

Optimisation des doses de produits de contraste en scanner vasculaire

I. Généralités

La justification et l'optimisation sont, comme pour les radiations ionisantes, à la base de l'utilisation des produits de contraste iodés. Ils ne doivent être injectés que s'ils peuvent apporter des informations utiles au diagnostic, avec la quantité d'iode nécessaire et suffisante. L'évolution technologique des scanners permet une acquisition rapide, une zone d'exploration large, une modulation des kV et des mAS, et une optimisation de la qualité d'image et des doses de RX grâce aux nouveaux algorithmes (reconstruction itérative et bientôt intelligence artificielle).

Pour les protocoles vasculaires, c'est le débit d'iode qui est le facteur clé à optimiser.

L'abaissement du kilovoltage permet de diminuer la dose d'exposition aux rayons X et la dose de produit de contraste nécessaire

Une optimisation des protocoles d'injection adaptée à chaque machine doit être réalisée.

Cette fiche se propose une démarche à suivre méthodique pour optimiser les examens selon les protocoles classiques à 120 kV, en détaillant le protocole embolie pulmonaire qui est un des plus difficile à mettre en place puis pour optimiser la réduction d'exposition aux rayons X et de dose de contraste utile en réduisant les kV à 100.

II. Définitions et formules

✓ Débit d'administration d'iode (DAI) :

$$\bullet \text{ DAI g/sec} = \text{Concentration du PdC (g/L)} \times \text{Débit injection (L/sec)}$$

Le critère de qualité est d'obtenir un rehaussement vasculaire ≥ 300 UH.

Selon la littérature, le débit d'iode à 120 kV se situe entre 1,2 et 1,6 g l/sec en vasculaire général et de 2 g l/ sec pour les coronarographies. On obtient donc les débits d'injection correspondants en fonction de la concentration du produit :

		Débit d'iode (g/sec)		
		1,2 Vitesse	1,6 Vitesse	2 Vitesse
Concentration	300	4,0	5,3	6,7
	320	3,8	5,0	6,3
	350	3,4	4,6	5,7
	370	3,2	4,3	5,4
	400	3,0	4,0	5,0

Débit de l'injecteur en mL/sec

✓ Temps physiologiques d'opacification pour une voie veineuse (valeurs moyennes indicatives dépendant du débit cardiaque et de l'état physiologique du patient).

- départ de l'injection à t = 0 sec
- tronc de l'artère pulmonaire : 10-12 sec
- ventricule gauche : 17 sec
- aorte crosse : 20 sec
- aorte abdominale : 30 – 35 sec
- membres inférieurs : 40 – 45 sec

pour mémoire : temps portal : 70 sec, temps tardif : 3 à 5 min.

Ces temps conditionnent la **durée maximale d'injection** en fonction du site anatomique désiré. Il est en effet inutile de continuer à injecter après que le vaisseau d'intérêt ait été opacifié, sauf dans les protocoles combinés (temps vasculaire et portal, phléboscaner...).

III. L'injection de sérum physiologique après ce temps maximum est indispensable pour « pousser » le bolus restant dans la tubulure ou stagnant dans le réseau veineux proximal.

IV. Temps d'injection

Le temps d'acquisition dépendant fortement du type de scanner, on peut proposer la formule suivante :

• Temps d'injection = Temps arrivée du PDC – (temps acquisition / 2)

Pour les scanners ultra rapides, où il faut avoir un volume d'injection légèrement plus important, le départ d'acquisition devra avoir un retard de 2 sec.

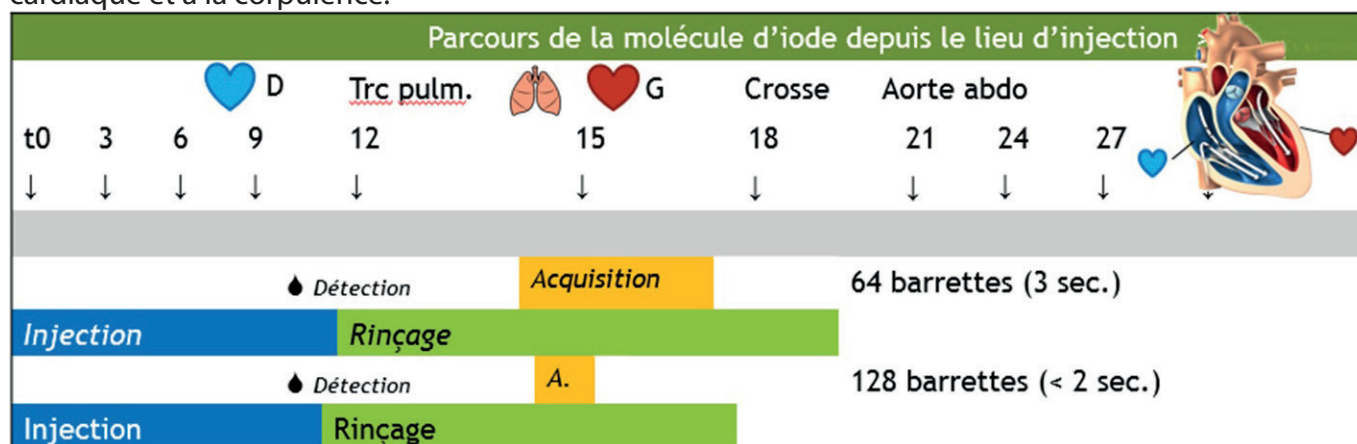
En fonction de la formule précédente, on peut proposer les valeurs suivantes comme protocole de départ à optimiser par la suite.

Fiche vascu. tableau temps d'injection

<i>Produit de contraste iodé</i>					
	temps d'injecti	débit d'iode	concentra tion	vitesse d'injectio	volume
	sec.	glt/sec	mg/ml	mlt/sec	ml
Embolie pulmonaire	10	1,4	300	4,7	47
t arrivée (sec.): 12			350	4,0	40
t acqu. (sec.): 4			370	3,8	38
			400	3,5	35
Coroscanner	14,5	1,4	300	4,7	68
t arrivée (sec.): 17			350	4,0	58
t acqu. (sec.): 5			370	3,8	55
			400	3,5	51
Coroscanner FLASH	16,5	1,4	300	4,7	77
t arrivée (sec.): 17			350	4,0	66
t acqu. (sec.): 1			370	3,8	62
			400	3,5	58
Aorte ado	26,5	1,1	300	3,7	97
t arrivée (sec.): 30			350	3,1	83
t acqu. (sec.): 7			370	3,0	79
			400	2,8	73
Aorte abdo FLASH	29	1,1	300	3,7	106
t arrivée (sec.): 30			350	3,1	91
t acqu. (sec.): 2			370	3,0	86
			400	2,8	80
Membres Inf	36,5	1,1	300	3,7	134
t arrivée (sec.): 40			350	3,1	115
t acqu. (sec.): 7			370	3,0	109
			400	2,8	100

V. Protocole Embolie Pulmonaire

Il s'agit d'un des protocoles les plus difficiles à réaliser chez tous les patients, car très sensible au débit cardiaque et à la corpulence.



Le produit de contraste met 10 secondes pour arriver jusqu'au tronc de l'artère pulmonaire. L'injection se fera donc **AU MAXIMUM sur 10 secondes**. Une fois la détection faite, automatique ou visuelle, le scanner prendra plusieurs secondes avant l'acquisition (entre 4 et 7 secondes selon les constructeurs). Cela lui permet de monter en puissance, en vitesse de rotation et de se déplacer sur la première coupe. Dans le même temps, cela permet le rinçage avec du liquide physiologique : récupération du volume résiduel dans la tubulure et dans les veines et rinçage du produit de contraste dans la sous-clavière et la veine cave sup. contre les artéfacts de blooming.

L'optimisation du protocole se fera avec l'équipe pour choisir un débit d'iode (entre 1,2 et 1,6 gl / sec le plus souvent).

		Débit d'iode (gl/sec) et temps d'injection 10 sec					
		1,2		1,6		2	
		Vitesse	Volume	Vitesse	Volume	Vitesse	Volume
Concentration	300	4,0	40	5,3	53	6,7	67
	320	3,8	38	5,0	50	6,3	63
	350	3,4	34	4,6	46	5,7	57
	370	3,2	32	4,3	43	5,4	54
	400	3,0	30	4,0	40	5,0	50

Règles à respecter :

- Abord veineux le plus proximal possible,
- Utiliser un cathlon le plus gros possible (vert),
- En cas de mauvais état veineux. On sera souvent obligé de limiter le débit à 2 mL/sec et compenser en augmentant la concentration.

Apnée simple, PAS DE VALSALVA

Situations cliniques :

- Patients **jeunes, sportifs** et la **femme enceinte** : le débit cardiaque est plus élevé, il faut augmenter le débit d'iode.
- Patient **obèse** : Un kilovoltage élevé (120 kV voire 140 kV) peut rester nécessaire, ce qui diminue le pouvoir d'opacification de l'iode nécessitant une augmentation du DAI par augmentation du débit ou de la concentration ou des deux.
- Patient **âgé** : le débit cardiaque est diminué, il faut diminuer le débit d'iode.

Fiche vascu, tableau embolie pulmonaire

Embolie pulmonaire	<i>Produit de contraste iodé</i>				
	temps d'injection <i>sec.</i>	débit d'iode <i>gI/sec</i>	concentration <i>mg/ml</i>	vitesse d'injection <i>ml/sec</i>	volume <i>ml</i>
Patients âgés t arrivée (sec.): 12 t acqu. (sec.): 4	10	1,4	300	4,7	47
			350	4,0	40
			370	3,8	38
			400	3,5	35
Patients sportifs, enceintes t arrivée (sec.): 12 t acqu. (sec.): 4	10	1,8	300	6,0	60
			350	5,1	51
			370	4,9	49
			400	4,5	45
Patients obèses (120-140 kV) t arrivée (sec.): 12 t acqu. (sec.): 4	10	2	300	6,7	67
			350	5,7	57
			370	5,4	54
			400	5,0	50

Ces volumes sont des volumes minimum. On peut ajuster le volume à la dizaine supérieure.

VI. Procédure de diminution des doses de produit de contraste

Voir également la fiche « **Optimisation des doses de produits de contraste en scanner - Oncologie** »

La réduction du kilovoltage permet une réduction de la dose de RX et de la quantité utile de produit de contraste ce qui a été démontré par de multiples études notamment en coronarographie et en angiographie pulmonaire.

- ✓ **On vérifiera dans un premier temps la qualité des protocoles de routine (évaluation des pratiques)**
 - 1) La dose DOIT être calculée par rapport au Débit d'administration d'iode (DAI) (cf. paragraphes I et II) et les critères de qualité :
 - Opacification vasculaire: ≥ 300 UH dans vaisseau
 - 2) Prendre des mesures correctives si :
 - Pas d'adaptation d'AI à l'examen et au patient
 - Densité UH trop faible : timing ? sérum physiologique ? Taux d'iode délivré/sec : Correction
 - Densité UH trop élevée: timing ? Taux d'iode délivré/sec : Correction

✓ Optimisation : baisser les kV puis baisser la dose d'iode

La baisse des kV permet de rapprocher le spectre d'énergie du faisceau de RX du K edge de l'iode, et donc d'augmenter le pouvoir d'atténuation du produit de contraste.

L'efficacité est identique pour une quantité moindre d'iode, et une plus faible dose d'exposition aux rayons X. Travailler (ce qui est possible avec la grande majorité du parc installé) avec un kilovoltage bas est un devoir de qualité et d'optimisation du rapport bénéfice /risque.

Le but est d'obtenir un rehaussement suffisant des structures opacifiées, contrôlé par la mesure des densités en UH (cf. supra) en utilisant le moins de dose de RX et de contraste possible (as low as diagnostically acceptable ou ADARA).

Classiquement à 120kV, le débit d'iode (DAI) par seconde est de 1,2 à 1,6 gI/ sec.

à 100 Kv le DAI pourrait être de 0,96 à 1,28 g I/sec et à 80 kV entre 0,76 et 1 g I/sec

- a. Après avoir validé les pratiques habituelles
- b. Baisser de 120 à 100kv le kilovoltage utilisé en vasculaire et optimiser les algorithmes (reconstruction itérative, intelligence artificielle) pour compenser l'augmentation du bruit et éviter d'augmenter les mAs (réglages avec le constructeur). Soulignons, qu'à la différence des examens à visée parenchymateuse, il est possible de réduire l'exposition aux RX en gardant un rapport signal au bruit constant grâce à l'augmentation du signal S compensant l'augmentation du bruit.
- c. Reprendre les protocoles validés mais en baissant le débit d'iode délivré/sec par palier de 10% (I)
- d. Contrôle du respect des contrôles de qualité (cf. supra) sur une ou deux journées sur toute une série de patients de toutes morphologies
- e. Seconde étape en baissant encore de 10% le taux d'iode délivré/sec
- f. Contrôle du respect des contrôles de qualité (cf. supra) sur une ou deux journées
- g. Si la qualité est jugée insuffisante, on revient au palier antérieur

VII. Synthèse

Le débit d'administration d'iode / seconde est l'élément clef en scanner vasculaire.

L'obtention d'une densité du vaisseau étudié de 300 UH nécessite une DAI selon le kilovoltage utilisé de :

- 120 kV 1,2 à 1,6 gI/sec
- 100 kV : 1,0 à 1,3 gI/sec
- 80 kV : 0,8 à 1 gI/sec