

IMAGERIE THORACIQUE

Mis à jour le 13/08/2010 par SFR

*Jacques Rémy , Martine Rémy-Jardin
Radiologie Thoracique, Hôpital Calmette, Lille*

Résumer en quelques lignes un congrès aussi riche en informations, c'est vouloir faire passer un éléphant par un trou de souris. Et limiter ce résumé aux seules séances d'imagerie thoracique serait étouffer cette spécialité dans l'impluvium duquel elle s'échappe. Car au service de son développement beaucoup de choses ont été dites dans l'exposition technique et dans les séances de physique alors que le progrès dans la continuité s'est exprimé dans les séances thématiques et les posters affichés. Que le lecteur de ce rapport veuille bien pardonner l'impasse qui sera faite sur les posters électroniques et l'imagerie moléculaire même s'il est devenu presque douloureux de fermer les horizons seulement sur ce qui adviendra dans les toutes prochaines années.

I - QUELS ETAIENT LES GRANDS THEMES ET GRANDES QUESTIONS QUI EMERGENT ?

1) Le nodule pulmonaire et la détection du cancer bronchique

Incontestablement, la détection lésionnelle assistée par ordinateur remporte la palme. De nombreuses communications ont démontré son application au diagnostic des nodules pulmonaires, principalement lorsqu'ils ont moins de 5 mm de diamètre et lorsqu'ils sont centraux et à proximité des gros vaisseaux (1, 2). Le rehaussement informatisé de la capacité de détection s'accompagne évidemment d'une augmentation du nombre de faux positifs (3) dans la reconnaissance desquels l'œil humain est encore valorisé (4). Comparativement à une double lecture indépendante, il apparaît que la détection informatisée associée à la lecture d'un seul observateur découvre des nodules différents par rapport à la lecture de deux observateurs, amenant donc à une sensibilité de détection plus élevée (5) et à un temps de lecture réduit (6). La France est en très bonne place dans ces travaux (7, 8).

La précision de quantification semi-automatique des nodules dépistés dépend de l'opérateur, de la forme des nodules, des doses de radiation et peut aussi varier entre deux acquisitions identiques (9). Le quasi isotropisme de la génération actuelle de scanner avec des dimensions de voxels de 0.2 x 0.2 x 1.25 mm est inférieur, dans la quantification volumétrique sur fantôme, à celle obtenue avec des scanners de prochaine génération possédant une résolution isotropique native de 0.2 mm (10). L'aphorisme qui consiste à considérer que le rehaussement d'un nodule tissulaire injecté est très en faveur d'un carcinome est combattu en terme de spécificité (11) par une longue énumération de nodules bénins qui se rehaussent fortement : tuberculomes, hémangiomes sclérosants, mésoenchymomes, blastomycomes, abcès, pseudo-tumeurs inflammatoires, ganglions lymphatiques intra-pulmonaires.

Les travaux de l'équipe qui a lancé aux Etats-Unis la détection scanographique du carcinome broncho-pulmonaire (12), chez les sujets à risques et portant sur 12 centres hospitaliers de l'état de New York, confirment que les dépistages tomодensitométriques annuels découvrent un pourcentage élevé de stade I, que les faux positifs sont peu nombreux et que leur bilan peut se faire sans biopsie. La probabilité de dépister un carcinome devant un nodule pulmonaire non calcifié, égal ou inférieur à 4 mm de diamètre, surveillé sur une période de 3 à 12 mois chez des patients non cancéreux et sans disimmunité est faible et son suivi à court terme n'est pas justifié (13). Il apparaît par ailleurs que le suivi à long terme des cancers dépistés et totalement réséqués suggère un taux élevé de guérisons (14).

Le dépistage des nodules sur des examens radiographiques numérisés est également amélioré par l'assistance de l'ordinateur. La sensibilité est ainsi élevée à 70 à 75 % (15, 16). La tomosynthèse numérique est 10 à 100 fois moins irradiante que le scanner et délivre une dose comparable à celle d'une radiographie conventionnelle du thorax de profil. Dans l'étude présentée, en corrélation avec la tomодensitométrie (17), les nodules calcifiés de moins de 4 mm de diamètre échappent encore. La double énergie augmente également la sensibilité et la spécificité de détection.

La scanographie multicoupe associée à la miniaturisation des fibroscopes permet le prélèvement histologique de nodules de plus en plus périphériques et de plus en plus petits (18). Les fines collimations de la génération actuelle des scanners à 16 coupes par rotation permet en effet de réaliser l'endoscopie virtuelle et des reconstructions 3D jusqu'aux bronches des 7ème à 9ème générations et de guider un fibroscope de 2.8 mm de diamètre extérieur.

Une séance était en grande partie consacrée à la mesure automatisée du volume des nodules et à l'influence de la respiration sur les variations de volume. Des nodules non connectés à la plèvre et aux vaisseaux pulmonaires étaient sélectionnés et étudiés deux fois le même jour en inspiration forcée ou deux fois le même jour en inspiration ou en expiration. Les variations de volume pulmonaire ont en effet une conséquence imprévisible mais importante sur la quantification volumique (19).

Une séance de physique était également majoritairement consacrée à l'étude tomодensitométrique des

nodules pulmonaires confirmant, à partir de logiciels de renforcement sélectif des critères morphologiques des lésions, une sensibilité de détection assistée par ordinateur de 90% mais un taux élevé de faux positifs (20). Dans cette séance, il était démontré que, par opposition à des conclusions précédentes, une différence de volumétrie de l'ordre de 5 à 8 % selon la forme des nodules expérimentaux pouvait être constatée entre des doses d'irradiation usuelles et des faibles doses (21, 22).

Bien que la communication présentée ne désigne pas l'organe auquel elle s'est consacrée, il est intéressant de signaler que dans la séance consacrée au PET/CT, 45 patients chez qui un cancer primitif était recherché sur la découverte d'adénopathies métastatiques ont bénéficié d'une tomographie d'émission de positons isolée, d'une exploration TDM isolée ou de l'association des deux examens sur un seul appareil. La fusion PET/CT trouvait le carcinome dans 15 cas (33%). L'association des deux techniques réalisées séparément trouvait le cancer dans 13 cas (29%) alors que chaque technique isolément le trouvait dans 11 cas (24.4%). Ceci prouve bien le chemin qu'il reste à parcourir pour trouver le cancer qui se révèle par une adénopathie métastatique. Il en va de même pour le bilan d'extension d'un carcinome (23) qui est plus précis par PET/CT que par IRM corps entier (24).

Une séance de biophysique s'est également intéressée à l'usage de l'informatique en radiographie thoracique. La détection informatisée augmente significativement la découverte radiographique des carcinomes broncho-pulmonaires (25). Le taux de faux positifs peut être substantiellement réduit par l'intelligence artificielle (26). L'association de la soustraction temporelle et de la détection assistée par ordinateur (DAO) aide dans la surveillance de la progression des maladies (27). Un algorithme d'élimination de l'opacité des côtes (il ne s'agit pas de double énergie) améliore également la DAO (28).

2) Le cœur en scanographie thoracique

Il ne s'agit pas d'aborder ici l'imagerie non invasive du cœur en milieu cardiologique, qui doit être entreprise, maîtrisée et diffusée par les radiologues à spécialisation cardiaque. Il s'agit plus simplement et plus prosaïquement de ne pas négliger, comme jusqu'à présent, l'imagerie du cœur obtenue au cours d'un bilan scanographique de toute affection thoracique extra-cardiaque, ou à première vue telle. L'imagerie scanographique non "gâtée" est en effet suffisante pour dépister des affections cardiaques encore méconnues. Les temps de rotation de 0.5 seconde sur 360° fournissent chez des patients, à la fréquence cardiaque de 75 battements par minute, une imagerie cardio-thoracique diastolique sans "gating" cardiaque. A plus forte raison, lorsqu'ils seront inférieurs à 0.4 seconde, ce qui est pour 2004 chez tous les constructeurs. L'adaptation du courant du tube au poids du patient peut être utilisée en "gating" cardiaque, ce qui permet de réduire la dose efficace d'environ 20% (29). La comparaison de reconstructions sur un segment de diastole ou sur plusieurs segments de diastoles consécutives ou avec réduction du temps de rotation de 0.42 à 0.375 seconde, a démontré la supériorité du temps de rotation court sur les reconstructions multisegmentées (30). Plutôt qu'une sélection électrocardiographique de la phase du cycle cardiaque pendant laquelle la fenêtre temporelle de reconstruction est choisie, il est possible d'utiliser une approche automatisée où la distribution spatiale des artéfacts de mouvement dans le volume cardiaque est pris en compte (31). L'artéfact en bande (banding artifact) est couramment observé sur les reconstructions avec "gating". Il résulte de la non reproductibilité absolue des battements cardiaques d'un cycle à l'autre. Le "gating" ECG, qui est en quelque sorte une sélection électrique de la fenêtre temporelle, peut être optimisé par le "gating" mécanique qui détecte la fermeture des valves auriculo-ventriculaires et semi-lunaires. Il permettrait de sélectionner la phase la plus quiescente du cycle (32).

Sur 9 communications dédiées à la perfusion myocardique, 5 étaient consacrées au scanner. Une étude expérimentale chez le chien inaugurerait la séance et démontrait l'utilité de la détection tomodesitométrique de l'ischémie myocardique et du suivi de son évolution dans le temps (33). Ce test peut en effet avoir une valeur diagnostique : sur 64 cas suspects de dissection aortique aiguë, 10 (16%) avaient un infarctus myocardique récent dont 9 avec une hypodensité myocardique régionale sans diminution d'épaisseur myocardique (34). Cette valeur est confirmée par corrélation avec la cinéventriculographie. La différence de prise de contraste, à la phase artérielle précoce, entre myocarde normal et myocarde infarcté est de 114 +/- 18 UH pour 48 +/- 10 UH (35).

Une séance intitulée "cardiaque" était consacrée à l'étude des veines pulmonaires par scanner et/ou IRM dans le traitement par radiofréquence ou cryoablation des foyers ectopiques de fibrillation auriculaire. Deux articles lui ont également été consacrés dans le numéro de RadioGraphics de 2003 consacré à l'imagerie cardiaque. Les radiologues belges y sont aussi bien représentés que dans cette séance (36, 37). Scanner ou IRM sont équivalents pour établir l'anatomie pré-opératoire de l'abouchement des veines pulmonaires, préciser toutes les variantes anatomiques, ou pour démontrer que les ostiums veineux ont un diamètre variable en fonction du cycle cardiaque (38). Il faut toutefois remarquer que les sténoses ostiales et/ou tronculaires post-opératoires, affectant principalement la veine pulmonaire supérieure gauche, ont des signes pulmonaires : infiltration en verre dépoli, infarctus veineux, lignes septales, mini-adénopathies hilaires et médiastinales, dont le bilan initial est avant tout scanographique.

Si les conditions de durée d'acquisition et d'irradiation étaient optimales, l'utilisation systématique du "gating" cardiaque pourrait être appliquée en scanographie thoracique. Les résultats préliminaires ont été présentés dans ce sens par une équipe nord américaine (39) qui démontre que l'acquisition "gâtée" des vaisseaux pulmonaires et du parenchyme est optimisée et que simultanément le réseau coronaire est interprétable jusqu'à son tiers distal. Il existe en effet de nombreuses indications d'angioscanographie en pathologie thoracique où le réseau coronaire, acquis par la même occasion, devrait être systématiquement étudié.

L'exposition scientifique comportait également des posters dont les titres : "Unsuspected cardiac pathology detected on routine chest CTs from the emergency department" ou "Keep your eyes on the

heart – Cardiac and pericardiac abnormalities incidentally detected on non-gated chest CT" confirment bien qu'il faut inclure l'étude du cœur dans celle du thorax. Mais il faut pour ce faire que l'anatomie tomodensitométrique du cœur soit parfaitement connue, ce qui était également abordé à la RSNA 2003 : "Cardiac pseudomasses: normal structures that may mimic tumors and clots on CT and MR".

3) Les vaisseaux du thorax

Une séance était consacrée à la circulation pulmonaire. La prévalence de l'embolie baisse puisque sur 1240 angioscanographies consécutives, elle n'est retrouvée que dans 20% des cas (40). La détection de l'embolie pulmonaire assistée par ordinateur (DAO) est bonne. En effet, la conjonction d'une double lecture et de l'arbitrage d'un 3ème lecteur découvre, dans le travail présenté (41), 186 embolies segmentaires et 120 sous-segmentaires chez 33 patients. La DAO trouve 88% des embolies segmentaires et 78% des embolies sous-segmentaires. Le taux moyen de faux positifs est de 4 embols par patient. Aucun faux négatif n'est relevé. Un artéfact de flux artériel pulmonaire de produit de contraste est présenté sous forme d'une diminution bilatérale localisée de sa concentration séparant des zones sus et sous-jacentes où la densité artérielle est d'au moins 100 UH plus élevée. Les auteurs (42) démontrent que la zone hypodense correspond à une prédominance du flux cave inférieur dans l'oreillette droite. La contribution cave inférieure est calculée en comparant la densité de l'oreillette et du ventricule droits à une moyenne pondérée des densités dans les veines caves et en supposant que le flux cave est le seul se dirigeant au cœur droit.

Expérimentalement, une technique d'étude de la perfusion pulmonaire augmente la sensibilité et la spécificité du diagnostic angioscanographique de l'embolie (43). Le Gadolinium, à la dose de 0.3 à 0.4 mmol/kg injecté à 6 ml par seconde et poussé par un embol sérique sur un scanner à 16 coupes par rotation, permet l'analyse des artères segmentaires et sous-segmentaires dans 89% des cas (44). Des communications sur l'hypertension artérielle pulmonaire primitive, il ressort que l'étude de la circulation systémique du poumon doit être systématiquement entreprise en angioscanographie et permet d'approcher le diagnostic différentiel des formes périphériques de thrombo-embolie chronique (45). Les lésions plexiformes et angiomatoides de l'hypertension primitive sont centro-lobulaires et s'expriment par des opacités à peine visibles ou des micronodules. La perfusion en mosaïque y est observée une fois sur deux (46). Des travaux français ont également été présentés sur le taux de guérison des anévrysmes artério-veineux pulmonaires traités par vaso-occlusion, sur l'intérêt d'étudier la circulation systémique de ces malformations dans le bilan initial, sur le suivi post-thérapeutique et sur leur histoire naturelle (47). Une étude expérimentale chez le porc, dont le poumon est à double circulation anastomosée comme chez l'homme, démontrait l'absence constante d'infarctus dans l'embolie pulmonaire expérimentale et le développement variable de la circulation collatérale broncho-pulmonaire en fonction du caractère proximal ou distal de l'occlusion (48).

4) La radiofréquence

L'ablation radiofréquence des tumeurs thoraciques faisait l'objet de plusieurs communications groupées en une séance. Il en ressort une morbidité acceptable, un risque non encore précisément évalué de lésions thermiques du poumon environnant et un recul insuffisant pour en extraire les bénéfices à long terme pour le patient. Les auteurs étaient en tout cas unanimes sur la nécessité de poursuivre une expérience préliminaire encourageante.

5) l'IRM du poumon

Une séance était consacrée aux applications fonctionnelles, circulatoires et ventilatoires, au niveau du poumon, presque comme chaque année.

II - QUELLES ETAIENT LES NOUVEAUTES LES PLUS IMPORTANTES ?

Il faut souligner l'impact thoracique des séances de biophysique. Pas moins de 6 d'entre-elles ont traité de sujets que l'on aurait volontiers vu intégrés dans des séances à thème thoracique.

Depuis son invention vers 1900, la technologie des tubes à rayons X n'a pas beaucoup changé. Une communication (49) présentait un nanotube en carbone avec une dimension de foyer de 200/1000 microns adapté à la microscopographie. La société Siemens comparait les performances d'un scanner spiralé multicoupe avec un nombre croissant de coupes par rotation (16, 32, 128, 256) à un scanner Sensation 16 sur lequel le système de détection était remplacé par un détecteur plan de grande surface (40 x 32 cm), supérieur à 256 coupes par rotation, utilisé en mode incrémental (50). Elle démontre que le passage de l'acquisition multicoupe à 32 coupes par rotation est d'un faible apport clinique. Mais ce résultat est en contradiction avec les annonces du constructeur sur son stand fixant le proche futur à 64 coupes par rotation pour 2004. Les conditions fixées par le scanner à détecteur plan sont une rotation inférieure à 0.5 seconde et 800 à 1000 vues par rotation. Un décalage du signal de 0.01 % toutes les 30 vues ne doit pas être dépassé. La résolution spatiale tombe à 0.25 mm mais les conditions sus-citées ne sont pas encore remplies, ce qui conduit à des artéfacts d'images et au constat que la technologie n'est pas encore prête. Les mêmes conclusions ont été reprises dans une autre communication annonçant une résolution spatiale supérieure mais une détectabilité à bas contraste inférieure (51).

La rétroprojection parallèle étendue est la transformation de la géométrie conique du faisceau en une géométrie à faisceaux parallèles obliques. Elle semble être le seul algorithme utilisable pour plus de 16 coupes par rotation et pour un balayage circulaire et non plus spiralé qui deviendra peut-être à la mode avec le très grand nombre de coupes par rotation et l'angle très ouvert du faisceau conique (52).

L'approche kymographique de la maîtrise des battements cardiaques peut être utilisée pour l'étude non artéfactée du poumon paracardiaque lorsque l'électrocardiogramme n'est pas disponible et en dehors des faibles valeurs de pitch caractérisant le "gating" cardiaque. Les auteurs de cette présentation associent dans la même reconstruction les données de l'acquisition kymographique pour le poumon paracardiaque et celle de l'acquisition standard pour le poumon périphérique (53). L'esprit de cette présentation rejoint nos réflexions personnelles sur le même sujet : les mouvements cardiogéniques du poumon varient en amplitude du cœur vers la périphérie et leur propagation n'atteint pas les parties centrales et périphériques de l'organe au même moment. Par ailleurs, il est infiniment probable que les caractéristiques physiques du parenchyme, selon qu'il est allégé ou alourdi par des processus pathologiques, influent sur la transmission des mouvements.

Une séance de physique était consacrée à la dosimétrie scanographique et une communication introduisait la modulation automatisée du courant du tube en fonction de la sensibilité aux risques radiques des organes irradiés (54). Le principe consiste, au niveau du thorax, à couper le courant du tube pendant la projection antéro-postérieure et à augmenter modérément l'intensité pendant les projections latérales et postéro-antérieure. Il n'y a pas de perte substantielle de la qualité image. La réduction de dose est de - 54% pour les seins et de - 44% pour la thyroïde. La réduction de la dose efficace peut aller jusqu'à 30%.

Une séance était consacrée à l'imagerie optique (fluorescence et bioluminescence). Une équipe a décrit un microscanner qui permet de détecter la bioluminescence bactério-induite dans les voies aériennes et l'acinus du poumon de souris. La fusion microCT à rayons X - détection du signal bioluminescent apporte une méthode non invasive de localisation anatomique des activités génétiques et de la viabilité bactérienne régionale dans le poumon (55). Cette publication contourne la limite technique de cette méthode d'imagerie optique qui veut que la détection du signal dépende de la profondeur du tissu exploré et soit donc tributaire de l'endoscopie ou de la chirurgie. La majorité des communications de cette séance portait sur les modèles animaux de tumeur ou sur des études in vitro.

L'artéfact "moulin à vent" (Windmill artifact) est dû à un sous-échantillonnage dans l'axe z de structures très absorbantes telles que les côtes. Il apparaît sous forme de zones blanches et noires tournant autour de ces structures. Une première équipe (56) le corrige par un sur-échantillonnage dans l'axe z utilisant des fonctions d'interpolation sans altérer le profil de coupe. Il est aussi montré qu'il varie avec le pitch, le nombre de coupes et la distance du centre de rotation. A grande distance de lui, il est réduit par l'utilisation de la rétroprojection 3D (57, 58).

A nouveau, des paramètres d'acquisition et de reconstruction sont testés sur fantôme pour étudier l'influence de leur choix sur la densitométrie des nodules pulmonaires. Le kernel de reconstruction a, sur des nodules de 7 mm de diamètre, le plus fort impact puisqu'il fait varier les densités entre 6 et 68 UH. Le choix de 10, 50 et 100 mAs effectifs fait varier les densités de 30 UH pour les nodules inférieurs à 7 mm de diamètre alors que l'incrément de reconstruction a des effets négligeables (59).

L'efficacité de la dose sur les scanner à géométrie conique est obtenue par reconstruction utilisant toutes les données disponibles mesurées. Pour les scanners à faisceau conique large, l'utilisation des données redondantes exagère les artéfacts d'effet de cône. Les auteurs (60) ont observé que les artéfacts d'effet de cône contenaient principalement des composants de basse fréquence. L'image reconstruite dans leur présentation est une combinaison de deux reconstructions avec des filtres différents et avec des quantités variables de données redondantes. Leur objectif était, pour des scanners à faisceau conique moyen ou large, de réduire les artéfacts d'effet de cône en maintenant un bas niveau de bruit et la résolution spatiale. Cette présentation utilisait la rétroprojection 3D de type Feldkamp dont il n'est pas sûr qu'elle sera encore adéquate pour des cônes couvrant la surface des détecteurs plans matriciels.

Le principe actuel de la reconstruction AMPR (Adaptive Multiple Plane Reconstruction) consiste à utiliser deux images planes obliques et selon l'étirement de la spirale, donc dépendantes du pitch et séparées d'une demi-rotation, plus l'angle du faisceau. La reconstruction SMPR (Segmented Multiple Plane Reconstruction) réduit l'intervalle du prélèvement des données à moins d'une demi-rotation. Il résulte du travail présenté que l'algorithme de correction des artéfacts d'effet de cône AMPR les corrigent jusqu'à 32 rangées de détecteur seulement et jusqu'à 64 rangées pour l'algorithme SMPR. La qualité image est dégradée pour 128 rangées. En revanche, la rétro-projection filtrée 3D maintient la qualité image jusqu'à 256 rangées (61).

III - QUELLES SONT NOS REFLEXIONS ?

Il n'était pas possible d'assister à toutes les séances, qui de près ou de loin, pouvaient apporter un bénéfice à la connaissance ou à la pratique de l'imagerie thoracique. Car même dans les domaines contigus à celui dont on souhaite approfondir la maîtrise, il y a toujours beaucoup à glaner. Il faut donc en déduire que chacun était contraint à une sélection qui l'exposait forcément à des impasses. Le rapporteur se trouvait de surcroît confronté à un impératif de concision déchirant.

Qui voulait connaître la direction prise par sa discipline devait visiter l'exposition technique et assister aux séances de physique. Les firmes s'accusant réciproquement d'"effets d'annonce", il était parfois bien difficile de découvrir la vérité sur les stands des constructeurs au sein d'une pléthore d'informations. Il faut aussi souligner que lorsqu'il se présente sur un stand, le front du quidam en quête d'informations risque d'être tatoué de l'étiquette de la marque qu'il utilise et cet affichage peut stériliser la concurrence dans l'envie de l'informer. Celui qui s'informe avait donc le devoir d'essayer de savoir ce qui se cachait derrière ce qu'on ne lui disait pas. Le fait d'être ou non un client potentiel, d'être ou non habitué à commercer avec telle ou telle marque, d'être ou non influent dans sa propre hiérarchie, conditionnent la qualité, la densité ou l'exactitude des informations livrées. Certains constructeurs dévoilaient leurs orientations futures dans le chemin des technologies actuelles ou vers l'imagerie

moléculaire ou optique mais d'autres non. Pour l'authenticité ou la transparence de l'information, il serait donc souhaitable que la SFR désigne ses rapporteurs auprès des constructeurs, quelques semaines avant la RSNA, afin que leur soit réservé un temps proportionnel à la qualité des informations et à l'importance du public auxquelles elles sont destinées.

Les constructeurs, GE excepté, annonçaient 32, 40 ou 64 coupes par rotation pour 2004. Les séances de physique comportaient des communications citant 124 ou 256 coupes avec de nombreux essais de développement ou de création d'algorithmes de reconstruction adaptés et de nouvelles façons d'être de moins en moins irradiant. La réflexion qui s'impose alors est la suivante : qui a démontré le bénéfice clinique de faire exploser à ce point les données ? Si l'on extrapole en effet le passage de 4 à 16 coupes par rotation, n'est-on pas enclin à penser qu'il n'a pas été aussi bénéfique que celui de 1 à 4 coupes ? Et même si l'on trouve un bénéfice à scanographier 30 cm d'axe z en une seule rotation et avec des collimations encore plus fines que de nos jours, n'aura-t-on pas souligné à l'excès l'intérêt de ces paramètres et occulté ou minimisé celui de temps de rotation beaucoup plus courts ?

Si donc l'intention de l'IRM est de rester peu compliant face aux susceptibilités magnétiques du poumon et de rafler quasiment toutes les indications de l'imagerie lourde en dehors de lui, il serait alors opportun que la structure et la fonction de cet organe aident les constructeurs à trouver les voies de développement technologique les plus appropriées pour lui. A moins qu'ils aient déjà anticipé à terme la disparition des rayons X utilisés à des fins diagnostiques !

Trois phénomènes ont dominé la scène de la RSNA 2003 en imagerie thoracique : le premier est le nombre de communications consacrées à la détection assistée par ordinateur et à la quantification des nodules pulmonaires et du cancer broncho-pulmonaire. Il était pléthorique et les conclusions parfois redondantes. Mais au-delà de tous les problèmes éthiques et économiques posés par l'expansion d'un outil dont la sensibilité s'exalte au fur et à mesure que la spécificité s'amenuise, il reste l'outil informatique. Il a et aura de plus en plus des performances plus sensibles et plus rapides que notre œil mais moins spécifiques. Il est donc appelé à devenir un compagnon de travail irremplaçable et le champ de ses applications ira croissant. A la RSNA 2003, il intéressait surtout le nodule pulmonaire et un peu la détection des embolies. Il n'est pas interdit d'imaginer qu'il pourra s'appliquer à la micronodulation de faible profusion, aux bronchopathies, à l'emphysème et à bien d'autres lésions de détection parfois difficile. Outre leur pléthore, le seul reproche que l'on pouvait formuler aux séances consacrées à ce thème était leur dispersion dans des salles non dédiées à lui et certaines contradictions dans les résultats.

Le deuxième phénomène observé était un certain vide scientifique dans les séances à thème thoracique ou plutôt la dispersion, au sein de banalités habituelles, de communications instructives apportant des connaissances nouvelles transposables dans les activités quotidiennes. Le scanner y tenait une place royale alors que l'IRM du poumon s'était réfugiée dans une séance à tropisme surtout fonctionnel mais de très bonne tenue et de très grand intérêt.

Le troisième phénomène était celui attendu de l'irruption de l'imagerie fonctionnelle du thorax dans la routine clinique. Mais la déception était au rendez vous en dehors de la séance d'IRM sus-citée. On a vu cependant que l'imagerie non invasive, de technologie récente, toujours étranglée dans notre pays, nous rappelait que le cœur est entre les deux poumons et qu'il devient analysable. C'est un nouveau domaine pour le radiologue généraliste qui pouvait faire l'impasse sur cet organe il y a quelques années mais qui maintenant doit intégrer son approche morphologique dans sa "check-list" d'interprétation. Le raccourcissement des temps de rotation va ouvrir un peu plus encore cet horizon.

L'adjonction au mot "imagerie" du qualificatif d'une spécialité d'organe est parfois source de situation conflictuelle entre spécialistes. Qu'en sera-t-il avec l'imagerie moléculaire, l'imagerie optique, la bio-informatique et tous les développements futurs que l'on voudrait voir demeurer dans notre discipline ? La réponse à cette importante question est abordée dans un éditorial récent de Radiology (62). Elle passe par un décloisonnement à la dissolution duquel de nombreuses disciplines, dont la nôtre, notre état d'esprit et un certain nombrilisme universitaire ne sont pas encore prêts. Elle passe aussi par une modernisation considérable de l'enseignement de l'imagerie dont le rythme et l'amplitude devraient être adaptés à l'imagerie et à l'ingénierie biomédicales.

Bibliographie :

- 1 – K. Peldschus, J.I. Cheema, P. Herzog, J.M. Martensen, P. Costello, U.O. Schoepf.
Computer-aided Diagnosis as a Second Reader: Spectrum of Findings in Chest CT Studies Interpreted as Normal. RSNA' 2003 : 291
- 2 – D.P. Miller, R.B. Burns, A.C. Schneider, K.F. O'Shaughnessy, S.A. Wood, R.A. Castellino.
A Multi-reader, Multi-case ROC Study Demonstrating Improved Performance Detecting Lung Nodules Using Computer-aided Detection (CAD) in Multi-slice CT (MSCT) of the Chest. RSNA' 2003 : 291
- 3 – M.S. Brown, S.R. Rogers, J.G. Goldin, H.J. Kim, R.D. Suh, D.R. Aberle.
Computed-aided Lung Nodule Detection in CT: Results of Large Scale Observer Test at RSNA 2002. RSNA'2003 : 292
- 4 – P. Herzog, T.M. Seyfarth, C.L. Novak, H. Shen, S.O. Schoenberg, M.F. Reiser.
Performance of a Computer-aided Diagnosis Tool for the Detection of Pulmonary Nodules at Multidetector-row CT Data. RSNA'2003 : 292
- 5 – G.D. Rubin, J.P. Lyo, D.S. Paik, A.J. Sherbondy, D.P. Naidich, S. Napel.
Impact of Computer-assisted Detection (CAD) Algorithm vs a second Radiologist on Reader Sensitivity for Detecting Pulmonary Nodules in MDCT Scans. RSNA'2003 : 293

- 6 – K. Peldschus, J.M. Martensen, J.I. Cheema, M. Miao, S.A. Wood, U.O. Schoepf.
Computer-aided Diagnosis of Focal Lung Disease with Dedicated Visualization Tools and Automated Lesion Detection: Influence on Reader Effectiveness. RSNA'2003 : 293
- 7 – C.I. Fetita, F. Preteux, C.I. Beigelman-Aubry, E. Jauffret, P.A. Grenier.
3D ANDALUS: A new Software Package for 3D Automated Nodule Detection and Analysis in CT Lung Screening. RSNA'2003 : 293
- 8 - C.I. Beigelman-Aubry, M. Ferrant, F. Jauffret, A. Capderou, O. Rixe, P.A. Grenier.
Quantitative Assessment of Pulmonary Nodules: a new Approach of Volumetric Evaluation. RSNA'2003 : 440
- 9 – D.M. Tack, V. De Maertelaer, V. Coleaux, P.A. Gevenois.
Reproducibility of Semiautomatic Lung Nodule Volume Measurements (Lung Care): Influence of the Radiation Dose, of Nodule Shape, and of the Operator. RSNA'2003 : 439
- 10 – W.J. Kostis, D.J. Walter, S.C. Fluture, D.F. Yankelevitz, C.I. Henschke.
Reproducibility of Pulmonary Nodule Volume Estimation on Current and Next-Generation CT Scanners. RSNA'2003 : 440
- 11 – K. Lee.
Solitary Pulmonary Nodule: Characterization on Dynamic Enhancement Study Using Multi-detector Row CT. RSNA'2003 : 441
- 12 – C.I. Henschke, M.D. Rifkin, S. Kopel, D.L. Klippenstein, A. Khan, L.J. Kohman.
New York Early Lung Cancer Action Project: A Multi-institutional Study of CT Screening for Lung Cancer. RSNA'2003 : 493
- 13 – N. Piyavisetpat, S.L. Aquino, P.F. Hahn, E.F. Halpern, J.H. Thrall.
Small Incidental Pulmonary Nodules : How Useful is Short-term Interval CT Follow-up ? RSNA'2003 : 493
- 14 - C.I. Henschke, D.F. Yankelevitz, A.O. Farooqi, W.J. Kostis, D.I. McCauley.
Lung Cancers Diagnosed under Annual Repeat CT Screening in the ELCAP Program. RSNA'2003 : 494
- 15 - M.T. Freedman , S.B. Lo, F. Lure, X. Xu, J. Lin, T. Osicka.
A Computer Aid for Radiologists: Improved Detection of Small Volume Lung Cancer on Chest Radiographs.
RSNA '2003 : 523
- 16 - X. Zeng, G. Lim, D.P. Miller, J. Chen, H. Chui, J. Roehrig.
Computer-aided Detection (CAD) for PA Chest Radiography: Algorithm Evaluation for Multiple Imaging Modalities and Processing Options.
RSNA'2003 : 523
- 17 - H.P. McAdams, D.J. Godfrey, J.T. Dobbins,.
Digital Tomosynthesis for improved Lung Nodule Detection: Initial Clinical Experience.
RSNA'2003 : 524
- 18 - D.P. Naidich, B. Geiger, T.J. Harkin, M. Kukuk, A.P. Kiraly, C.L. Novak.
CT-guided Bronchoscopic Evaluation of Small Peripheral Lung Nodules: A Feasibility Study.
RSNA'2003 : 617
- 19 - C.L. Novak, H. Shen, B.L. Odry, G. McGuinness, D.P. Naidich.
Variability of Volume Measurements of Small Lung Nodules with Respiration.
RSNA'2003 : 619
- 20 - Q. Li, C. Zhang, F. Li, H. Abe, S. Sone, K. Doi.
A High Performance Computer-aided Diagnostic Scheme for Lung Nodule Detection in Thin-Slice CT Based on 3D Nodule Enhancement Filter and 3D Spiral Segmentation Technique.
RSNA'2003 : 647
- 21 - O. Hay, D. Sifri, Y. Srinivas, R. Wiemker.
Evaluation of Automatic Volumetric Segmentation of Lung Nodules in Standard and Low Dose CT Scans.
RSNA'2003 : 647
- 22 - A. Gutzeit, L.S. Freudenberg, H. Kuehl, T. Egelhof, J.F. Debatin, G. Antoch.
Detection of Unknown Primary Tumors: Value of Dual Modality PET CT.
RSNA'2003 : 487
- 23 - C. Yap, A. Quon, C. Schiepers, M. Dahlbom, O. Ratib, J.G. Czernin.
Additional Value of PET CT over PET for Cancer Staging and Lesion Localization.
RSNA'2003 : 487
- 24 - G. Antoch, F.M. Vogt, L.S. Freudenberg, S.C. Goehde, J.F. Debatin, S.G. Ruehm.
Comparison of whole-body PET CT with Whole-Body MRI for Tumor Staging in Oncology.
RSNA'2003 : 487

- 25 - J. Shiraishi, H. Abe, F. Li, K.T. Bae, R.M. Engelmann, K. Doi.
Usefulness of Advanced Computer-aided Diagnostic Scheme for Lung Cancer Diagnosis in Chest Radiographs: Observer Performance Study.
RSNA'2003 : 563
- 26 - K. Suzuki, J. Shiraishi, H. Abe, K. Doi,.
False Positive Reduction in Computerized Detection of Lung Nodules in Chest Radiographs Using Massive Training Artificial Neural Network.
RSNA'2003 : 563
- 27 - S.G. Armato, M. Aristophanous, E.M. Engelmann, C.L. Croteau, H.M. MacMahon.
Automated Detection of Pathologic Change from Temporal Subtraction Images of the Chest.
RSNA'2003 : 563
- 28 - S. Kido, S. Sasaki.
Automated Elimination of Rib Opacities on Chest Radiographs for Computer-aided Diagnosis of Diffuse Lung Opacities.
RSNA'2003 : 563
- 29 - A.H. Mahnken, B. Jung, T.G. Flohr, S. Schaller, R.W. Guenther, J.E. Wildberger.
Individually Weight Adapted Examination Protocols for Reducing Radiation Exposure in Retrospectively ECG-gated MSCT of the Heart.
RSNA'2003 : 413
- 30 - B.M. Ohnesorge, H.K. Bruder, F. Cademartiri, K. Nieman, C.R. Becker, T.G. Flohr.
Improving Temporal Resolution for 16-slice Cardiac CT: Comparison of Image Quality with Multi-Segment Reconstruction vs increased Gantry Rotation Speed.
RSNA'2003 : 413
- 31 - R. Manzke, M. Grass, T. Nielsen, T. Koehler.
Automatic Phase Point Determination for High-Resolution Cardiac CT Reconstruction.
RSNA'2003 : 414
- 32 - T. Pan, P. Salla, C. Bulkes.
Cardiac CT Imaging with Mechanical Gating.
RSNA'2003 : 414
- 33 - A. So, J. Hadway, J. Sykes, H. Kong, G. Wisenberg, T. Lee.
Constant Infusion CT Imaging to Assess Myocardial Injury.
RSNA'2003 : 453
- 34 - J.K. Kim, P. Schoenhagen, R.D. White, A.E. Stillman.
Acute Myocardial Infarction (AMI) Presenting as Suspected Acute Aortic Dissection (AAD): Incidence and CT Findings.
RSNA'2003 : 454
- 35 - K. Nikolaou, A. Knez, S. Sagmeister, S. Schaller, M.F. Reiser, C.R. Becker.
Detection and Volumetric Assessment of Myocardial Infarctions Using Multidetector-row Computed Tomography.
RSNA'2003 : 454
- 36 - B. Ghaye, D. Szapiro, L. Rodriguez, C. Timmermans, R.F. Dondelinger.
Comparison of Computed Tomography and Magnetic Resonance for Screening of Potential Complications of Cryotherapy for Percutaneous Ablation of Atrial Fibrillation.
RSNA'2003 : 502
- 37 - B. Ghaye, L. Rodriguez, C. Timmermans, H. Tse, J. Geller, R.F. Dondelinger.
Computed Tomographic Screening of Potential Complications of Percutaneous Pulmonary Vein Isolation with Cryoablation for the treatment of Atrial Fibrillation.
RSNA'2003 : 502
- 38 - S. Choi, J. Seo, S.H. Choi, S. Lee, K. Do, T. Lim.
Variation of the Size of Pulmonary Venous Ostia During the Cardiac Cycle: Optimal Reconstruction Window at ECG-gated Multi-detector Row CT.
RSNA'2003 : 503
- 39 - V.D. Raptopoulos, M.F. Mastromatteo, M.J. Lipton, M.E. Clouse.
Integrated Pulmonary-Coronary CT Angiography: Development of technique and Early Results.
RSNA'2003 : 540
- 40 - J.C. Hellinger, A. Napoli, D. Fleischmann, A.N. Leung, G.D. Rubin.
Multidetector Row CT (MDCT) Assessment of Thromboembolic Disease: Incremental Value of CT Venography (CTV) in 1240 Consecutive Exams.
RSNA'2003 : 351
- 41 - M. Das, A.C. Schneider, U.O. Schoepf, J.I. Cheema, S.A. Wood, P. Costello.
Computer-aided Diagnosis of Peripheral Pulmonary Emboli.
RSNA'2003 : 351

- 42 - A.J. Yoo, C. Wittram, .
CTPA Pulmonary Artery Flow Artifact: Pitfall in the Diagnosis of Pulmonary Embolism.
RSNA'2003 : 352
- 43 - J.R. Mayo, S.E. Kalloger, S.L. MacDonald, N.J. Sreaton, M.P. Hiorns, H.O. Coxson.
Enhanced Detection of Pulmonary Emboli through the Use of Subtraction CT Perfusion Images.
RSNA'2003 : 352
- 44 - M. Remy-Jardin, I. Tillie-Leblond, I. Mastora, O. Ertzbischoff, J.Remy.
Safety and Effectiveness of Gadolinium-enhanced Multislice Spiral CT Angiography of the Pulmonary Circulation: Preliminary Results in 37 patients.
RSNA'2003 : 352
- 45 - M. Remy-Jardin, N. Bouaziz, Ph. Dumont, P.Y. Brillet, J. Remy.
Comparison of Systemic Collateral Supply in Patients with Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension and Primary Pulmonary Hypertension: Noninvasive Assessment with Multislice Spiral CT Angiography.
RSNA'2003 : 353
- 46 - T. Kozuka, T. Johkoh, N. Tomiyma, M. Higasi, S. Hamada, H. Nakamura.
High-Resolution CT Findings of Primary Pulmonary Hypertension in 29 Patients: What is Centrilobular Faint Opacities ?
RSNA'2003 : 616
- 47 - Ph. Dumont, P.Y. Brillet, M. Remy-Jardin, A. Duhamel, J. Remy.
Natural History of Small-sized Pulmonary Arteriovenous Malformations in Patients with Hereditary Hemorrhagic Telangiectasia: Spiral CT Follow-up over 7.8 Years.
RSNA'2003 : 616
- 48 - M. Remy-Jardin, M.C. Copin, F. Deschildre, D. Artaud, B. Gosselin, J. Remy.
Experimental Pulmonary Embolism in Pigs: Evaluation of the Consequences of a Proximal vs Distal Pulmonary Artery Obstruction on the Development of Bronchial Collateral Supply and Risk of Pulmonary Infarction.
RSNA'2003 : 504
- 49 - Y.Z. Lee, Y. Cheng, J. Zhang, O. Zhou, D.S. Lalush, W. Lin.
Novel Micro-CT based on a Carbon Nanotub Field Emission X-ray Source.
RSNA'2003 : 334
- 50 - T.G. Flohr, K. Stierstorfer, C. Suess, S. Popescu, B. Schmidt, S. Schaller.
Design Considerations for a CT-system with area detector.
RSNA'2003 : 334
- 51 - T. Riedel, T.O. Fuchs, B. Groh, K. Klingenbeck-Regn, W.A. Kalender.
Performance Characteristics of a Flat Panel Detector with Respect to CT Imaging.
RSNA'2003 : 515
- 52 - M. Kachelriess, K. Sourbelle, W.A. Kalender.
Extended Parallel Backprojection (EPBP) for Spiral and Circular Cardiac Cone-Beam CT with Up to 256 Slices.
RSNA'2003 : 427
- 53 - R.M. Lapp, M. Kachelriess, D. Sennst, M. Dassel, W.A. Kalender.
Merging Motion-Free Kymogram-Correlated CT Images with Low Noise Standard CT Images for Optimized Pericardial Lung Imaging.
RSNA'2003 : 428
- 54 - B. Schmidt, C. Leidecker, S. Schaller, W.A. Kalender.
Evaluation of Dose Reduction by Risk Organ-Dependent Tube Current Modulation.
RSNA'2003 : 516
- 55 - G. Wang, E.A. Hoffman, G. McLennan, L.V. Wang, M. Suter, J.F. Meinel.
Development of the First Bioluminescent CT Scanner.
RSNA'2003 : 566
- 56 - T.G. Flohr, H.K. Bruder, K. Stierstorfer, S. Schaller.
Evaluation of Approaches to Reduce Spiral Artifacts in Multi-Slice Spiral CT.
RSNA'2003 : 567
- 57 - E. Shefer, G. Shechter, A. Altman, D. Braunstein.
Windmill Artifacts in 16-Slice CT.
RSNA'2003 : 567
- 58 - E. Shefer, A. Altman.
Comparison of CT Slice-width Profile in 3D and 2D Back Projection.
RSNA'2003 : 568

59 - M. Huber, M. Milite, D. Rinck, G. Kohl, T.N. Seyfarth.
Quantitative Evaluation of Pulmonary Nodules: Impact of Scanning and Reconstruction Parameters on Accuracy and Reproducibility of Mean CT Density Measurements.
RSNA'2003 : 569

60 - G. Shechter, T. Koehler, A. Altman, R. Proksa.
Improved Dose Utility of a Multi-slice CT Scanner Using a novel Approach of Image Reconstruction.
RSNA'2003 : 692

61 - T.G. Flohr, K. Stierstorfer, H.K. Bruder, A. Rauscher, J.M. Boese, S. Schaller.
Performance Evaluation of Image Reconstruction Approaches for Multi-Slice Spiral CT.
RSNA'2003 : 692

62 - C.A. Fee, R.I. Pettigrew.
National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering: poised for the future.
Radiology 2003; 229: 636-637