

La radioprotection en milieu hospitalier



Article 25
de
l'Arrêté Royal du 20 juillet 2001

Critères de radioprotection pour l'utilisation d'une installation RX

M. De Spiegeleer
Expert agréé de contrôle physique

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

- Entrons immédiatement dans le vif du sujet:

Qui a déjà utilisé une scopie?

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

Caractéristiques des rayonnements

- A votre avis, où se situe le tube RX?

- En 1
- En 2



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

Caractéristiques des rayonnements

- A votre avis, où se situe le tube RX?

- En 1
- **En 2**



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

- Même dans nos installations hospitalières, des interventions avec RX se font encore sans protection adéquate

- Dans un quartier opératoire

Tube au-dessus

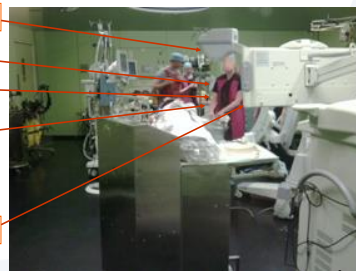
Tablier ouvert

Pas de dosimètre

Mains dans le champ

Images en scopie
non pulsée

Écran derrière le tube



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

- Dans le même quartier opératoire

Personnel auxiliaire
sans tablier plombé



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

Protection du rayonnement diffusé

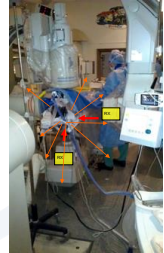
- En cardiologie interventionnelle



Le médecin contre le tube RX
sans protection



Pas de protection autour
de la table



Anesthésiste en tête du lit sans
protection particulière



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

La radioprotection en milieu hospitalier

- 1^{ère} partie
 - Impositions légales
- 2^{ème} partie
 - Grandeurs fondamentales
 - Notions de dose et débits de dose
 - Effets des rayonnements ionisants
 - La législation belge
 - Les dosimètres
- 3^{ème} partie
 - Radioprotection au QO
 - Influence du rayonnement diffusé
 - Influence de la position du tube RX
 - Exposition des yeux
 - Protections disponibles



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

Le service de radioprotection

- Service de radioprotection de l'UCL, site Bruxelles et service de dosimétrie

- Composition du service

- Michel De Spiegeleer, expert agréé, chef de service
 - Tél.: 02/764.5128, michel.despiegeleer@uclouvain.be
- Quentin Warichet, expert agréé
 - Tél.: 02/764.5297, quentin.warichet@uclouvain.be
- Luc Damanet, agent de radioprotection
 - Tél.: 02/764.5150, luc.damanet@uclouvain.be
- Marc Heyvaert, agent de radioprotection
 - Tél.: 02/764.5299, marc.heyvaert@uclouvain.be



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

La première protection est la formation

Avant de pouvoir utiliser un appareil de radiologie

- Formation et autorisation

- Utilisateur

- Utilisation des RX pour les radiographies humaines réservée uniquement aux médecins porteurs d'un titre professionnel de médecin spécialiste

- Autorisation des utilisateurs

- Les médecins sont autorisés chacun à titre individuel (y compris en radiologie)
- Autorisation limitée dans le temps (en général 10 ans)
- Délivrée si acquis une compétence en radioprotection



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

Avant de pouvoir utiliser un appareil de radiologie

• Formation et autorisation (suite)

- Formation des utilisateurs et techniques radiologiques appliquées
 - Pour obtenir l'autorisation d'utilisation
 - Formation niveau universitaire comprenant 45h de théorie et 30 h de pratique
 - Formation conclue par un diplôme, une attestation ou un certificat
 - Obligation d'une formation continue



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smet

Avant de pouvoir utiliser un appareil de radiologie

• En résumé

- Pour pouvoir utiliser une installation RX
 1. Le médecin doit avoir **suivi une formation** avec test de connaissance en radioprotection
 2. Le médecin doit introduire une **demande d'autorisation auprès de l'AFCN** et leur envoyer une copie du diplôme
 3. Le médecin doit **entretenir ses connaissances** pour pouvoir prolonger son agrément (10 ans)



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smet

Avant de pouvoir utiliser un appareil de radiologie.....

• Ensuite

- Pour pouvoir utiliser une installation RX dans un hôpital
 - Le médecin devra
 - Passer un contrôle médical comme future « personne professionnellement exposée »
 - Avoir une formation initiale à la radioprotection
 - Demander un dosimètre



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smet

Avant de pouvoir utiliser un appareil de radiologie

• Références bibliographiques

- AFCN
 - Site internet (choisir activité professionnelle: radiologie)
 - <http://www.fanc.fgov.be/page/homepage-agence-federale-de-controle-nucleaire-afcn/1.aspx>
- Mémento « utilisation des rayons X à des fins médicales 2005 » rédigé par l'AFCN
- A.R. du 20 juillet 2001 traitant de la protection de la population et des travailleurs exposés aux radiations ionisantes



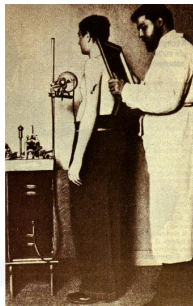
Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smet

• Lors de l'utilisation d'un appareil RX

- Le 1^{er} risque nucléaire



Le rayonnement X **diffusé** par le patient



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smet

Types de rayonnements

• En milieu hospitalier

- 2 types d'émetteurs de rayonnement

• Le tube RX

- Fixe
 - » Table télécommandée
 - » Suspension plafonnrière



– Mobile

- » Appareil de radiographie mobile
- » Appareil de radioscopie mobile (ampli de brillance)

• Les substances radioactives



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smet

Caractéristiques des rayonnements

• L'énergie du rayonnement X

- Exprimée en fonction de la tension appliquée
 - En volt (V)
 - en kilovolt (kV) représentant 1.000 V  En keV
- Exemple
 - Mammographie ~35 kV
 - Dentisterie : 50 à 90 kV
 - Radiologie : 120 kV max
- Détermine la possibilité de traverser un corps



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Caractéristiques des rayonnements

• Cas de l'intensité du rayonnement (mA)

- Représente la quantité de rayonnement produit par le tube RX

• Cas du temps d'irradiation

▪ Dose au patient

- Directement proportionnelle
 - A la tension
 - Au courant
 - Au temps d'irradiation
- mAs

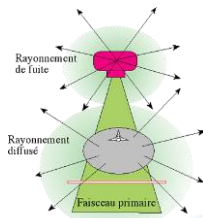


Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Caractéristiques des rayonnements

• L'émission RX

- Protection du personnel



Les utilisateurs se protègent du diffusé et de la fuite



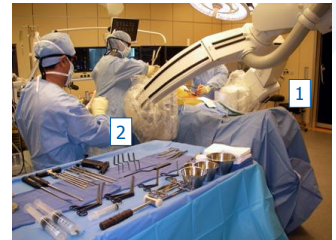
Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Caractéristiques des rayonnements

Q.2 A votre avis, où se situe le tube RX?

• En 1

• En 2



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Caractéristiques des rayonnements

Q.2 A votre avis, où se situe le tube RX?

• En 1

• En 2



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Caractéristiques des rayonnements

• L'énergie du rayonnement X

- Exprimée en fonction de la tension appliquée en kilovolt (kV)

• Intensité du rayonnement (mA)

- Représente la quantité de rayonnement produit par le tube RX

• Temps d'irradiation

▪ Dose au patient

- Directement proportionnelle
 - A la tension
 - Au courant
 - Au temps d'irradiation
- mAs



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Grandeurs et unités

• Notions de dose

- Rayonnement = énergie transportée
- Absorption du rayonnement dans la matière



Transfert de cette énergie



Effets possible dans la matière

excitation
ionisation
Échauffement
Dommages, destruction
.....

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Slegel

Grandeurs et unités

La dose sera fonction de différents facteurs dont l'énergie et la quantité de rayonnement déposé.

• Q.2 A votre avis, en quoi s'exprime la **dose efficace**?

- En Gy
- En Sv
- En Gy.m²
- En Bq

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Slegel

Grandeurs et unités

La dose sera fonction de différents facteurs dont l'énergie et la quantité de rayonnement déposé.

• Q.2 A votre avis, en quoi s'exprime la **dose efficace**?

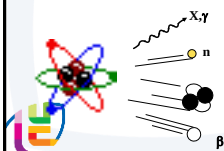
- En Gy
- **En Sv**
- En Gy.m²
- En Bq

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Slegel

Grandeurs et unités

• Dose à un organe ou à un tissu – La dose équivalente

L'effet biologique dans un organe ou tissu dépend de la nature et de l'énergie du rayonnement ...



Type de rayonnement	W_R
Gamma, RX	1
β , électrons	1
α , noyaux lourds	20
neutrons < 10 keV	5
100 keV < neutrons < 2 MeV	20

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Slegel

• Notions de dose

- 2 types
- La **dose équivalente** se réfère à un tissu ou un organe



- La **dose efficace** se rapporte au **corps entier**

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Slegel

Grandeurs et unités

• La dose au corps entier

- Appelée **dose efficace**
- Tient compte
 - De la **radiosensibilité** des organes et des tissus
 - Donc de la dose équivalente
 - De la dose externe
 - enregistrée par le dosimètre
- Exprimée en Sievert (Sv)
 - Sievert = unité très grande
 - 8 Sv = dose mortelle
 - Utilisation de sous multiple en radioprotection
 - Le milliSievert = mSv = 0,001 Sv
 - Le microSievert = μ Sv = 0,000001 Sv

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Slegel

La radioactivité et la loi

• Normes de base (20 juillet 2001)

- 3 principes:
 - **Justification**
 - **Optimisation (ALARA)**
 - **Respect des limites de dose (interne + externe)**
- Limitation de dose au corps entier
- Chaque organe du corps est pris en compte
- Cancers mortels, non mortels et effets génétiques pris en compte



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

31

La radioactivité et la loi

1

Toute pratique utilisant des rayonnements ionisants doit être **justifiée** à l'avance par les avantages économiques, sociaux ou autres par rapport au détriment sanitaire qu'ils sont susceptibles de provoquer

2

Les expositions doivent être maintenues au niveau **le plus faible que raisonnablement possible**

3

Les doses reçues du fait des différentes pratiques ne doivent pas dépasser les **limites de dose** fixées pour les populations concernées



17/05/2017

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

La radioactivité et la loi

• la législation belge depuis le 30 août 2001

- **population**
 - 1 mSv / an, sans expositions médicales
- **professionnellement exposés**
 - 20 mSv /12 mois glissants au corps entier
 - 500 mSv /12 mois glissants aux extrémités, à l'organe et à la peau
 - 150 mSv/an pour le cristallin
 - Protection pendant la grossesse et l'allaitement comparable à la population sauf si: risque de contamination (pas le cas avec R)



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

La dosimétrie

Le port du dosimètre:

- **Pour qui?**
- **Pour quoi?**
- **Comment?**



17/05/2017

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

34

Le dosimètre au CHU et à St Luc

• A quel endroit faut-il porter son dosimètre passif corps entier?

- Dans la poche de sa tenue pour ne pas le perdre
- Au-dessus du tablier plombé au niveau de la poitrine
- Il ne faut pas en porter si on porte un tablier plombé
- Sous le tablier plombé, au niveau de la poitrine



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Le dosimètre au CHU et à St Luc

• Q.3 A quel endroit faut-il porter son dosimètre passif corps entier?

- Dans la poche de sa tenue pour ne pas le perdre
- Au-dessus du tablier plombé au niveau de la poitrine
- Il ne faut pas en porter si on porte un tablier plombé
- **Sous le tablier plombé, au niveau de la poitrine**



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Le dosimètre

• Port du dosimètre

- Dosimètre mensuel
- Accroché au niveau de la poitrine
- Pince dirigée vers le corps
- Échange mensuel, en début de mois



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheleer

Le dosimètre

• Port correct du dosimètre?



17/05/2017

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheleer

Les dosimètres

• Dosimètre tablier

- Se différencie par ses couleurs ou une indication particulière
- Se porte au-dessus du tablier
- Permet d'évaluer la dose reçue par les parties du corps non protégées
 - 5 à 10 % de cette dose devra être comptabilisée dans l'enregistrement de la dose corps entier du travailleur
 - En fonction des autres moyens de protection portés



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheleer

Le dosimètre

- Mauvais!
- Mauvais!
- Mauvais!
- Mauvais!
- Mauvais!
- Mauvais!



17/05/2017

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheleer

La dosimétrie

• Port correct de 2 dosimètres



Au-dessus

En-dessous



Cliniques universitaires Saint-Luc

La 2^{ème} protection est le tablier



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheleer

• Utilisez les moyens de protection individuels

- L'épaisseur du tablier devant comme derrière est fonction de l'utilisation du tube RX
- Forte utilisation (RADIO et CARDIO interventionnelle)
 - Plusieurs heures de RX/jour
 - » Devant min 0,5 mm Pb
 - » Derrière min 0,25 mm Pb
- Environ 1h/jour (cas habituel au Q.O)
 - » Devant min 0,35 mm Pb
 - » Derrière 0,25 mm Pb conseillé



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

43

• Utilisez les moyens de protection individuels

- Le tablier plombé avec en **face avant**
 - si possible minimum 0,35 mm d'épaisseur ou
 - 2 x 0,25 mm
- Le cache thyroïde
 - si près du tube RX
 - Conseillé dans les autres cas



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

44

• Quelques types de tabliers en fonction du poste de travail



Interventions avec de courtes périodes de scopie



Interventions avec de longues périodes de scopie



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

Protections

Epaisseur éq. plomb	Transmission RX diffusé Tension tube	Transmission RX diffusé Tension tube	Transmission RX diffusé Tension tube	Transmission RX diffusé Tension tube	Transmission RX diffusé Tension tube	Transmission RX diffusé Tension tube
	70 kV	80 kV	90 kV	100 kV	125 kV	140 kV
0.25 mm	1,7%	4,5%	8%	13%	17%	19%
0.35 mm	0,9%	2%	4%	6%	8%	9%
0.50 mm	0,3%	1%	2%	3%	4,5%	5%

Si tension = 90 kV, la dose en-dessous d'un tablier de 0,35 mm sera égale à 4% de la dose au-dessus du tablier → dose divisée par 25



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

46

• Prenez soins de vos tabliers

- Tous les tabliers ne sont pas bons à mettre !!!!



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

47

Différences entre les types de tabliers:

- Normaux
- Légers
- Très légers

MATERIAU: PROPRIETES ET AVANTAGES				
PB STANDARD™	100% plomb traditionnel	Avantageux	Haut degré de protection	Equivalence en plomb 0,5mm @ 150KVP
PB LITE™	100% plomb traditionnel	Avantageux	Haut degré de protection	Equivalence en plomb 0,5mm @ 150KVP
PB FREE™	100% plomb traditionnel	Avantageux	Haut degré de protection	Equivalence en plomb 0,5mm @ 150KVP

TYPES DE PROTECTION	EQUVALENCES EN PLOMB	DESCRIPTION DU MATERIAU	CLASSE DE POIDS	EFFET PROTECTEUR
PB FREE™	0.50mm	SANS PLOMB	SUPERLEGER	100% @ 150KVP
PB FREE™ ULTRA	0.35mm	SANS PLOMB	SUPERLEGER	97% @ 150KVP
PB LITE™	0.50mm	COMPOSITE AVEC MELANGE DE PLOMB	LEGER	100% @ 150KVP
PB LITE™ ULTRA	0.35mm	COMPOSITE AVEC MELANGE DE PLOMB	LEGER	97% @ 150KVP
PB STANDARD™	0.50mm	PLOMB TRADITIONNEL	NORMAL	100% @ 150KVP
PB STANDARD™ ULTRA	0.35mm	PLOMB TRADITIONNEL	NORMAL	97% @ 150KVP



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

48

Protections

Prenez soin des tabliers



Bad



Good

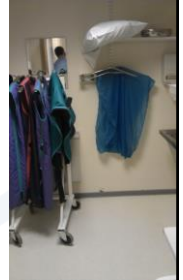


MARTIR

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

49

• Accrochez vos tabliers pour éviter....



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

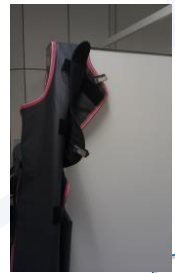
• Un tablier mal entretenu sous scopie



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

• Accrochez vos tabliers pour éviter....

Mais accrochez le ailleurs que dans la salle, surtout si vous y laissez vos dosimètres.....



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Protections individuelles

- Un tablier et des bavettes de plomb atténuent chacun de 95 % le rayonnement diffusé par le patient. Quel est le pourcentage transmis à travers la combinaison des 2 ?

- 0,05 %
- 0,10 %
- 0,25 %
- 0,75 %



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Protections individuelles

- Un tablier et des bavettes de plomb atténuent chacun de 95 % le rayonnement diffusé par le patient. Quel est le pourcentage transmis à travers la combinaison des 2 ?

- 0,05 %
- 0,10 %
- **0,25 %**
- 0,75 %



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

• Remarque

- Pour un accès à une salle du bloc où un tube RX est utilisé
- **Tous portent un tablier**
- Si présence **exceptionnelle**:
 - Si utilisateur: dosimètre nécessaire
 - » Si pas possible, au moins porter un tablier
 - Si spectateur: pas de dosimètre ($E < 1\text{mSv}$) mais porter un tablier
- Si régulier: dosimètre **obligatoire**



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

moyens de protection disponibles

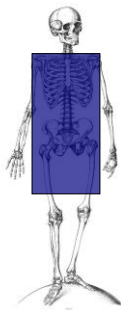


Cache-thyroïde



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

moyens de protection disponibles



Si port du tablier uniquement

- 10 % dose au-dessus du tablier est comptabilisée dans la dose mensuelle corps entier

• Si port du tablier, d'un cache-thyroïde et protection haute du bras

- 5 % dose au-dessus du tablier est comptabilisée dans la dose corps entier



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

La dosimétrie extrémités



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Les dosimètres

- Le dosimètre extrémité (bague ou poignet)
 - Si les mains sont souvent placées dans le champ RX
 - Si dose estimée $> \frac{3}{10}$ ème de la limite extrémité
 - Poignet
 - Doigt : bague



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

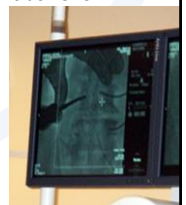
La dosimétrie

• Utilité du dosimètre extrémité en RX

- **Pas** utile si les mains sont loins du faisceau
- **Peu** utile si les mains sont occasionnellement proches du faisceau
- **Permet** l'étude de dose si les mains sont dans le faisceau



Pourrait être **Obligatoire**
selon le résultat de cette étude



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Dosimétrie du personnel en milieu hospitalier

- Nombre d'intervention en fct de la dose extrémité

Organe	Equivalent de dose moyen par PR (mSv)	Nbre max de PR autorisées par an	Equivalent de dose moyen par PE (mSv)	Nbre max de PE autorisées par an
Main gauche	37,1	13	1,2	420
Main droite	24,0	21	1,4	357
Cristallin	3,2	46	0,3	652
Thyroïde	7,3	68	0,3	1677

TABLEAU VI
Equivalent de dose moyen aux organes (étudié lors d'un examen rapproché (PR) et d'un examen éloigné (PE), ainsi que le nombre maximum d'examen autorisé en regard des limites d'exposition en vigueur.
Mean dose equivalent to different organs during close (PR) and remote (PE) examination and maximal number of examination authorized by the present legislation.

La protection des yeux



Constatations récentes

- Notamment une étude française sur 42 cardiologues interventionnels

- 43% de cataractes
- contre 12.5% dans la population témoin,



le rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS 2009) propose d'abaisser le seuil d'apparition de la cataracte à 250 mGy c'est à dire bien en dessous des 2 et 5 Gy de la CIPR 103.

Irradiation des yeux

- Proposition internationale future

Diminution de la limite de dose au cristallin

150 mSv ➡ 20 mSv/ 12 mois glissants

Plusieurs types d'intervention pourraient nécessiter le port de lunettes de protection

- Faut-il porter des lunettes de protection (plombées)

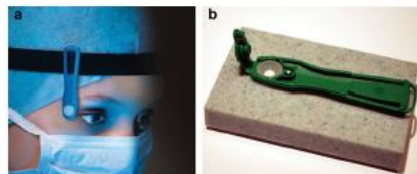
- Oui si
 - Beaucoup d'intervention avec scopie
 - Beaucoup de temps de scopie
 - Praticien près du tube et du patient

Dans les autres cas....

Pas nécessaire et si éloignés du tube RX

Le dosimètre à St Luc

- La dosimétrie des yeux



Exposition des yeux

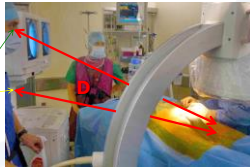
• Utilité du dosimètre yeux

- Évalue la nécessité de porter des lunettes blindées
- Permet de confirmer la dosimétrie

• Autre moyen de mesure

- Évaluer la dose aux yeux à partir du dosimètre « au-dessus » du tablier

Distance $\pm$ égale



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smedt

Première protection des yeux

Position des écrans de visualisation



Mauvaise pour le cristallin

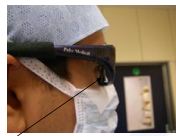
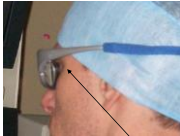


Meilleure pour le cristallin

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smedt

Protections individuelles

• Choix des lunettes de protection



Espace latéral important sans protection!!!!

Or, souvent le faisceau vient latéralement

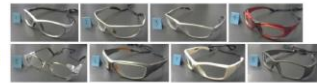
Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smedt

Protections individuelles

• Choix des lunettes de protection

Results

–Effect of Protective Eyewear



Radiation Direction	Model of Eyewear (#)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Average, Left lens, below (%)	72	43	78	85	86	22	35	70
Average, Right lens, below (%)	98	89	97	94	97	89	88	92
Average, Left lens, front (%)	18	14	27	26	23	14	16	20
Average, Right lens, front (%)	17	13	25	26	24	17	19	17

Remaining dose in the lens relative to the dose in the lens without protective eyewear

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smedt

Protections individuelles

• Efficacité des lunettes plombées

– Simulation par MONTE CARLO

	Left eye Ratio with/without glasses	
	PA	CRA20
No lead glasses	1	1
Small lens (0.5 mm Pb)	0.30	0.28
Large lens (0.5 mm Pb)	0.15	0.14
Small and thick lens (1.0 mm Pb)	0.26	0.25
Large and thick lens	0.14	0.13

- Une protection supérieure à 0,5 mm de Pb n'offre pas de gain significatif en terme de dose mais augmente l'inconfort
- De larges lunettes couvrant bien les yeux sont préférables

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smedt

Protections individuelles

Half Mask



Half Mask #400 FFSP
Wt. 350 grams
Protection: .10mm Pb

Full Mask



Full Mask #450 FFSP
Wt. 395 grams
Protection: .10mm Pb

Moti Mask



Moti Mask #4933
Wt. 3 lbs.
Protection: .35mm Pb

Attention: protection de 0,1 mm Pb

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Smedt

Protections individuelles

• Conclusions

- Utilisation de lunettes plombées larges,
 - ajustées au visage
 - Protections latérales
- Réduction de la dose voisine de 90 %
- Important si pas d'écran plafonnier

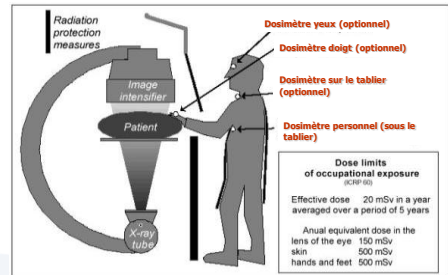
Il faut les essayer!!!



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saignes

Les dosimètres

• Place des différents dosimètres



Les dosimètres

• Importance de porter le dosimètre

- Seul moyen de s'assurer des bonnes protections utilisées
- Permet de limiter l'exposition des travailleurs en adaptant le poste de travail si nécessaire



- C'est de l'intérêt du travailleur de porter le dosimètre
- C'est une imposition légale
- C'est de l'intérêt de l'employeur que le travailleur porte le dosimètre

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saignes

Radioprotection lors de l'utilisation d'un tube RX



Pourquoi la radioprotection au Q.O.

• La radioprotection permet de diminuer la dose

- Du patient
- Du travailleur

Le but des formations est de sensibiliser ou rappeler aux praticiens les règles de base pour diminuer les doses

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saignes

Problématique de l'irradiation

Le rayonnement primaire est 100 à 1000 fois plus irradiant que le rayonnement diffusé



Le rayonnement primaire intervient dans l'irradiation des extrémités

Le rayonnement diffusé et les fuites du tube RX interviennent dans l'irradiation du corps de l'opérateur

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saignes

- Pour diminuer la dose au « **patient** », il faut privilégier notamment
 - La collimation du faisceau RX
 - Eloigner le tube RX du patient et rapprocher le détecteur
 - Utiliser la scopie pulsée
 - Privilégier la haute tension à un courant important
 - Augmenter la filtration pour supprimer le rayonnement de basse énergie



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Sadeleir

Choix du réglage du tube RX

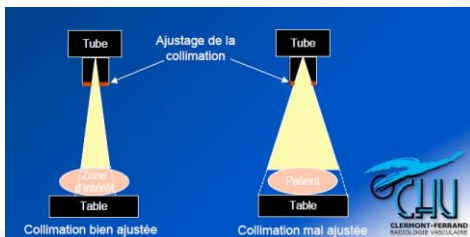
- Préférer les **hautes tension** à un courant important
 - Pour une même dose au récepteur, plus le faisceau est pénétrant moins la dose au patient est élevée
 - La dose à l'opérateur n'est pas nécessairement moins élevée !!!!!



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Sadeleir

Exposition du patient

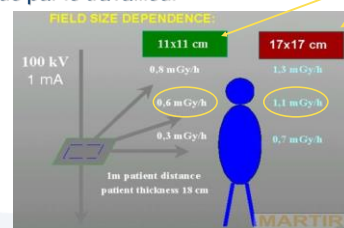
- Utiliser la collimation limite l'irradiation à la partie concernée



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Sadeleir

Protection du rayonnement diffusé

- Influence de la collimation sur la dose
 - Reçue par le patient
 - Reçue par le travailleur



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Sadeleir

Exposition du patient

- Utiliser la **collimation** limite l'irradiation à la partie nécessaire

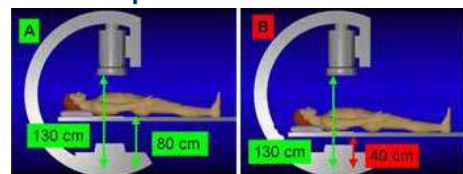
=
Limite la dose au patient et
Limite le diffusé reçu par le praticien



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Sadeleir

Exposition du patient

- Dans le cas d'un arc mobile, la dose est fonction de la position du tube RX



In both situations the image intensifier-to-focus distance is the same, however, skin doses are 4.0 higher in geometry B

$$\frac{(80)^2}{(40)^2} = 4.0 \text{ higher}$$



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Sadeleir

Exposition du patient

- Augmenter la distance tube RX - patient

	0.5 m	1 m	2 m
Air Kerma:	$40 \cdot 10^3 \mu\text{Gy}$	$10 \cdot 10^3 \mu\text{Gy}$	$2,5 \cdot 10^3 \mu\text{Gy}$
surface:	$2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	$10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	$40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
Exposition:	$100 \mu\text{Gy m}^2$	$100 \mu\text{Gy m}^2$	$100 \mu\text{Gy m}^2$

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

Exposition du patient

- Influence de la position du tube RX
 - 2 problèmes potentiels
 - Augmentation de la dose reçue par le patient pour une même image en fonction du point d'entrée

Les irradiations obliques augmentent la dose surfacique à l'entrée.

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

Exposition du patient

- Influence de la position du tube RX
 - 2 problèmes potentiels (suite)
 - Surexposition de la peau lors d'images prises sur plusieurs plans

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

Exposition du patient

- Influence de la **scopie pulsée**

Les cadences d'images associées à chaque niveau de radioscopie, peuvent être comprises (suivant les appareils) entre 0,5 et 30 images/s

Cadence (images/s)	10	15	30
Débit d'équivalent de dose ambiant en mSv/h à 0,5 mètre (niveau poitrine opérateur)	0,8	1,3	2,6

Réglage classique

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

Exposition du patient

- Minimiser le temps de scopie du patient
- Enregistrer le temps de scopie et la dose dans le dossier du patient

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer

Exposition du patient

- En résumé
 - Moins le **patient** est exposé (= reçoit de dose)
 - Moins il y a de diffusion
 - Moins l'opérateur reçoit de rayonnement (= dose)

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Saegeleer



Frequency of tube configurations used for interventional procedures

The figure consists of two side-by-side schematic diagrams of a radiation treatment room. Both diagrams show a red stick figure representing a patient standing at a 1m distance from a radiation source. The radiation source is represented by a yellow cone. The left diagram shows a standard 1 Gy/h (17 mGy/min) beam with a 1m patient distance, resulting in a 2.0 (100%) dose at the patient. The right diagram shows a 1 Gy/h (17 mGy/min) beam with a 20x20 cm field size and a 1m patient distance, resulting in a 1.2 (55%) dose at the patient. Both diagrams include a red stick figure representing the patient and a yellow cone representing the radiation beam.

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegeleer

Effect of tube configuration to the fingers

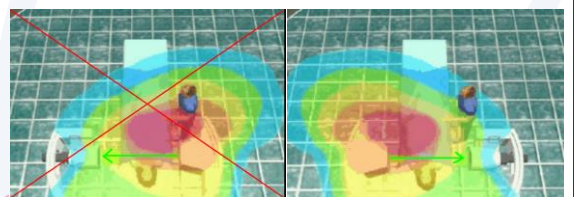
Legend: — median, * average

Y-axis: Hepatic portal flow (L/min)

X-axis: R Finger (below-DP), R Finger (above), L Finger (below-DP), L Finger (above)

Annotation: :50 times (pointing to the median of L Finger (above))

Opérateur côté tube
Opérateur face au tube



Mauvais

Bon

- En neurochirurgie (orthopédie si en salle 1 ou 19?)

Le praticien est contre le tube RX

Pendant la scopie il a les mains dans le champ

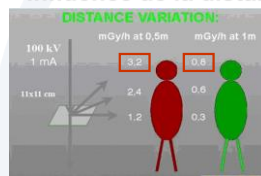
Doses au bras et aux doigts????



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

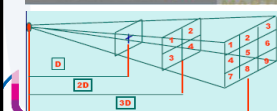
Protection du rayonnement diffusé

- Influence de la distance patient- travailleur



Le débit de dose est inversement proportionnel au carré de la distance.

Multiplier la distance par 3
=
diviser le débit de dose par 9

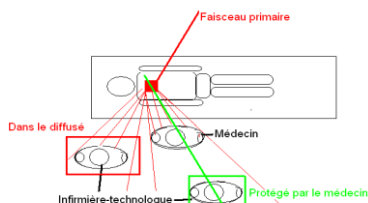


Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Protection du rayonnement diffusé

- Influence de la distance et des écrans

Si vous êtes obligés de rester à proximité du médecin et que vous n'avez pas d'écran mobile de protection, utilisez le médecin comme écran.



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

moyens de protection disponibles

- Privilégier toujours la distance et la graphie



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

moyens de protection disponibles

Les écrans et les paravents de protection contribuent à diminuer la dose reçue par les parties du corps non-protégées par le tablier et le cache-thyroïde.



Bavette plombée fixée à la table

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

moyens de protection disponibles

- Ecran suspendu en verre plombé
– 0,5 mm équivalent Pb

Alternative possible



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

• Exemples



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Conclusions

• La réduction des doses pour le personnel est obtenue

– Directement

- Formation du personnel
- Dosimétrie
- Port des EPI

– Indirectement

- Par la réduction de la dose absorbée pour les patients

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Conclusions

• Radioprotection du personnel

- Réduction du diffusé vers le travailleur
 - Utiliser la scopie pulsée
 - Utiliser la collimation
 - Placer le tube sous la table ou face au praticien
 - Privilégier le haut kVage à une haute intensité (mA)
- Porter les EPI (tablier, lunettes plombées et cache-thyroïde)
- Porter les dosimètres disponibles

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

Conclusions

• Radioprotection du patient

- Fluoroscopie pulsée
- Enregistrement de la dose dans un dossier
- Utilisation de la collimation
- Utilisation d'un appareil RX entretenu
- Effectuer le Q/C annuel par un radiophysicien
- Préférer un haut kV à un haut courant
- Utilisation de la filtration
- Mettre le tube le plus loin possible et l'ampli le plus près possible du patient
- Changer régulièrement l'angle d'entrée du faisceau
- Limiter l'utilisation du zoom (zoom x2 = dose x4)

Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

**La radioprotection moderne
est l'affaire de tous
et l'affaire de tous
les travailleurs**



Cliniques universitaires Saint-Luc – Michel De Spiegheer

107