

CRITERES DE QUALITE ET OPTIMISATION DES DOSES EN SCANOGRAPHIE CHEZ L'ENFANT

PLAN

Introduction

Procédures en scanographie **monocoupe et double barrette**

- 3.1. Scanographie de la tête
- 3.2. Scanographie du massif facial
- 3.3. Scanographie du thorax : Médiastin & Poumon Standard
- 3.4. Scanographie du thorax : Poumon haute résolution
- 3.5. Scanographie abdomino-pelvienne
- 3.6. Scanographie ostéo-articulaire
- 3.7 Scanographie du contenu utérin

Procédures en scanographie **multicoupes (≥ 16 barrettes)**

- 3.8. Scanographie de la tête
- 3.9. Scanographie du massif facial
- 3.10. Scanographie du thorax : Médiastin & Poumon Standard
- 3.11. Scanographie du thorax : Poumon haute résolution
- 3.12. Scanographie abdomino-pelvienne
- 3.13. Scanographie ostéo-articulaire
- 3.14 Scanographie du contenu utérin

Bibliographie

Introduction

Un examen tomодensitométrique, étant donné son caractère **particulièrement irradiant**, ne doit être réalisé chez un enfant qu'en cas d'impérative nécessité [1]. **L'échographie ou l'IRM doivent être préférées** chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information recherchée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Quand l'examen scanner s'avère justifié, il faut alors **discuter son déroulement** : opportunité d'une acquisition sans injection, d'un temps angiographique, d'un temps tardif, et bien évaluer le volume indispensable à explorer. Le choix de la bonne technique et sa mise en œuvre optimisée ne peuvent être correctement réalisés qu'en **connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier**.

La nécessité de **réussir une acquisition dès le premier passage** est encore plus impérieuse au scanner qu'en radiologie classique. Les problèmes de contention et d'assistance au maintien demandent des solutions appropriées.

En scanographie, la préparation des enfants est fondamentale :

Informations aux parents et à l'enfant :

L'examen doit être clairement expliqué à l'enfant s'il est en âge de comprendre et à ses parents afin d'obtenir une coopération maximum et de diminuer l'anxiété, facteur d'agitation et donc d'échec technique.

Sédation :

Avant 3 à 6 mois, la réplétion gastrique réalisée juste avant l'examen suffit en règle pour obtenir l'endormissement.

Une prémédication peut être nécessaire pour les enfants entre l'âge de 6 mois et 5 ans. Différents médicaments sont utilisables. Il est nécessaire pour chaque équipe de mettre en place une procédure avec l'assistance d'anesthésistes et/ou de pédiatres, permettant de respecter les contre-indications et de définir des règles de surveillance au cours, et au décours de l'examen.

Avec un scanner multicoupes, chez un enfant calme, avec une simple contention, en optimisant les paramètres d'acquisition (pitch > 1.5, temps de rotation minimal), la rapidité de l'acquisition (quelques secondes) permet souvent d'éviter le recours à une sédation médicamenteuse.

La contention des jeunes enfants reste indispensable :

Quelle que soit la région explorée, les nourrissons, même prémédiqués, doivent être immobilisés (à l'aide de systèmes commercialisés tels les matelas-coquille ou de simples planches avec cales en mousse et bandages).

Au système de contention doivent être associées des mesures de prévention du refroidissement chez le nourrisson et le nouveau-né (à adapter en fonction de la température de la salle et du matériel de contention utilisé).

Le jeûne :

Le jeûne en prévision d'une injection intraveineuse de produit de contraste iodé est inutile.

Le jeûne reste cependant nécessaire en cas de prémédication sédatrice, mais il est inutile qu'il dépasse 3 heures, au risque d'entraîner une agitation intempestive.

En cas d'anesthésie générale, exceptionnellement nécessaire en scanner, les recommandations concernant le jeûne sont données par le médecin anesthésiste-réanimateur lors de la consultation préalable d'anesthésie (habituellement : repas léger au plus 6 heures avant ; prise de liquides clairs possible jusque 2 heures avant).

L'opacification digestive haute doit être de bonne qualité pour les explorations abdomino-pelviennes, mais quel que soit le produit de contraste utilisé, il est vivement recommandé de le diluer dans une boisson appréciée par l'enfant afin d'obtenir une meilleure compliance. Les opacifications basses, mal tolérées, ne sont qu'exceptionnellement utiles.

La pose de la voie d'abord veineuse est réalisée sous couverture d'une anesthésie :

Les moyens utilisables sont :

- les anesthésiques de surface en crème ou patch (dose adaptée à l'âge)
- le MEOPA (inhalation au masque d'un mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote), chez l'enfant de plus de 4 ans, et en l'absence de contre-indication.
- le sirop de saccharose per os, chez le nourrisson

Lorsque l'examen doit être réalisé avec une **injection en bolus** ou lorsqu'il comporte des coupes préalables sans injection, la voie d'abord veineuse doit être de préférence posée *avant* l'installation de l'enfant sur la table, afin de ne pas le réveiller ni entraîner d'agitation en cours d'examen. Les cathéters centraux ne doivent être utilisés que par des équipes entraînées à leur emploi en raison du risque de complication infectieuse.

Les **produits de contraste iodés** les mieux tolérés seront de préférence utilisés, notamment les produits de basse osmolarité.

La **présence des parents** dans la salle du scanner (sauf mère enceinte), avec port d'un tablier plombé, est souvent utile pour calmer l'enfant.

Optimisation de la dose :

La réduction des doses en scanographie repose sur les principes suivants, qui sont valables pour chaque procédure :

Tout d'abord, les paramètres techniques de l'examen doivent être adaptés à l'âge, à l'organe, à son volume, à son contraste spontané, à la taille de la lésion et à l'indication.

Au niveau de l'équipement :

- Au moment de l'acquisition d'un scanner, prendre en compte, parmi les critères de choix, le critère dosimétrique, ce qui devrait conduire à écarter progressivement du marché les appareils les plus irradiants.
- Effectuer des maintenances préventives et des contrôles de qualité réguliers pour s'assurer de la conformité et de la stabilité des performances de l'appareil.

Au niveau des procédures :

- Choisir la tension la moins élevée compatible avec la qualité nécessaire de l'image [2]. En effet, pour une même charge, la dose au patient augmente avec la tension à la puissance 2,5. En pratique, les tensions utilisées en pédiatrie sont comprises entre 80 et 120 kV.
- Diminuer la charge délivrée (en diminuant l'intensité mA et/ou en baissant le temps de rotation et/ou en augmentant le pitch) dans les limites compatibles avec les critères de qualité de l'image (rapport S/B notamment). La dose délivrée au patient est en effet directement proportionnelle à la charge. Contrairement à la radiologie classique, une surexposition (excès de mAs) peut passer totalement inaperçue au scanner. Les mAs peuvent être réduits avec le morphotype, sans altération significative de la qualité intrinsèque de l'image

[3-5]. Les enquêtes de pratique ont montré que les paramètres ne sont pas suffisamment adaptés au morphotype des patients [6, 7].

- Limiter le volume exploré (champ de vue, nombre de coupes) à ce qui est nécessaire pour répondre aux questions cliniques justifiant l'examen.
- Etre vigilant en cas d'utilisation de coupes fines (< 5mm). En effet, plus la collimation est étroite et plus la dose absorbée est élevée.
- Augmenter l'intervalle entre les coupes (ou la valeur du pitch en mode hélicoïdal) permet de diminuer la dose moyenne délivrée au volume exploré. L'utilisation d'un pitch élevé permet en outre une réduction du temps d'acquisition et en conséquence une réduction des artéfacts de mouvements.
- Ne pas incliner le statif : cela majore l'irradiation et le mode hélicoïdal permet de l'éviter (possibilité de post-reconstructions multiplanaires - MPR).
- En TDM multicoupes, il faut individualiser la collimation à l'acquisition (fonction de la taille et du nombre de détecteurs) et l'épaisseur de coupe de reconstruction. Les paramètres d'acquisition doivent être choisis en fonction de l'épaisseur de *reconstruction* souhaitée pour obtenir la qualité requise. La collimation est adaptée au système de détection de l'appareil, égale à $n \times E$ (n =nombre de détecteurs élémentaires activés ; E =épaisseur du détecteur élémentaire). Le nombre de détecteurs sélectionnés dans l'axe des Z conditionne l'épaisseur de coupe minimale qui pourra être utilisée pour les reconstructions. En pratique, l'épaisseur de coupe nominale doit être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée. Par exemple avec un scanner 16 coupes : collimation de 10 mm (soit $16 \times 0,625$ mm) pour une reconstruction souhaitée en 1,5 mm ou collimation de 20 mm (16×1.5 mm) pour une reconstruction souhaitée de 3 mm.

Utilisation des options techniques :

- L'affichage du CTDI volumique (CTDIvol) et du Produit Dose-Longueur (PDL) est obligatoire (norme IEC) et permet un contrôle de l'optimisation des protocoles et une comparaison des pratiques. Il faut néanmoins savoir que ces valeurs, étalonnées sur des fantômes adultes, sous-estiment la dose délivrée aux patients de petits morphotypes, notamment pour l'étude du tronc, la majorité des constructeurs affichant un CTDIvol calculé pour un fantôme de 32 cm.
- L'utilisation des protocoles pédiatriques fournis par les constructeurs, classés par tranches d'âge ou de poids, permet de mieux adapter les paramètres d'acquisition au morphotype des enfants [8, 9], mais ils doivent néanmoins être corrigés en fonction des indications.
- Les systèmes de modulation automatique de la dose (ou AEC pour « automatic exposure control ») permettent de réduire les doses délivrées [10-14]. Les techniques employées, seules ou en association sont : la modulation en fonction du gabarit du patient, la modulation en fonction de l'atténuation selon la position en z et la modulation en temps réel en fonction de l'atténuation mesurée selon le plan de coupe xy. Ces techniques doivent néanmoins être utilisées en complément d'une optimisation préalable des protocoles [15]. L'emploi d'indices de qualité (index de bruit dans l'image, mAs « de référence » ou images « de référence » selon les constructeurs) peut être utilisé sur certains scanners de dernière génération pour adapter les paramètres d'acquisition tout en conservant une qualité homogène d'examen [16].
- L'utilisation de **caches** pour protéger les organes critiques est possible [17-20]. Des caches à base de bismuth ou de plomb sont commercialisés : caches mammaires pour l'exploration thoracique de la jeune fille, caches thyroïdiens. Ils réduisent la dose absorbée de 50% environ mais peuvent produire des artéfacts de surface. Leur utilisation est optimisée par l'interposition de mousses. Leur emploi *combiné* aux systèmes d'AEC n'est

pas recommandé dans l'état actuel des connaissances (risques de surdosage local si les caches sont en place lors de l'acquisition du topogramme).

On trouve dans la **littérature un certain nombre d'exemples d'optimisation des doses** en scanographie pédiatrique :

Exploration du crâne [21-23] :

Chan et col. ont montré, dans une étude randomisée, qu'une réduction de dose de 40% par diminution de la charge de 200-250 à 125-150 mAs n'affecte pas de façon significative la qualité diagnostique des images. Par contre, les auteurs constatent une relative détérioration de l'image et proposent que cette réduction de dose porte surtout sur les examens de contrôle et non sur les examens diagnostiques. Cohnen et col. ont également montré (sur une étude sur pièce anatomique) la possibilité de réduire la dose de 40%. Wong et col. ont montré que le choix des mAs peut être linéairement adapté au diamètre antéro-postérieur du crâne chez l'enfant.

Exploration des sinus et du massif facial [24-28]:

Gross et col. ont initialement montré que, pour la surveillance des affections sinusiennes inflammatoires chez l'enfant, la réalisation de seulement 3 à 4 coupes TDM axiales ou frontales permettait de réduire notablement la dose, sans perte d'information. De nombreux protocoles « basses doses » ont secondairement été proposés chez l'adulte, avec une tension de 120 kV et une charge en mode séquentiel entre 16 et 50 mAs. En mode hélicoïdal, Kearney et col. ont proposé un protocole à 120 kV, 40 mAs, 5 mm, pitch 1. Si des coupes frontales sont nécessaires, il semble logique et moins irradiant de réaliser une seule acquisition axiale en mode hélicoïdal puis une reconstruction multiplanaire en post-traitement.

En scanner multicoupes, avec un protocole optimisé, Mulkens et col. ont montré chez l'enfant que la dose délivrée en TDM n'était pas supérieure à celle d'une exploration par radiographies conventionnelles (deux incidences).

Une réduction de dose n'est toutefois concevable que pour évaluer les contours des structures osseuses et aérées dont le contraste spontané est très élevé. En cas d'évaluation diagnostique d'une lésion étendue du massif facial (lésion tumorale notamment), si elle ne peut être analysée en IRM, le protocole doit comporter une charge plus élevée pour évaluer également le contraste des tissus mous.

Exploration du rocher [29, 30]:

Le remplacement de la classique double acquisition directe (axiale et coronale) par une acquisition axiale unique avec reconstruction frontale est aujourd'hui possible et recommandée. Les auteurs recommandent néanmoins une acquisition axiale initiale en épaisseur nominale de 0,5 mm, pitch 0,8, 120 kV et 500 mAs. En terme de dose, une évaluation réalisée chez l'adulte a montré qu'une réduction des mAs de 510 à 80 (avec durcissement du filtre) était possible, sans que la reconnaissance des structures anatomiques soit altérée.

Exploration du thorax [31-36] :

Une réduction importante de la charge est parfaitement possible. *L'optimisation à l'étage thoracique est essentielle* en raison de la présence de nombreux organes sensibles (moelle osseuse, poumons, thyroïde et seins).

Donnelly et col ont publié en 2001 des valeurs indicatives de mAs en fonction du poids pour toutes les explorations du tronc chez l'enfant.

Exploration abdomino-pelvienne [37-41]:

Scheck et col. ont montré, dans une étude menée sur 6 centres équipés d'appareils hélicoïdaux de même génération, que les différences de protocoles observées peuvent faire varier la dose délivrée d'un facteur 1 à 8, par simple différence des mAs (de 37 à 200) et du pitch (entre 1,5:1 et 1:1). Wormanns et col. ont montré, dans une étude de qualité diagnostique réalisée chez des enfants entre 3 mois et 7 ans, que la plupart des structures anatomiques intra-abdominales restent parfaitement analysables en travaillant autour de 50 mAs avec un pitch entre 1 et 2. Pour l'étude du pelvis, Kamel et col. ont montré que chez les enfants de moins de 50 Kg, une diminution des mAs de 240 à 80 était possible sans altération de la qualité diagnostique. Ratcliffe et col. ont également montré qu'à 120 kV, une réduction des mAs eff de 107 à 53 ne diminuait pas la qualité diagnostique des examens.

Donnelly et col ont publié en 2001 des valeurs indicatives de mAs en fonction du poids pour toutes les explorations du tronc chez l'enfant.

TABLEAU RECAPITULATIF DES CTDI_{vol} ET PDL RECOMMANDÉS PAR LA SFIP :**Information préalable :**

Les valeurs ci-dessous ne sont pas des Niveaux de Référence Diagnostiques réglementaires (ceux-ci sont en cours d'évaluation) mais des valeurs recommandées par la Société Francophone d'Imagerie Pédiatrique, sur la base d'enquêtes de pratique parmi les radiopédiatres experts de la SFIP, la dernière ayant été réalisée en novembre 2005. Elles sont susceptibles de révisions ultérieures.

Elles correspondent à des patients « type » et des indications de routine.

Ces valeurs sont déjà nettement inférieures aux doses de références publiées en 2000 [42].

	1 an Taille 75 cm Poids 10 kg			5 ans Taille 110 cm Poids 19 kg			10 ans Taille 140 cm Poids 32 kg		
	CTDI_{vol} (mGy)	Longueur explorée (cm)	PDL/passage (mGy.cm)	CTDI_{vol} (mGy)	Longueur explorée (cm)	PDL/passage (mGy.cm)	CTDI_{vol} (mGy)	Longueur explorée (cm)	PDL/passage (mGy.cm)
Crâne	30 (+/-5)	14	420 (+/-70)	40 (+/-5)	15	600 (+/-75)	40 (+/-5)	18	720 (+/-90)
Massif facial	25 (+/-5)	8	200 (+/-40)	25 (+/-5)	11	275 (+/-55)	25 (+/-5)	12	300 (+/-60)
Sinus	5 (+/-2)	5	25 (+/-10)	6 (+/-2)	6	36 (+/-12)	8 (+/-3)	10	80 (+/-30)
Rochers	40 (+/-5)	3,5	140 (+/-18)	50 (+/-5)	4	200 (+/-20)	50 (+/-5)	4	200 (+/-20)
Thorax standard	3 (+/-1,5)	10	30 (+/-15)	4 (+/-1,5)	18	72 (+/-27)	5 (+/-2)	25	125 (+/-50)
Poumons HR	2 (+/-1)	variable	variable	2,5 (+/-1)	variable	Variable	3 (+/-1)	variable	variable
Abdomen et pelvis	4 (+/-1,5)	20	80 (+/-30)	5 (+/-2)	27	135 (+/-54)	7 (+/-3)	35	245 (+/-105)
Os	5 (+/- 2)	variable	variable	8 (+/- 3)	variable	variable	15 (+/-5)	variable	variable

Notes:

Les valeurs biométriques de référence (taille et poids) sont celles de l'ICRP 23 (Reference Man, 1975).

Les valeurs de CTDI_{vol} sont exprimées en mesure équivalente pour un fantôme PMMA de 16 cm (« head ») pour le crâne et le massif facial et en mesure équivalente pour un fantôme PMMA de 32 cm (« body ») pour les protocoles thorax, abdomen et os, quelque soit l'âge. En cas d'affichage par le constructeur d'un index différent, on peut corriger en estimant que le CTDI_{vol}/16 équivaut approximativement au double du CTDI_{vol}/32.

Les valeurs de PDL pour *une seule* acquisition ont été calculées à partir du CTDI_{vol} multiplié par des longueurs d'exploration, elles-mêmes estimées d'après un panel représentatif d'enfants explorés en TDM. Les valeurs ne sont pas fournies pour les études osseuses et du poumon en HR, les zones explorées étant variables pour chaque patient (il faut alors se référer au seul CTDI_{vol}).

3.1. Scanographie standard de la tête

Indication

L'échographie transfontanellaire ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.1.1. Requis diagnostiques

3.1.1.1. Visualisation

Topogramme : en profil, de C5 au vertex

Acquisition : totalité de la boîte crânienne et de son contenu

3.1.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des hémisphères cérébraux, du cervelet et du tronc cérébral

Reproduction très fine:

de la différenciation substance blanche et substance grise, des espaces liquidiens : citernes, ventricules, sillons corticaux et des gros vaisseaux intracrâniens (si injection)

3.1.2. Paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités

3.1.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, Plan Orbito-méatal ou Neuro-oculaire, installation symétrique

3.1.2.2. Volume d'examen

Du trou occipital au vertex

3.1.2.3. Epaisseur de coupe

Etage sous-tentorial: 2 à 5 mm

Etage sus-tentorial: 5 à 7 mm

3.1.2.4. Intervalle / Pitch

Mode conventionnel recommandé

Distance inter coupe 0 à 1 mm

3.1.2.5. Champ de vue

Adapté à la taille de la tête, 250 mm en général

3.1.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul de préférence (si l'installation manuelle a pu être réalisée)

Plus ou moins 20° si le réglage de l'angle doit être effectué sur le mode radio

3.1.2.7. Tension

80 à 120 kV selon l'âge

3.1.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge, l'étage (sus ou sous-tentorial), l'épaisseur de coupe et la pathologie recherchée

3.1.2.9. Algorithme de reconstruction

Résolution Standard

Filtre de type "Parties molles"

3.1.2.10. Fenêtres de lecture

Etage sous-tentorial : environ 50-150 UH

Etage sus-tentorial : environ 50-100 UH

Os : environ 400-2000 UH

3.1.3. Optimisation des doses délivrées

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.1.4. Conditions particulières

3.1.4.1. Injection de produit de contraste

Non systématique, en fonction de l'indication, pour identifier les structures vasculaires et rechercher une rupture de la barrière hémato-encéphalique

Injection intraveineuse lente manuelle de 1 à 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 240 et 350 mg/l

3.1.4.2 Selon l'indication

Un examen sans injection suffit en règle générale pour l'exploration des traumatismes crâniens

Deux passages, l'un sans (recherche d'un saignement, de calcifications) et l'autre avec injection (étude du rehaussement lésionnel) sont parfois nécessaires à titre diagnostique

3.1.4.3. Technique hélicoïdale

Elle n'est pas nécessaire pour la plupart des indications

Elle est souhaitable lorsqu'on envisage de disposer de plusieurs plans de reconstruction afin de ne pratiquer qu'une seule acquisition.

3.2. Scanographie du massif facial

Indication

L'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.2.1. Requis diagnostiques

3.2.1.1. Visualisation

Topogramme : en profil, du menton au vertex

Acquisition : la totalité du massif facial (adapter selon indication)

3.2.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des voies aériennes

Reproduction très fine:

du contours des muqueuses, des plans musculaires, des glandes salivaires, des espaces graisseux, du contenu orbitaire (globe, nerf optique, muscles oculomoteurs, graisse intra et extra-cônique), des contours osseux, des fosses nasales, des choanes, des cavités sinusiennes et des vaisseaux cervico-faciaux (si injection)

3.2.2. Paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités.

3.2.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, Plan Neuro-oculaire, installation symétrique

3.2.2.2. Volume d'examen

Fonction de l'indication

3.2.2.3. Epaisseur de coupe

1 à 5 mm selon l'indication

3.2.2.4. Intervalle / Pitch

Mode hélicoïdal recommandé

Pitch < 1 ou > 1 selon l'indication

3.2.2.5. Champ de vue

Adapté à la taille de la tête, 250 mm en général

3.2.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul de préférence (si l'installation manuelle a pu être réalisée)

Plus ou moins 20° si le réglage de l'angle doit être effectué sur le mode radio

3.2.2.7. Tension

80 à 120 kV selon âge et indication

3.2.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge et la pathologie recherchée

3.2.2.9. Algorithme de reconstruction

Résolution standard

Filtre moyen

Reconstruction incrémentée

Reconstructions 2D multiplanaires si besoin

3.2.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 70-350 UH

Fenêtres osseuses : environ 400-2000 UH

3.2.3. Optimisation des doses délivrées

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.2.4. Conditions particulières

3.2.4.1. Injection de produit de contraste

Non systématique, en fonction de l'indication, pour identifier les structures vasculaires et attester d'une prise de contraste lésionnelle

Injection en bolus de 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 300 et 350 mg/l

3.2.4.2. Selon l'indication

Pathologie traumatique: un examen sans injection suffit en règle

Pathologie malformative: un examen sans injection suffit en règle

Pathologie inflammatoire des sinus: un nombre limité de coupes dans un seul plan sans injection peut suffire et réduire notablement la charge (se référer aux valeurs de CTDIvol recommandées).

Pathologie orbitaire: deux passages, l'un sans, et l'autre avec injection sont parfois nécessaires à titre diagnostique (recherche de calcifications, confirmation d'un rehaussement lésionnel)

Pathologie de la base du crâne: l'examen devra parfois être complété d'une exploration du crâne en cas de lésion franchissant la base.

Exploration des rochers: examen sans injection en règle, une seule acquisition hélicoïdale en coupes de 0.5 à 1 mm d'épaisseur, pitch de 0,5:1 à 1:1, 120 kV, reconstruction incrémentée tous les 0,5 mm pour reconstructions coronales.

3.2.4.3. Technique conventionnelle

En l'absence d'appareil hélicoïdal disponible, une acquisition coronale directe supplémentaire est en règle nécessaire, mais ceci doit être évité car cela majore d'autant l'irradiation.

3.3. Scanographie du thorax : médiastin et poumon standard

Indication

La radiographie de thorax, l'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe.

3.3.1. Requis diagnostiques

1.1. Visualisation :

Topogramme : en face, de la région cervicale inférieure à l'abdomen (sous les cils de sac costo-diaphragmatiques)

Acquisition : La totalité de la paroi thoracique et des creux axillaires

1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Du coeur, des vaisseaux médiastinaux et de la totalité des deux poumons

Reproduction très fine:

des contours de l'aorte thoracique, de la veine cave supérieure, des vaisseaux pulmonaires tronculaires, interlobaires et lobaires, des structures médiastinales antérieures (thymus), de la trachée, des bronches souches, lobaires et segmentaires, de l'oesophage, du parenchyme pulmonaire et du diaphragme

3.3.2. Paramètres techniques

3.3.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, symétrique

3.3.2.2. Volume d'examen

de la première côte aux cils de sac costo-diaphragmatiques

3.3.2.3. Epaisseur de coupe

3 à 10 mm selon l'indication et l'âge

3.3.2.4. Intervalle / Pitch

Mode hélicoïdal recommandé

Pitch 1:1 à 2:1

3.3.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de l'enfant

3.3.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.3.2.7. Tension

80 à 100 kV

3.3.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge et le morphotype.

3.3.2.9. Algorithme de reconstruction

Résolution standard

Filtre parties molles pour le médiastin

Filtre dur avec rehaussement de contours conseillé pour le parenchyme

3.3.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 50-350 UH

Fenêtres parenchymateuses : environ -600 - 1600 UH

3.3.3. Optimisation des doses délivrées

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

L'utilisation des caches thyroïde et seins prend ici tout son intérêt.

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.3.4. Conditions particulières

3.3.4.1. Injection de produit de contraste

En règle systématique pour identifier les structures vasculaires médiastinales et hilaires

Injection en bolus de 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 240 et 300 mg/l, par voie brachiale gauche de préférence

3.3.4.2 Selon l'âge

L'apnée sera demandée aux enfants en âge de coopérer. Chez les enfants non coopérant ou sédatisés, les coupes seront réalisées sans apnée, si possible en respiration calme et superficielle; la réduction du temps d'acquisition diminuant les artéfacts respiratoires, il est nécessaire de travailler avec un temps de rotation minimum et un pitch aussi élevé que possible.

3.3.4.3. Selon l'indication

Une première série de coupes sans injection, centrée sur l'anomalie visualisée en standard, pourra être réalisée dans un but diagnostique (recherche de calcifications, étude du rehaussement)

Les explorations à la recherche de nodules pulmonaires métastatiques ne nécessitent pas d'injection, et bénéficient des reconstructions incrémentées

3.3.4.4. Technique conventionnelle

Un appareil conventionnel ne permettant pas d'enchaîner rapidement les coupes n'est aujourd'hui plus recommandé pour l'exploration du médiastin avec injection, il est par contre utilisable pour les explorations non injectées.

3.4. Scanographie du thorax : poumon haute définition

Indication

Le scanner est la méthode de choix pour l'exploration du parenchyme pulmonaire. Son utilisation doit cependant être parcimonieuse compte tenu de l'irradiation de zones sensibles qu'elle entraîne (seins, thymus, moelle osseuse). Les examens chez l'enfant ne tenant pas l'apnée (moins de cinq ans), et les examens itératifs pour pathologie bronchique chronique doivent être particulièrement discutés, en comparaison d'un bon cliché standard ou de méthodes non irradiantes (EFR, endoscopie). Dans ce contexte, l'intérêt principal du scanner réside dans la discussion d'une option chirurgicale.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.4.1. Requis diagnostiques

3.4.1.1. Visualisation

Topogramme : en face, de la région cervicale inférieure à l'abdomen (sous les cils de sac costo-diaphragmatiques)

Acquisition : La totalité du volume thoracique

3.4.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

De la totalité des deux poumons

Reproduction très fine:

de la trachée et des bronches souches, des bronches de gros et moyen calibre, du parenchyme pulmonaire, des scissures, des structures du lobule pulmonaire secondaire (artère centro-lobulaire et veines interlobulaires), des vaisseaux pulmonaires.

3.4.2. Paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités

3.4.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, symétrique

3.4.2.2. Volume d'examen

de la première côte aux cils de sac costo-diaphragmatiques

3.4.2.3. Epaisseur de coupe

0.5 à 1 mm

Une acquisition en mode séquentiel de quelques coupes espacées de 10 à 15 mm est suffisante dans la majorité des indications.

3.4.2.4. Intervalle / Pitch

Mode conventionnel recommandé

Distance inter-coupe: 5 à 20 mm selon la pathologie explorée

3.4.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de l'enfant

3.4.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.4.2.7. Tension

80 à 100 kV

3.4.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge et le morphotype

3.4.2.9. Algorithme de reconstruction

Résolution haute

Filtre dur avec rehaussement de contours conseillé

3.4.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtres parenchymateuses : environ -600 - 1600 UH

3.4.3. Optimisation des doses délivrées

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.4.4. Conditions particulières

3.4.4.1. Injection de produit de contraste

Elle est inutile

3.4.4.2. Selon l'âge

L'apnée sera demandée aux enfants en âge de coopérer

Chez les jeunes enfants non coopérant ou sédatisés, les coupes seront réalisées sans apnée, en respiration calme et superficielle.

3.4.4.3. Selon l'indication

Devant une pathologie focale, la zone d'exploration pourra être réduite

En cas de suspicion d'emphysème obstructif mal identifiable en standard, des coupes complémentaires en expiration pourront être réalisées

3.4.4.4. Technique hélicoïdale

En pathologie trachéo-bronchique, elle peut être utilisée pour réaliser une endoscopie virtuelle, en réduisant la tension entre 80 et 100 kV et la charge puis en utilisant des coupes fines incrémentée.

3.5. Scanographie abdomino-pelvienne

Indication

L'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.5.1. Requis diagnostiques

3.5.1.1. Visualisation

Topogramme : en face, de la région médio-thoracique à la racine des cuisses

Acquisition : la totalité de la cavité abdominale

3.5.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des structures osseuses (rachis, bassin) et de la paroi abdominale.

Reproduction très fine:

Des viscères (foie, rate, pancréas, reins, surrénales, grêle, colon, rectum, organes génitaux internes) et des vaisseaux intra-abdominaux en cas d'injection (aorte, tronc coeliaque, artères hépatique, splénique, mésentériques, rénales, iliaques, veines iliaques, veine cave inférieure, rénales, mésentérique supérieure, splénique, tronc porte, veines sus-hépatiques).

3.5.2. Paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités. A l'inverse, un pitch élevé, qui assure une dose réduite et un temps d'acquisition court donc moins d'irradiation et moins d'artefacts de mouvement doit être privilégié. Les examens avec pitch inférieur à 1:1 doivent être l'exception. De nombreuses situations sont compatibles avec un pitch de 1.5 à 2:1.

3.5.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, symétrique

3.5.2.2. Volume d'examen

Du sommet des coupes diaphragmatiques à la symphyse pubienne

3.5.2.3. Epaisseur de coupe:

3 à 10 mm selon l'indication et l'âge

3.5.2.4. Intervalle / Pitch

Mode hélicoïdal recommandé, Pitch 1:1 à 2:1

3.5.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de l'enfant

3.5.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.5.2.7. Tension

80 à 120 kV

3.5.2.8. Intensité / Charge:

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge, le morphotype et la pathologie recherchée

3.5.2.9. Algorithme de reconstruction

Résolution standard

Filtre parties molles

3.5.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 50-300 UH

3.5.3. Optimisation des doses délivrées

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.5.4. Conditions particulières

3.5.4.1. Opacification digestive haute

En règle indispensable, sauf en urgence chez le traumatisé de l'abdomen. Elle fait appel à la baryte diluée ou aux dérivés iodés dilués.

3.5.4.2. Injection de produit de contraste

En règle systématique pour mieux identifier les structures vasculaires et le rehaussement des viscères et des masses pathologiques.

Injection intraveineuse en bolus de 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 300 et 350 mg/l

3.5.4.3 Selon l'âge

L'apnée sera demandée aux enfants en âge de coopérer

Chez les jeunes enfants non coopérant ou sédatisés, les coupes seront réalisées sans apnée, en respiration calme et superficielle ; la réduction du temps d'acquisition diminuant les artéfacts respiratoires, il est nécessaire de travailler avec un temps de rotation minimum et un pitch aussi élevé que possible.

3.5.4.4. Selon l'indication

Une première série de coupes sans injection, plus ou moins étendue pourra être réalisée dans un but diagnostique (recherche de calcifications, d'hémorragie, étude du rehaussement lésionnel)

3.5.4.5. Technique conventionnelle

Un appareil conventionnel ne permettant pas d'enchaîner rapidement les coupes n'est aujourd'hui plus recommandé en cas d'exploration avec injection de contraste.

3.6. Scanographie ostéo-articulaire

Indication

Les radiographies standard, l'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.6.1. Requis diagnostiques

3.6.1.1. Visualisation

Topogramme : en face ou en profil selon la région étudiée

Acquisition : L'os et les parties molles adjacentes de la région explorée

3.6.1.2. Reproduction critique

du contraste os parties molles

Reproduction simple:

Des parties molles, muscle, graisse, aponévrose, os spongieux, os compact.

Reproduction très fine:

De l'os cortical et des trabécules osseuses intra-médullaires

3.6.2. Paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités. A l'inverse, un pitch élevé, qui assure une dose réduite et un temps d'acquisition court donc moins d'irradiation et moins d'artefacts de mouvement doit être privilégié. Pour chaque cas, le pitch doit être adapté à la taille de la lésion explorée ou recherchée.

3.6.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, ou adaptée à la région explorée

3.6.2.2. Volume d'examen

Fonction de la lésion explorée

3.6.2.3. Epaisseur de coupe

0,5 à 5 mm

3.6.2.4. Intervalle / Pitch

Mode hélicoïdal recommandé

Pitch 0,7:1 à 1:1

3.6.2.5. Champ de vue

Adapté à la région explorée

3.6.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.6.2.7. Tension

100 à 120 kV

3.6.2.8. Intensité / Charge:

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge et la pathologie recherchée

3.6.2.9. Algorithme de reconstruction

Résolution haute

Filtre dur

Reconstruction incrémentée

3.6.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre osseuses : environ 400-1600 UH

3.6.3. Optimisation des doses délivrées

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.6.4. Conditions particulières

3.6.4.1. Injection de produit de contraste

Inutile. Si une injection est nécessaire, celle-ci sera faite de préférence sur un examen IRM.

3.6.4.2. Selon l'indication

Il est recommandé, dans une exploration à but diagnostique, de limiter le volume d'examen à l'anomalie constatée sur les radiographies standard.

Lorsqu'un bilan d'extension local est nécessaire pour une lésion touchant un os long, seule l'IRM est recommandée.

3.6.4.3. Technique conventionnelle

Possible en l'absence d'appareil hélicoïdal.

Coupes jointives, voire incrémentées pour les petits volumes d'exploration

Coupes espacées de 3 à 5 mm pour les grands volumes d'exploration.

3.7. Scanographie du contenu utérin

Indication

L'indication d'un examen scanographique du contenu utérin ne doit être portée qu'après analyse du dossier au sein d'une équipe pluridisciplinaire de diagnostic anténatal.

L'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Si un scanner est indiqué, il faut privilégier la réalisation sur un appareil multicoupes de dernière génération afin d'optimiser la dose et la qualité d'image. (cf protocole multicoupes)

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation de la mère

La préparation psychologique de la mère est essentielle et les conditions de réalisation de l'examen doivent lui être parfaitement expliquées de façon à ce que l'acquisition ne soit réalisée qu'une seule fois. Aucune autre préparation médicale n'est nécessaire, notamment pas de médicament sédatif.

3.7.1. Requis diagnostiques

3.7.1.1. Visualisation

Topogramme : en face, de la région médio-thoracique à la racine des cuisses

Acquisition : la totalité de la cavité abdominale maternelle

3.7.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des parties molles du fœtus : muscle, graisse.

Reproduction très fine:

De l'os cortical fœtal

3.7.2. Paramètres techniques

3.7.2.1. Position de la patiente

Décubitus dorsal, symétrique

3.7.2.2. Volume d'examen

Centré sur le fœtus

3.7.2.3. Epaisseur de coupe:

0.75 à 1.5 mm

3.7.2.4. Intervalle / Pitch

Mode hélicoïdal indispensable, Pitch 1:0.75 à 1:1

3.7.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de la mère et de l'enfant

3.7.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.7.2.7. Tension

90 à 100 kV

3.7.2.8. Intensité / Charge:

A ajuster sur chaque appareil : autour de 100 mAs effectives (adapter selon CTDIvol affiché)

3.7.2.9. Algorithme de reconstruction

Résolution standard, Filtre parties molles

Filtre dur pour le squelette

Reconstructions multiplanaires et MIP

3.7.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 50-300 UH

Fenêtre osseuse : 400-1600 UH

3.7.3. Optimisation des doses délivrées

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : CTDivol (fant 32 cm) : 5 mGy

3.7.4. Conditions particulières

3.7.4.1. Injection de produit de contraste

Contre-indiquée

3.7.4.2. Technique monocoupe

Un appareil monocoupe ne permettant pas d'acquisition rapide n'est aujourd'hui plus recommandé. Voir protocole multicoupes.

3.8. Scanographie multicoupes de la tête

Indication

L'échographie transfontanellaire ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.8.1. Requis diagnostiques

3.8.1.1. Visualisation

Topogramme : en profil, de C5 au vertex

Acquisition : totalité de la boîte crânienne et de son contenu

Paramètres : 80 kV, 10 mAs

3.8.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des hémisphères cérébraux, du cervelet et du tronc cérébral

Reproduction très fine:

de la différenciation substance blanche et substance grise, des espaces liquidiens : citernes, ventricules, sillons corticaux et des gros vaisseaux intracrâniens (si injection)

3.8.2. Procédure et paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités

3.8.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, Plan Orbito-méatal ou Neuro-oculaire, installation symétrique

3.8.2.2. Volume d'examen

Du trou occipital au vertex

3.8.2.3. Collimation primaire

Adaptée au système de détection de l'appareil, l'épaisseur de coupe nominale devant être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée.

3.8.2.4. Intervalle / Pitch

Mode hélicoïdal recommandé (pitch 1 :1)

3.8.2.5. Champ de vue

Adapté à la taille de la tête, 250 mm en général

3.8.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.8.2.7. Tension

80 à 120 kV selon l'âge

3.8.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge, l'étage (sus ou sous-tentorial), l'épaisseur de coupe et la pathologie recherchée

3.8.2.9. Reconstruction

Epaisseur de coupe de reconstruction :

- Etage sous-tentorial: 2 à 5 mm
- Etage sus-tentorial: 5 à 7 mm

Résolution Standard

Filtre de type "Parties molles"

3.8.2.10. Fenêtres de lecture

Etage sous-tentorial : environ 50-150 UH

Etage sus-tentorial : environ 50-100 UH

Os : environ 400-2000 UH

3.8.3. Optimisation des doses délivrées

3.8.3.1. Grandeurs dosimétriques caractérisant l'examen :

3.8.3.2 Niveaux de référence diagnostique

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

3.8.3.3 Influence de la technique sur la dose délivrée :

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.8.4. Conditions particulières

3.8.4.1. Injection de produit de contraste

Non systématique, en fonction de l'indication, pour identifier les structures vasculaires et rechercher une rupture de la barrière hémato-encéphalique

Injection intraveineuse lente manuelle de 1 à 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 240 et 350 mg/l

3.8.4.2 Selon l'indication

Un examen sans injection suffit en règle générale pour l'exploration des traumatismes crâniens

Deux passages, l'un sans (recherche d'un saignement, de calcifications) et l'autre avec injection (étude du rehaussement lésionnel) sont parfois nécessaires à titre diagnostique

3.9. Scanographie multicoupes du massif facial

Indication

L'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.9.1. Requis diagnostiques

3.9.1.1. Visualisation

Topogramme : en profil, du menton au vertex

Acquisition : la totalité du massif facial (adapter selon indication)

Paramètres : 80 kV, 10 mAs

3.9.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des voies aériennes

Reproduction très fine:

du contours des muqueuses, des plans musculaires, des glandes salivaires, des espaces graisseux, du contenu orbitaire (globe, nerf optique, muscles oculomoteurs, graisse intra et extra-cônique), des contours osseux, des fosses nasales, des choanes, des cavités sinusiennes et des vaisseaux cervico-faciaux (si injection)

3.9.2. Procédure et paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités

3.9.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, Plan Neuro-oculaire, installation symétrique

3.9.2.2. Volume d'examen

Fonction de l'indication

3.9.2.3. Collimation primaire

Adaptée au système de détection de l'appareil, l'épaisseur de coupe nominale devant être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée.

3.9.2.4. Pitch

Pitch < 1 ou > 1 selon l'indication

3.9.2.5. Champ de vue

Adapté à la taille de la tête, 250 mm en général

3.9.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.9.2.7. Tension

80 à 120 kV selon l'âge et l'indication

3.9.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge, l'épaisseur de coupe et la pathologie recherchée

3.9.2.9. Reconstruction

Epaisseur de coupe de reconstruction : 1 à 5 mm selon indication, incrémentée

Résolution standard

Filtre moyen

Reconstructions 2D multiplanaires si besoin

3.9.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 70-350 UH

Fenêtres osseuses : environ 400-2000 UH

3.9.3. Optimisation des doses délivrées

3.9.3.1. Grandeurs dosimétriques caractérisant l'examen :

3.9.3.2 Niveaux de référence diagnostique

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

3.9.3.3 Influence de la technique sur la dose délivrée :

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.9.4. Conditions particulières

3.9.4.1. Injection de produit de contraste

Non systématique, en fonction de l'indication, pour identifier les structures vasculaires et attester d'une prise de contraste lésionnelle

Injection en bolus de 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 300 et 350 mg/l

3.9.4.2 Selon l'indication

Pathologie traumatique: un examen sans injection suffit en règle

Pathologie malformative: un examen sans injection suffit en règle

Pathologie inflammatoire des sinus: examen sans injection. Réduire la charge (voir CTDI vol recommandés)

Pathologie orbitaire: deux passages, l'un sans, et l'autre avec injection sont parfois nécessaires à titre diagnostique (recherche de calcifications, confirmation d'un rehaussement lésionnel)

Pathologie de la base du crâne: l'examen devra parfois être complété d'une exploration du crâne en cas de lésion franchissant la base.

Exploration des rochers: examen sans injection en règle, une seule acquisition hélicoïdale en coupes de 0.5 à 1 mm d'épaisseur, pitch de 0,5:1 à 1:1, 120 kV, reconstruction incrémentée tous les 0,5 mm pour reconstructions coronales.

3.10. Scanographie multicoupes du thorax : médiastin et poumon standard

Indication

La radiographie de thorax, l'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.10.1. Requis diagnostiques

3.10.1.1. Visualisation

Topogramme : en face, de la région cervicale inférieure à l'abdomen (sous les culs de sac costo-diaphragmatiques)

Acquisition : La totalité de la paroi thoracique et des creux axillaires

Paramètres : 80 kV, 10 mAs

3.10.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Du coeur, des vaisseaux médiastinaux et de la totalité des deux poumons

Reproduction très fine:

des contours de l'aorte thoracique, de la veine cave supérieure, des vaisseaux pulmonaires tronculaires, interlobaires et lobaires, des structures médiastinales antérieures (thymus), de la trachée, des bronches souches, lobaires et segmentaires, de l'oesophage, du parenchyme pulmonaire et du diaphragme

3.10.2. Procédure et paramètres techniques

3.10.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, symétrique

3.10.2.2. Volume d'examen

de la première côte aux culs de sac costo-diaphragmatiques

3.10.2.3. Collimation primaire

Adaptée au système de détection de l'appareil, l'épaisseur de coupe nominale devant être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée.

3.10.2.4. Pitch

Pitch 1:1 à 2:1

3.10.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de l'enfant

3.10.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.10.2.7. Tension

80 à 100 kV selon l'âge et l'indication

3.10.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge et le morphotype.

3.10.2.9. Reconstruction

Epaisseur de coupe de reconstruction : 3 à 7 mm selon indication, incrémentée

Résolution standard

Filtre parties molles pour le médiastin

Filtre dur avec rehaussement de contours conseillé pour le parenchyme

3.10.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 70-350 UH

Fenêtres osseuses : environ 400-2000 UH

3.10.3. Optimisation des doses délivrées

3.10.3.1. Grandeurs dosimétriques caractérisant l'examen :

3.10.3.2 Niveaux de référence diagnostique

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

3.10.3.3 Influence de la technique sur la dose délivrée :

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.10.4. Conditions particulières

3.10.4.1. Injection de produit de contraste

En règle systématique pour identifier les structures vasculaires médiastinales et hilaires

Injection en bolus de 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 240 et 300 mg/l, par voie brachiale gauche de préférence

3.10.4.2 Selon l'âge

L'apnée sera demandée aux enfants en âge de coopérer. Chez les enfants non coopérant ou sédatisés, les coupes seront réalisées sans apnée, si possible en respiration calme et superficielle; la réduction du temps d'acquisition diminuant les artéfacts respiratoires, il est nécessaire de travailler avec un temps de rotation minimum et un pitch aussi élevé que possible.

3.10.4.3 Selon l'indication

Une première série de coupes sans injection, centrée sur l'anomalie visualisée en standard, pourra être réalisée dans un but diagnostique (recherche de calcifications, étude du rehaussement)

Les explorations à la recherche de nodules pulmonaires métastatiques ne nécessitent pas d'injection, et bénéficient des reconstructions incrémentées.

Les explorations destinées à l'analyse des gros vaisseaux (cardiopathies congénitales, malformations vasculaires) peuvent être réalisées à bas kV (80 – 90 kV), ce qui renforce le contraste (cf fiche spécifique cardiovasculaire pédiatrique).

3.11. Scanographie multicoupes du thorax : poumon haute définition

Indication

Le scanner est la méthode de choix pour l'exploration du parenchyme pulmonaire. Son utilisation doit cependant être parcimonieuse compte tenu de l'irradiation de zones sensibles qu'elle entraîne (seins, thymus, moelle osseuse). Les examens chez l'enfant ne tenant pas l'apnée (moins de cinq ans), et les examens itératifs pour pathologie bronchique chronique doivent être particulièrement discutés, en comparaison d'un bon cliché standard ou de méthodes non irradiantes (EFR, endoscopie). Dans ce contexte, l'intérêt principal du scanner réside dans la discussion d'une option chirurgicale.

Si un scanner multicoupes a déjà été réalisé en coupes de 3 à 5 mm, il n'est le plus souvent pas nécessaire de refaire une nouvelle acquisition. Une post-reconstruction en coupes natives plus fines et en filtre dur permet généralement d'obtenir l'information souhaitée, le bruit de l'image restant tolérable compte tenu du fort contraste spontané du parenchyme pulmonaire.

En cas d'indication spécifique de TDM HR nécessitant une exploration de l'ensemble des poumons, la réalisation d'une acquisition unique en coupes millimétriques secondairement reconstruites en coupes d'épaisseurs variables irradie plus qu'une acquisition avec une collimation plus large. Ce surcroît d'irradiation doit être compensé par une baisse des mAs.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.11.1. Requis diagnostiques

3.11.1.1. Visualisation

Topogramme : en face, de la région cervicale inférieure à l'abdomen (sous les culs de sac costo-diaphragmatiques)

Acquisition : La totalité du volume thoracique

Paramètres : 80 kV, 10 mAs

3.11.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

De la totalité des deux poumons

Reproduction très fine:

de la trachée et des bronches souches, des bronches de gros et moyen calibre, du parenchyme pulmonaire, des scissures, des structures du lobule pulmonaire secondaire (artère centro-lobulaire et veines interlobulaires), des vaisseaux pulmonaires.

3.11.2. Procédure et paramètres techniques

3.11.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, symétrique

3.11.2.2. Volume d'examen

Soit thorax entier (de la première côte aux cils de sac costo-diaphragmatiques)

Soit centré sur une région particulière

3.11.2.3. Collimation primaire

Adaptée au système de détection de l'appareil, l'épaisseur de coupe nominale devant être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée.

3.11.2.4. Pitch

1:1.5 à 1:2

3.11.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de l'enfant

3.11.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.11.2.7. Tension

80 à 100 kV selon l'âge et l'indication

3.11.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge et le morphotype.

3.11.2.9. Reconstruction

Epaisseur de coupe de reconstruction : 1 à 1.5 mm selon indication, incrémentée

Résolution haute

Filtre dur avec rehaussement de contours conseillé

3.11.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtres osseuses : environ 400-2000 UH

3.11.3. Optimisation des doses délivrées

3.11.3.1. Grandeurs dosimétriques caractérisant l'examen :

3.11.3.2 Niveaux de référence diagnostique

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

3.11.3.3 Influence de la technique sur la dose délivrée :

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.11.4. Conditions particulières

3.11.4.1. Injection de produit de contraste

Elle est inutile

3.11.4.2 Selon l'âge

L'apnée sera demandée aux enfants en âge de coopérer

Chez les jeunes enfants non coopérant ou sédatisés, les coupes seront réalisées sans apnée, en respiration calme et superficielle.

3.11.4.3 Selon l'indication

Devant une pathologie focale, la zone d'exploration pourra être réduite

En cas de suspicion d'emphysème obstructif mal identifiable en standard, des coupes complémentaires en expiration pourront être réalisées

En pathologie trachéo-bronchique, elle peut être utilisée pour réaliser une endoscopie virtuelle, en réduisant la charge et en utilisant des coupes fines et une reconstruction incrémentée.

3.12. Scanographie multicoups abdomino-pelvienne

Indication

L'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.12.1. Requis diagnostiques

3.12.1.1. Visualisation

Topogramme : en face, de la région médio-thoracique à la racine des cuisses

Acquisition : la totalité de la cavité abdominale

Paramètres : 80 kV, 10 mAs

3.12.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des structures osseuses (rachis, bassin) et de la paroi abdominale.

Reproduction très fine:

Des viscères (foie, rate, pancréas, reins, surrénales, grêle, colon, rectum, organes génitaux internes) et des vaisseaux intra-abdominaux en cas d'injection (aorte, tronc coeliaque, artères hépatique, splénique, mésentériques, rénales, iliaques, veines iliaques, veine cave inférieure, rénales, mésentérique supérieure, splénique, tronc porte, veines sus-hépatiques).

3.12.2. Procédure et paramètres techniques

3.12.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, symétrique

3.12.2.2. Volume d'examen

Du sommet des coupes diaphragmatiques à la symphyse pubienne

3.12.2.3. Collimation primaire

Adaptée au système de détection de l'appareil, l'épaisseur de coupe nominale devant être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée.

3.12.2.4. Pitch

Pitch 1:1 à 2:1

3.12.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de l'enfant

3.12.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.12.2.7. Tension

80 à 120 kV selon l'âge et l'indication

3.12.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge, le morphotype et la pathologie recherchée

3.12.2.9. Reconstruction

Epaisseur de coupe de reconstruction : 3 à 7 mm selon indication, incrémentée

Résolution standard

Filtre parties molles

3.12.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 50-300 UH

3.12.3. Optimisation des doses délivrées

3.12.3.1. Grandeurs dosimétriques caractérisant l'examen :

3.12.3.2 Niveaux de référence diagnostique

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

3.12.3.3 Influence de la technique sur la dose délivrée :

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.12.4. Conditions particulières

3.12.4.1. Opacification digestive haute

En règle indispensable, sauf en urgence chez le traumatisé de l'abdomen. Elle fait appel à la baryte ou aux dérivés iodés dilués.

3.12.4.2. Injection de produit de contraste

En règle systématique pour mieux identifier les structures vasculaires et le rehaussement des viscères et des masses pathologiques.

Injection intraveineuse en bolus de 2 cc/Kg de poids de produit iodé dosé entre 300 et 350 mg/l

3.12.4.3 Selon l'âge

L'apnée sera demandée aux enfants en âge de coopérer

Chez les jeunes enfants non coopérant ou sédatisés, les coupes seront réalisées sans apnée, en respiration calme et superficielle ; la réduction du temps d'acquisition diminuant les artéfacts respiratoires, il est nécessaire de travailler avec un temps de rotation minimum et un pitch aussi élevé que possible.

3.12.4.4 Selon l'indication

Une première série de coupes sans injection, plus ou moins étendue pourra être réalisée dans un but diagnostique (recherche de calcifications, d'hémorragie, étude du rehaussement lésionnel)

3.13. Scanographie multicoupes ostéo-articulaire

Indication

Les radiographies standards, l'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation du patient

Explication, contention, sédation ou anesthésie doivent être utilisées avec rigueur et selon les règles détaillées en annexe. Elles doivent faire l'objet de protocoles écrits, validés par la profession.

3.13.1. Requis diagnostiques

3.13.1.1. Visualisation

Topogramme : en face ou en profil selon la région étudiée

Acquisition : L'os et les parties molles adjacentes de la région explorée

Paramètres : 80 kV, 10 mAs

3.13.1.2. Reproduction critique

du contraste os parties molles

Reproduction simple:

Des parties molles, muscle, graisse, aponévrose, os spongieux, os compact.

Reproduction très fine:

De l'os cortical et des trabécules osseuses intra-médullaires

3.13.2. Procédure et paramètres techniques

D'une façon générale les coupes de faible épaisseur et l'inclinaison du statif qui imposent une augmentation des mAs doivent être évités. A l'inverse, un pitch élevé, qui assure une dose réduite et un temps d'acquisition court

donc moins d'irradiation et moins d'artefacts de mouvement doit être privilégié. Pour chaque cas, le pitch doit être adapté à la taille de la lésion explorée ou recherchée.

3.13.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, ou adaptée à la région explorée

3.13.2.2. Volume d'examen

Fonction de la lésion explorée

3.13.2.3. Collimation primaire

Adaptée au système de détection de l'appareil, l'épaisseur de coupe nominale devant être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée.

3.13.2.4. Pitch

0,7:1 à 1:1

3.13.2.5. Champ de vue

Adapté à la région explorée

3.13.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.13.2.7. Tension

80 à 120 kV selon l'âge et l'indication

3.13.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil selon l'âge, le morphotype et la pathologie recherchée

3.13.2.9. Reconstruction

Epaisseur de coupe de reconstruction : 1 à 4 mm selon indication, incrémentée

Résolution haute

Filtre dur

Reconstruction incrémentée

3.13.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre osseuses : environ 400-1600 UH

3.13.3. Optimisation des doses délivrées

3.13.3.1. Grandeurs dosimétriques caractérisant l'examen :

3.13.3.2 Niveaux de référence diagnostique

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : voir tableau récapitulatif

3.13.3.3 Influence de la technique sur la dose délivrée :

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.13.4. Conditions particulières

3.13.4.1. Injection de produit de contraste

Inutile. Si une injection est nécessaire, celle-ci sera faite de préférence sur un examen IRM.

3.13.4.2 Selon l'âge

La réduction du temps d'acquisition diminuant les artefacts de mouvements, il est nécessaire de travailler avec un temps de rotation minimum et un pitch aussi élevé que possible chez le jeune enfant.

3.13.4.4 Selon l'indication

Il est recommandé, dans une exploration à but diagnostique, de limiter le volume d'examen à l'anomalie constatée sur les radiographies standard.

Lorsqu'un bilan d'extension local est nécessaire pour une lésion touchant un os long, seule l'IRM est recommandée.

3.14. Scanographie multicoupes du contenu utérin

Indication

L'indication d'un examen scanographique du contenu utérin ne doit être portée qu'après analyse du dossier au sein d'une équipe pluridisciplinaire de diagnostic anténatal.

L'échographie ou l'IRM, doivent être de principe préférées au scanner chaque fois qu'elles sont susceptibles d'apporter l'information souhaitée et qu'elles sont disponibles dans un délai compatible avec l'urgence de la situation.

Investigations préalables

Le radiologue chargé de l'examen doit avoir connaissance des éléments cliniques et paracliniques du dossier, y compris en situation d'urgence et doit être informé de la nature des autres examens complémentaires parallèlement demandés.

Préparation de la mère

La préparation psychologique de la mère est essentielle et les conditions de réalisation de l'examen doivent lui être parfaitement expliquées de façon à ce que l'acquisition ne soit réalisée qu'une seule fois. Aucune autre préparation médicale n'est nécessaire, notamment pas de médicament sédatif.

3.14.1. Requis diagnostiques

3.14.1.1. Visualisation

Topogramme : en face, de la région médio-thoracique à la racine des cuisses

Acquisition : la totalité de la cavité abdominale maternelle

Paramètres : 80 kV, 10 mAs

3.14.1.2. Reproduction critique

Reproduction simple:

Des parties molles du fœtus : muscle, graisse.

Reproduction très fine:

De l'os cortical foetal

3.14.2. Procédure et paramètres techniques

Pour chaque cas, le pitch doit être adapté à la taille de la lésion explorée ou recherchée.

3.14.2.1. Position du patient

Décubitus dorsal, symétrique

3.14.2.2. Volume d'examen

Centré sur le fœtus

3.14.2.3. Collimation primaire

Adaptée au système de détection de l'appareil, l'épaisseur de coupe nominale devant être inférieure ou égale à 50% de l'épaisseur de reconstruction souhaitée.

3.14.2.4. Pitch

Pitch 1:1 à 2:1

3.14.2.5. Champ de vue

Adapté à la corpulence de la mère et de l'enfant

3.12.2.6. Angle d'inclinaison du statif

Nul

3.14.2.7. Tension

90 à 100 kV

3.14.2.8. Intensité / Charge

A ajuster sur chaque appareil : autour de 100 mAs effectives (adapter selon CTDivol affiché)

3.14.2.9. Reconstruction

Epaisseur de coupe de reconstruction : 1 à 1.5 mm, incrémentée

Résolution standard, Filtre parties molles

Filtre dur pour le squelette

Reconstructions multiplanaires et MIP

3.14.2.10. Fenêtres de lecture

Fenêtre parties molles : environ 50-300 UH

Fenêtre osseuse : 400-1600 UH

3.14.3. Optimisation des doses délivrées

3.14.3.1. Grandeurs dosimétriques caractérisant l'examen :

3.14.3.2 Niveaux de référence diagnostique

Aucun niveau de référence n'est proposé pour cet examen.

Recommandations actuelles de la SFIP : CTDivol (fant 32 cm) : 5 mGy

3.14.3.3 Influence de la technique sur la dose délivrée :

Il est possible de diminuer l'irradiation des patients en appliquant les recommandations énoncées en introduction.

3.14.4. Conditions particulières

3.14.4.1. Injection de produit de contraste

Contre-indiquée

3.14.4.2. Apnée

L'apnée sera demandée à la mère au cours de l'acquisition

Références bibliographiques :

1. Donnelly LF. Reducing Radiation Dose Associated with Pediatric CT by Decreasing Unnecessary Examinations. *Am J Roentgenol* **2005**;184:655-657
2. Dion AM, Berger F, Helie O, Ott D, Spiegel A, Cordoliani YS. [Dose reduction at abdominal CT imaging: reduced tension (kV) or reduced intensity (mAs)?]. *J Radiol* **2004**;85:375-380.
3. Siegel MJ, Schmidt B, Bradley D, Suess C, Hildebolt C. Radiation Dose and Image Quality in Pediatric CT: Effect of Technical Factors and Phantom Size and Shape. *Radiology* **2004**;233:515-522
4. Boone JM, Geraghty EM, Seibert JA, Wootton-Gorges SL. Dose reduction in pediatric CT: a rational approach. *Radiology* **2003**;228:352-360.
5. Huda W, Scalzetti EM, Levin G. Technique factors and image quality as functions of patient weight at abdominal CT. *Radiology* **2000**;217:430-435.
6. Hollingsworth C, Frush DP, Cross M, Lucaya J. Helical CT of the body: a survey of techniques used for pediatric patients. *AJR Am J Roentgenol* **2003**;180:401-406.
7. Paterson A, Frush DP, Donnelly LF. Helical CT of the body: are settings adjusted for pediatric patients? *AJR Am J Roentgenol* **2001**;176:297-301.
8. Frush DP. Pediatric CT: practical approach to diminish the radiation dose. *Pediatr Radiol* **2002**;32:714-717; discussion 751-714. Epub 2002 Aug 2029.
9. Frush DP, Soden B, Frush KS, Lowry C. Improved pediatric multidetector body CT using a size-based color-coded format. *AJR Am J Roentgenol* **2002**;178:721-726.
10. Greess H, Lutze J, Nomayr A, et al. Dose reduction in subsecond multislice spiral CT examination of children by online tube current modulation. *Eur Radiol* **2004**;14:995-999. Epub 2004 Mar 2030.
11. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Techniques and Applications of Automatic Tube Current Modulation for CT. *Radiology* **2004**;21:21
12. Greess H, Nomayr A, Wolf H, et al. Dose reduction in CT examination of children by an attenuation-based on-line modulation of tube current (CARE Dose). *Eur Radiol* **2002**;12:1571-1576. Epub 2002 Feb 1502.
13. Irie T, Inoue H. Individual Modulation of the Tube Current-Seconds to Achieve Similar Levels of Image Noise in Contrast-Enhanced Abdominal CT. *Am J Roentgenol* **2005**;184:1514-1518
14. Kalender WA, Wolf H, Suess C, Gies M, Greess H, Bautz WA. Dose reduction in CT by on-line tube current control: principles and validation on phantoms and cadavers. *Eur Radiol* **1999**;9:323-328.
15. Tack D, De Maertelaer V, Gevenois PA. Dose reduction in multidetector CT using attenuation-based online tube current modulation. *AJR Am J Roentgenol* **2003**;181:331-334.
16. Cody DD, Moxley DM, Krugh KT, O'Daniel JC, Wagner LK, Eftekhari F. Strategies for Formulating Appropriate MDCT Techniques When Imaging the Chest, Abdomen, and Pelvis in Pediatric Patients. *Am J Roentgenol* **2004**;182:849-859
17. Hopper KD. Orbital, thyroid, and breast superficial radiation shielding for patients undergoing diagnostic CT. *Semin Ultrasound CT MR* **2002**;23:423-427.
18. Hopper KD, King SH, Lobell ME, TenHave TR, Weaver JS. The breast: in-plane x-ray protection during diagnostic thoracic CT--shielding with bismuth radioprotective garments. *Radiology* **1997**;205:853-858.
19. Beaconsfield T, Nicholson R, Thornton A, Al-Kutoubi A. Would thyroid and breast shielding be beneficial in CT of the head? *Eur Radiol* **1998**;8:664-667.
20. Fricke BL, Donnelly LF, Frush DP, et al. In-plane bismuth breast shields for pediatric CT: effects on radiation dose and image quality using experimental and clinical data. *AJR Am J Roentgenol* **2003**;180:407-411.
21. Chan CY, Wong YC, Chau LF, Yu SK, Lau PC. Radiation dose reduction in paediatric cranial CT. *Pediatr Radiol* **1999**;29:770-775.
22. Wong ET, Yu SK, Lai M, Wong YC, Lau PC. MAPD--an objective way to select mAs for paediatric brain CT. *Br J Radiol* **2001**;74:932-937.
23. Cohnen M, Fischer H, Hamacher J, Lins E, Kotter R, Modder U. CT of the head by use of reduced current and kilovoltage: relationship between image quality and dose reduction. *AJNR Am J Neuroradiol* **2000**;21:1654-1660.
24. Gross GW, McGeedy SJ, Kerut T, Ehrlich SM. Limited-slice CT in the evaluation of paranasal sinus disease in children. *AJR Am J Roentgenol* **1991**;156:367-369.
25. Marmolya G, Wiesen EJ, Yagan R, Haria CD, Shah AC. Paranasal sinuses: low-dose CT. *Radiology* **1991**;181:689-691.
26. Sohaib SA, Peppercorn PD, Horrocks JA, Keene MH, Kenyon GS, Reznek RH. The effect of decreasing mAs on image quality and patient dose in sinus CT. *Br J Radiol* **2001**;74:157-161.
27. Kearney SE, Jones P, Meakin K, Garvey CJ. CT scanning of the paranasal sinuses--the effect of reducing mAs. *Br J Radiol* **1997**;70:1071-1074.
28. Mulkens TH, Broers C, Fieuws S, Termote J-L, Bellnick P. Comparison of Effective Doses for Low-Dose MDCT and Radiographic Examination of Sinuses in Children. *Am J Roentgenol* **2005**;184:1611-1618

29. Venema HW, Phoa SS, Mirck PG, Hulsmans FJ, Majoie CB, Verbeeten B, Jr. Petrosal bone: coronal reconstructions from axial spiral CT data obtained with 0.5-mm collimation can replace direct coronal sequential CT scans. *Radiology* **1999**;213:375-382.
30. Husstedt HW, Prokop M, Dietrich B, Becker H. Low-dose high-resolution CT of the petrous bone. *J Neuroradiol* **2000**;27:87-92.
31. Wade JP, Weyman JC, Goldstone KE. CT standard protocols are of limited value in assessing actual patient dose. *Br J Radiol* **1997**;70:1146-1151.
32. Ambrosino MM, Genieser NB, Roche KJ, Kaul A, Lawrence RM. Feasibility of high-resolution, low-dose chest CT in evaluating the pediatric chest. *Pediatr Radiol* **1994**;24:6-10.
33. Rogalla P, Stover B, Scheer I, Juran R, Gaedicke G, Hamm B. Low-dose spiral CT: applicability to paediatric chest imaging. *Pediatr Radiol* **1999**;29:565-569.
34. Lucaya J, Piqueras J, Garcia-Pena P, Enriquez G, Garcia-Macias M, Sotil J. Low-dose high-resolution CT of the chest in children and young adults: dose, cooperation, artifact incidence, and image quality. *AJR Am J Roentgenol* **2000**;175:985-992.
35. Leswick DA, Webster ST, Wilcox BA, Fladeland DA. Radiation Cost of Helical High-Resolution Chest CT. *Am J Roentgenol* **2005**;184:742-745
36. Donnelly LF, Emery KH, Brody AS, et al. Minimizing radiation dose for pediatric body applications of single-detector helical CT: strategies at a large Children's Hospital. *AJR Am J Roentgenol* **2001**;176:303-306.
37. Scheck RJ, Coppenrath EM, Kellner MW, et al. Radiation dose and image quality in spiral computed tomography: multicentre evaluation at six institutions. *Br J Radiol* **1998**;71:734-744.
38. Wormanns D, Diederich S, Lenzen H, et al. Abdominal spiral CT in children: which radiation exposure is required? *Eur Radiol* **2001**;11:2262-2266.
39. Kamel IR, Hernandez RJ, Martin JE, Schlesinger AE, Niklason LT, Guire KE. Radiation dose reduction in CT of the pediatric pelvis. *Radiology* **1994**;190:683-687.
40. Ratcliffe J, Swanson CE, Hafiz N, Frawley K, Coakley K, Cloake J. Assessment of image quality of a standard and two dose-reducing protocols in paediatric pelvic CT. *Pediatr Radiol* **2003**;33:177-182. Epub 2003 Jan 2008.
41. Robinson AE, Hill EP, Harpen MD. Radiation dose reduction in pediatric CT. *Pediatr Radiol* **1986**;16:53-54.
42. Shrimpton P, Wall B. Reference doses for paediatric computed tomography. *Radiat Prot Dosimetry* **2000**;90:249-252.