

Le retour d'expérience d'une PCR en milieu hospitalier

J. M. VRIGNEAUD



Hôpital Bichat, APHP

L'exposition en milieu hospitalier

- Radiologie médicale
 - Générateurs RX : radiologie conventionnelle, interventionnelle, scanographie, mammographie
- Médecine nucléaire
 - Sources non scellées (^{99m}Tc , ^{201}Tl , ^{67}Ga , ^{123}I , ^{111}In , ^{131}I , ^{18}F)
 - Sources scellées (^{57}Co , ^{137}Cs , ^{133}Ba)
- Radiothérapie
 - Générateurs électriques
 - Curiethérapie : sources scellées (^{192}Ir , ^{137}Cs)

- Bilan des expositions professionnelles dans le secteur médical (IRSN – 2004)
 - 56 % des travailleurs surveillés \Leftrightarrow 15 % de la dose collective totale
 - ! Travailleurs les plus exposés

Principe d'une étude de postes

- Évaluer l'exposition (corps entier et extrémités) du personnel dans les conditions normales de travail.
- Elle prend en compte :
 - Les caractéristiques de la source de rayonnements (nature, caractéristiques d'émission, intensité, direction...)
 - L'activité du poste (type, fréquence des examens...)
 - Les conditions d'exposition (temps de présence, moyens de protection, habitudes de travail...)
 - Le matériel utilisé (instruments, fantômes..)
 - Un facteur de sécurité
- Elle permet de proposer un classement du personnel, de la zone et des locaux. Elle doit être contrôlée régulièrement et en particulier lors de changements de pratiques.

Méthodologie d'une étude de postes

■ Stratégie

- Mesure du débit de dose et évaluation des durées de travail
 - Inter comparaisons ++
 - Incertitudes --
- Mesure directe à l'aide de dosimètres
 - Précision ++
 - Spécificité --

■ Tenir compte de :

- Organisation du service, protocole d'examen, comportements individuels, matériels de protection
- Instrumentation : caractéristiques des détecteurs (réponse en énergie, bruit de fond)

Niveaux d'exposition en MN (1/2)

■ Postes de préparation et d'injection



préparation	Activité injectée (MBq)	Hp(10) μ Sv / tâche	Hp(0,07) μ Sv / tâche	injection	Activité injectée (MBq)	Hp(10) μ Sv / tâche	Hp(0,07) μ Sv / tâche
Kit os ^{99m}Tc	3000 - 6000	~ 4	150 - 400	1 seringue SME ^{201}Tl	110	~ 0,6	~ 8
1 seringue os ^{99m}Tc	1100	~ 1	20 - 60	1 seringue FE ^{99m}Tc	1300	~ 3	~ 30

Données 2004 H. Bichat (APHP)



■ Poste préparation

- 1 kit os + 10 seringues os
- Exposition CE ~14 μ sv/jour
(14 x 220 = 3,1 mSv/an)
- Exposition extrémités ~ 680 μ Sv/jour
(680 x 220 = 150 mSv/an)



■ Poste injection

- 10 seringues SME ^{201}Tl
- Exposition CE ~ 6 μ sv/jour
(6 x 220 = 1,3 mSv/an)
- Exposition extrémités ~ 80 μ Sv/jour
(80 x 220 = 18 mSv/an)

Niveaux d'exposition en MN (2/2)

■ Placement caméra (à ~ 60 cm)

Données 2004 H. Bichat (APHP)

Examen	Activité injectée (MBq)	Temps après injection	Débit de dose moyen ($\mu\text{Sv/h}$)
Tomo MIBI $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (140 keV)	1110	~ 1 h	71
Scinti os précoce $^{99\text{m}}\text{Tc}$	1030	~ 6 min	83
Scinti os tardive $^{99\text{m}}\text{Tc}$	1030	~ 4 h	20
SME ^{201}Tl (~70 keV)	120	~ 8 min	6
SMS ^{111}In (171, 245 keV)	150	~ 4 h	5
<i>FDG ^{18}F (511 keV)</i>	<i>500</i>	<i>0</i>	<i>127</i>



- Temps de présence près du patient ~1 min
- Exposition CE < 1 $\mu\text{Sv/examen}$

Chiesa et al. (EJNM, 24(11)1997, 1380-1389) :

Tomo MIBI $^{99\text{m}}\text{Tc}$: 1,7 \pm 1,0 $\mu\text{Sv/examen}$

Scinti os $^{99\text{m}}\text{Tc}$: 0,3 \pm 0,2 $\mu\text{Sv/examen}$

Scinti CE ^{67}Ga : 0,2 \pm 0,1 $\mu\text{Sv/examen}$

Ex : bilan dosimétrique d'un service de MN

Exposition annuelle passive (DO)	Nombre de personnes surveillées	Nombre de personnes avec une exposition externe annuelle,			Dose collective (homme mSv)	Dose extrémités / individu Gamme (mSv/an)
		< 1 mSv	< 6 mSv	< 20 mSv		
MANIP	7	1 (1)	5 (5)	1	26,0 (15,3)	8 - 31
TECH	3	3 (2)	(1)		0,5 (1,6)	4 - 37
INFIRMIER	2		2 (2)		2,8 (2,8)	4 - 12
AUTRES	30*	8 (15)			1,6 (3,1)	18,1 (RPharm.)

Données 2005 H. Bichat (APHP)

*inclus stagiaires



- Catégorie la + exposée : manipulateurs
 - Surveillance : mensuelle + extrémités + DO
 - Surveillance de la contamination interne
 - Classement : catégorie A/B

Niveaux d'exposition en TEP

$\mu\text{sv} / \text{t}\hat{\text{a}}\text{c}\text{h}\text{e}$	<i>Chiesa et al.</i>	<i>Laffont et al.</i>	<i>Balny et al.</i>
	<i>TEP 2D</i>	<i>TEP/TDM 2D</i>	<i>TEP 3D</i>
Activité injectée (MBq)	500	300	140 (2 MBq/kg)
Préparation	$0,3 \pm 0,1$	$2,3 \pm 1,3$	$0,3 \pm 0,2$
Injection	$2,8 \pm 1,8$	$5,0 \pm 3,4$	$0,2 \pm 0,1$
Déroulement de l'examen	$1,7 \pm 1,5$	$2,8 \pm 1,5$	$0,7 \pm 0,3$
Total examen	$5,9 \pm 1,2$	$12,0 \pm 3,7$	$1,4 \pm 0,3$

fonction de l'activité injectée, des moyens de protection, des modes préparatoires, de la conception du service.

- 5 procédures / jour (*Chiesa et al.*)
 - exposition CE : $29,5 \mu\text{Sv}/\text{jour}$
($29,5 \times 220 = 6,4 \text{ mSv}/\text{an}$)

! Exposition extrémités :
200 à 700 μSv / procédure

Retour dans les services d'hospitalisation ?

exposition individuelle pour le personnel soignant auprès d'un patient ayant réalisé une scintigraphie à l'octréotide ^{111}In (160 MBq)			
personnel	tâche effectuée	durée d'exposition (min)	dose corps entier / tache (μSv)
infirmier	prise des constantes	3	0,39
	dialogue	25	1,03
aide-soignant	dépose et reprise du plateau repas – réfection du lit	7	0,19

Données H. Beaujon (APHP)



- Débit de dose moyen $\sim 4 \mu\text{Sv/h}$
- Poste soignant :
 - 3 patients/semaine/soignant, 46 semaines
 - Exposition CE : 0,14 mSv/an

.. en radiothérapie



- Générateurs électriques (RX, photons, électrons)
- Protection assurée par la conception des appareils et des installations
- Principale source d'exposition : activation de la cible et des matériaux de la tête de traitement

Accélérateur d'électrons	Dose efficace annuelle pour un manipulateur temps plein		
	pupitre	salle	total
ORION	550 μ Sv	250 μ Sv	0,8 mSv
Saturne 41	550 μ Sv	250 μ Sv	0,8 mSv
SLI	550 μ Sv	990 μ Sv	1,54 mSv

Données H. Saint-Louis (APHP) à partir de :

- Mesures de débit de dose (constances maximales)
- Activité du poste, temps de présence

- Pour 1 manipulateur :
 - Classement catégorie B
 - Surveillance mensuelle
 - ZC intermittente en salle

.. en curiethérapie

- Manipulation de sources scellées
- Les techniques
 - La curiethérapie à bas débit de dose
 - La curiethérapie prostatique I-125
 - La curiethérapie à haut débit de dose (^{192}Ir / 400 GBq)

Radioélément	Energie (keV)	Période	Γ $\mu\text{Gy m}^2$ $\text{Mbc}^{-1} \text{h}^{-1}$
^{192}Ir	380	74,1 jours	0,116
^{125}I	28	59,4 jours	0,034
^{137}Cs	662	30,2 ans	0,079

Données dosimétriques	Dose équivalente / manipulateur	
	Mensuelle	Annuelle
main	0,77 mSv	9,3 mSv
tête	9 μSv	103 μSv
corps	2 μSv	25 μSv

Données H. Saint-Louis (APHP) pour les manipulations suivantes :

- Préparation des fils (11 cm ^{192}Ir à 4,07 GBq)
 - Transport des sources
 - Retour des fils dans le laboratoire chaud
 - Récupération et rangement des fils
- Pour 1 manipulateur :
 - Classement catégorie B
 - Surveillance mensuelle + extrémités + DO

Perspectives - conclusions

■ Curiethérapie

Expositions annuelles (mSv/an) du personnel de Curiethérapie

Catégorie	1963	1971	1976	> 1981
	préparation non radioactive	projecteur de sources	arrêt du radium	
médecins	14,4	4,3	1,8	~ 0
Manipulateurs	48,1	8,1	5,2	3,1
infirmières	2,4	1,4	0,5	~ 0
Personnel hôtelier	2,8	2,1	~ 0	~ 0

Service de Curiethérapie de l'IGR

■ Médecine nucléaire

- Développement de la TEP (nouveaux traceurs, innovations technologiques)
- Développement de la radiothérapie interne