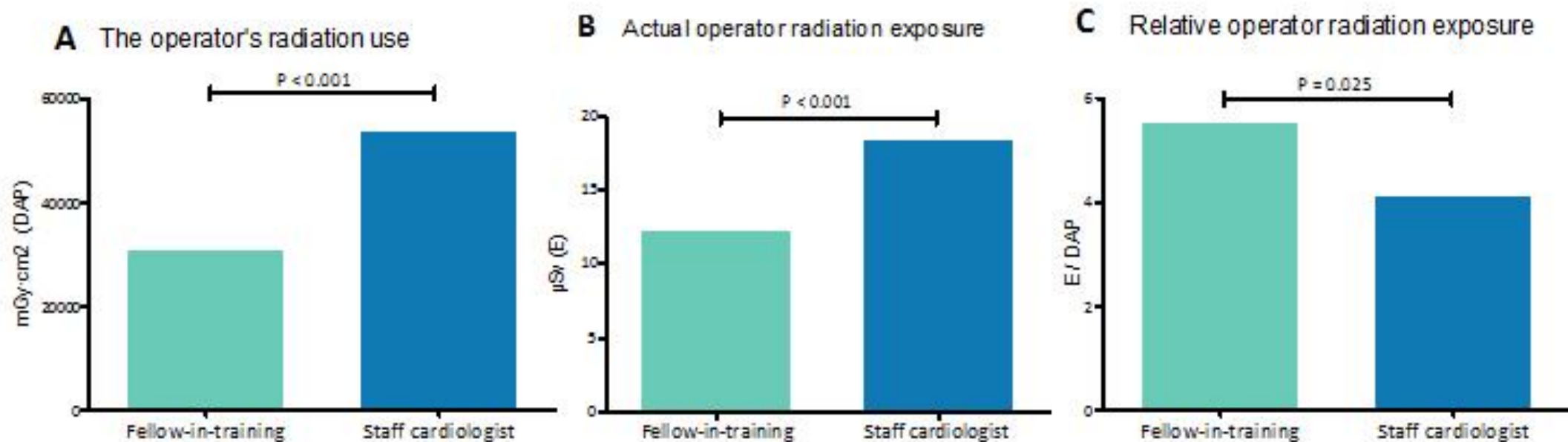


Leercurves: belang van opleiding en bijscholing



Results representing the learning curve in patients with one or two clips implanted. A) Radiation dose. B) Fluoroscopy time. C) Procedure length. EN+: with use of EchoNavigator; Time: fluoroscopy time; Length: procedure length from puncture to closure; 1st pts: first half of patients (n=10); 2nd pts: second half of patients (n=10).

Leercurves: belang van opleiding en bijscholing



Relative operator exposure (C) ($\times 10^{-4}$) is corrected for the complexity of the procedure, it is defined as the ratio between the actual exposure of the primary operator at chest level (B) and the operator's radiation use (DAP)(A).

Overzicht

1. Inleiding
2. Technieken
3. Doel? Risico's?
4. Stralingsbescherming
5. Stralingsbescherming van het personeel
6. Stralingsbescherming van de patiënt
7. Uit het leven gegrepen
8. **Besluit**

Besluit

- **Script** – Ken je de procedure en de gebruikte apparatuur?
- **Acteurs** – Waar is jouw (optimale) positie?
- **Kostuums en attributen** – Loodschort, loodbril, ... aan? Dosimeter?
- **Rekwisieten** – Zijn de nodige beschermmiddelen aanwezig?
- **Figuranten** – Patiënt goed geïnformeerd? Correct gepositioneerd?
- **Iedereen blijft uit beeld!**



Camera loopt ...

Take 1 ...

En actie!