



Chirurgie Viscérale
Pédiatrique et Néonatale



Métastases pulmonaires : place de la chirurgie

DES Chirurgie Infantile 2026

S. Irtan

PUPH Chirurgie Viscérale Pédiatrique et Néonatale

Hôpital Trousseau, Paris

Introduction

- Toute la problématique est de définir ce qu'est une métastase pulmonaire
- Les questions pour le chirurgien sont de savoir
 1. Comment aider à la détermination diagnostique des nodules pulmonaires vus par des scanners de plus en plus performants, qui identifient des nodules de plus en plus petits et dont la spécificité en terme de malignité n'est pas établie.
 2. Quand et comment opérer

Définition

- [grec ancien](#) : μετάστασις, de μεθίστημι « je change de place »
- Dissémination pulmonaire d'un cancer primitif situé dans une autre localisation anatomique, par voie hématogène ou lymphatique
- Détection le plus souvent sur le bilan d'extension de la tumeur primitive, rarement symptomatique

Définition radiologique

- 1^{ère} question : Sur quel examen radiologique ?
- Plusieurs questions se posent pour définir radiologiquement une métastase pulmonaire:
 - À partir de quelle **taille** peut-on parler de métastases ? Y a-t-il une taille minimum ?
 - Y a-t-il un **nombre** de nodules minimum pour parler de métastases pulmonaires ?
 - Y a-t-il une **localisation** préférentielle des nodules métastatiques par rapport aux nodules bénins ?
 - Quels sont les **aspects** radiologiques des métastases ? Y a-t-il un aspect type quelque soit la tumeur primitive ? Quelles sont les différences en fonction de la tumeur primitive ?
 - Est-ce que l'**évolution** des nodules au cours de la prise en charge peut aider à leur caractérisation ?

Quel examen radiologique ?

- = Scanner low dose sans injection en coupes millimétriques
- Place de l'IRM encore très discutable mais avec les séquences de diffusion permettant de distinguer les nodules bénins des nodules malins, l'IRM pourrait devenir l'avenir

British Thoracic Society guidelines for the investigation and management of pulmonary nodules

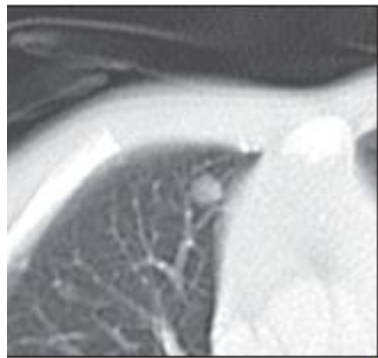
M E J Callister,¹ D R Baldwin,² A R Akram,³ S Barnard,⁴ P Cane,⁵ J Draffan,⁶ K Franks,⁷ F Gleeson,⁸ R Graham,⁹ P Malhotra,¹⁰ M Prokop,¹¹ K Rodger,¹² M Subesinghe,¹³ D Waller,¹⁴ I Woolhouse,¹⁵ British Thoracic Society Pulmonary Nodule Guideline Development Group, on behalf of the British Thoracic Society Standards of Care Committee

CT Characteristics of Lung Nodules Present at Diagnosis of Extrapulmonary Malignancy in Children

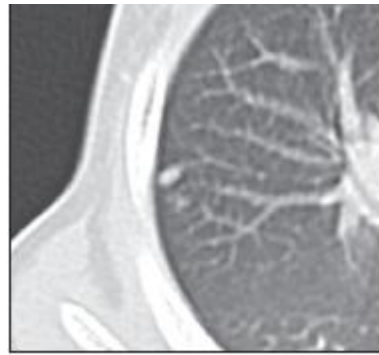
Cicero Torres Silva^{1,2}
Joao Guilherme Amaral¹
Rahim Moineddin³
Wendy Doda¹
Paul S. Babyn¹

AJR:194, March 2010

- 2000-2005 : sur 576 enfants vus, 515 (89,4%) ont eu un scanner d'évaluation pulmonaire au diagnostic.
- 111 avaient des nodules, 71 bilatéraux et 40 unilatéraux.
- Nombre de nodules :
 - 1 nod (22)
 - 2-10 nod (60)
 - > 10 nod (29)
- Taille des nodules :
 - < 5 mm (48)
 - 6-10 mm (36)
 - > 10 mm (27)
- Aspect des nodules :
 - Ovale 45
 - Rond 31
 - Polygonal 21
 - Complexe 14



A



B



C



D

Fig. 1—Axial chest CT images on lung window settings from four different patients show examples of different shapes of lung nodules.

A, Round nodule in 3-year-old boy with osteosarcoma that was not biopsied. Follow-up CT (not shown) performed after chemotherapy showed nodule had resolved.

B, Oval nodule in 20-month-old boy with hepatoblastoma that was shown to be metastasis on surgical biopsy.

C, Polygonal nodule in 7-year-old boy with neuroblastoma. Pleural plaque with fibrous tissue was diagnosed on the basis of percutaneous biopsy.

D, Complex nodule on 10-year-old girl with Hodgkin disease. Nodule was not biopsied and was still present on follow-up CT performed 3 months later and was assumed to represent metastasis.

Histologie de la tumeur primitive

Primary Diagnosis	No. of Pts
Lymphomas and reticuloendothelial neoplasms	34
Neuroblastomas and other peripheral nervous cell tumors	12
Renal tumors	13
Hepatic tumors	5
Malignant bone tumors	20
Soft-tissue and other extraosseous sarcomas	12
Germ cell tumors, trophoblastic tumors, and neoplasms of gonads	7
Other malignant epithelial neoplasms and malignant melanomas	8
Total	111

CT Characteristics of Lung Nodules Present at Diagnosis of Extrapulmonary Malignancy in Children

Cicero Torres Silva^{1,2}
 Joao Guilherme Amaral¹
 Rahim Moineddin³
 Wendy Doda¹
 Paul S. Babyn¹

AJR:194, March 2010

TABLE 1: CT Features of Lung Nodules as a Function of Primary Diagnosis: Patients Grouped According to The International Classification of Childhood Cancer, Third Edition [13]

Primary Diagnosis	No. of Pts	CT Features of Lung Nodules																						
		Laterality of Disease		No. of Nodules Per Patient			Distribution of Nodules			Size (mm) of Largest Nodule			Shape of Nodules				Attenuation of Nodules			Margins		Calcifications		
		U	B	1	2-10	> 10	C	D	P	≤ 5	6-10	> 10	R	O	Pg	Cx	S	M	GG	Sm	I	Ab	D	C
Lymphomas and reticuloendothelial neoplasms	34	13	21	4	19	11	0	7	27	10	10	14	8	14	4	8	21	1	12	22	12	32	1	1
Neuroblastomas and other peripheral nervous cell tumors	12	8	4	7	4	1	0	0	12	7	5	0	2	1	6	3	9	1	2	10	2	11	0	1
Renal tumors	13	7	6	4	5	4	0	1	12	5	6	2	5	5	2	1	8	0	5	10	3	13	0	0
Hepatic tumors	5	0	5	0	4	1	0	0	5	3	1	1	1	3	1	0	4	0	1	5	0	5	0	0
Malignant bone tumors	20	7	13	5	10	5	1	1	18	11	5	4	10	4	5	1	15	1	4	19	1	19	1	0
Soft-tissue and other extrasosseous sarcomas	12	2	10	1	8	3	0	1	11	5	5	2	4	6	2	0	8	1	3	11	1	12	0	0
Germ cell tumors, trophoblastic tumors, and neoplasms of gonads	7	2	5	1	4	2	0	1	6	2	3	2	1	6	0	0	3	1	3	7	0	7	0	0
Other malignant epithelial neoplasms and malignant melanomas	8	1	7	0	6	2	0	1	7	5	1	2	0	6	1	1	6	1	1	7	1	8	0	0
Total	111	40	71	22	60	29	1	12	98	48	36	27	31	45	21	14	74	6	31	91	20	107	2	2

Note—Pts – patients, U – unilateral, B – bilateral, C – central, D – diffuse, P – peripheral, R – round, O – oval, Pg – polygonal, Cx – complex, S – solid, M – mixed, GG – ground-glass, Sm – smooth, I – irregular, Ab – absent.

→ Pas de spécificités des nodules sur le scanner au diagnostic

TABLE 2: CT Features of Lung Nodules as a Function of Primary Diagnosis: Subgroup of Patients With Histology Correlation

Primary Diagnosis	No. of Pts	CT Features of Lung Nodules																					Biopsy Result			
		Laterality of Disease		No. of Nodules Per Patient			Distribution of Nodules			Size (mm) of Largest Nodule			Shape of Nodules				Attenuation of Nodules			Margins		Calcifications				
		U	B	1	2-10	> 10	C	D	P	≤5	6-10	> 10	R	O	Pg	Cx	S	M	GG	Sm	I	Ab			D	C
Lymphomas and reticuloendothelial neoplasms	4	1	3	0	2	2	0	0	4	1	1	2	0	0	3	1	2	0	2	1	3	3	0	1	4	0
Renal tumors	6	3	3	1	2	3	0	1	5	3	2	1	2	2	1	1	4	0	2	4	2	6	0	0	3	3
Hepatic tumors	2	0	2	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	1	1
Malignant bone tumors	5	2	3	1	3	1	0	0	5	2	2	1	2	0	2	1	5	0	0	5	0	4	1	0	4	1
Soft-tissue and other extrasosseous sarcomas	3	0	3	0	1	2	0	0	3	0	3	0	1	2	0	0	3	0	0	3	0	3	0	0	0	3
Germ cell tumors, trophoblastic tumors, and neoplasms of gonads	4	0	4	0	2	2	0	1	3	0	2	2	0	4	0	0	2	1	1	4	0	4	0	0	3	1
Other malignant epithelial neoplasms and malignant melanomas	2	1	1	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0
Total	26	7	19	2	14	10	0	2	24	10	10	6	5	12	6	3	20	1	5	21	5	24	1	1	17	9
Nodules benign on biopsy	17	7	10	2	10	5	0	2	15	9	4	4	3	7	6	1	12	1	4	13	4	16	0	1		
Nodules malignant on biopsy	9	0	9	0	4	5	0	0	9	1	6	2	2	5	0	2	8	0	1	8	1	8	1	0		

Note—The patient with an inconclusive biopsy result is not included in this table. Pts - patients, U - unilateral, B - bilateral, C - central, D - diffuse, P - peripheral, R - round, O - oval, Pg - polygonal, Cx - complex, S - solid, M - mixed, GG - ground-glass, Sm - smooth, I - irregular, Ab - absent, Bn - benign, Mg - malignant.

CONCLUSION. Lung nodules in children with extrapulmonary malignancies showed a variety of patterns on CT. In the subgroup of lung nodules that underwent biopsy, none of the nodule features studied on CT reliably differentiated benignity from malignancy.

Quand opérer des nodules au diagnostic ?

- Pratiquement jamais sauf :
 - Nodules pulmonaires douteux dans le cadre d'un sarcome d'Ewing : la biopsie des nodules pulmonaires est crucial pour adapter la chimiothérapie

Définition du caractère métastatique selon les différentes tumeurs

Ostéosarcome

- France (OS 2006) :
 - Nb nod > 5 quelque soit la taille
 - Taille au moins un nod > 10 mm
 - Si < 5 nod et nod < 10 mm, il faut un ou plus de nod > 5 mm
- Europe (EURAMOS)
 - > 3 nod de plus de 5 mm
 - 1 nod de plus de 1 cm

Quels sont les aspects radiologiques possibles de métastases pulmonaires ?

The many faces of pulmonary metastases of osteosarcoma:
Retrospective study on 283 lesions submitted to surgery

Federica Ciccarese^{a,*}, Alberto Bazzocchi^b, Rosanna Ciminari^b, Alberto Righi^c,
Michele Rocca^d, Eugenio Rimondi^b, Piero Picci^c, Maria L. Bacchi Reggiani^e,
Ugo Albisinni^b, Maurizio Zompatori^a, Daniel Vanel^b

European Journal of Radiology 84 (2015) 2679–2685

283 nodules (123 thoracotomies) / 70 patients avec ostéosarcome
entre 2007 et 2013

Rond 85%

Calcification 61%

Lésion cavitaire

Strie

Halo

14%



Fig. 2. Examples of atypical radiological presentation of pulmonary metastases of osteosarcoma in different patients: halo sign (a), calcified pleural plaque (arrow-b), cavitated lesion (c), stria (d).

➔ Tous les aspects sont possibles !!

The many faces of pulmonary metastases of osteosarcoma: Retrospective study on 283 lesions submitted to surgery

Federica Ciccarese^{a,*}, Alberto Bazzocchi^b, Rosanna Ciminari^b, Alberto Righi^c,
Michele Rocca^d, Eugenio Rimondi^b, Piero Picci^c, Maria L. Bacchi Reggiani^e,
Ugo Albisinni^b, Maurizio Zompatori^a, Daniel Vanel^b

European Journal of Radiology 84 (2015) 2679–2685

- Nodules métastatiques plus fréquemment calcifiés, gros et progressifs dans le temps ($p < 0.0001$)

Table 3
Summary of CT features of both metastatic and benign lesions.

Features	Metastases (number–%)	Benign Lesions (number–%)	P
Calcification	143/234–61.1%	6/49–12.2%	<0.0001
Nodular shape	201/234–85.9%	43/49–87.8%	0.732
Dimensional changes			<0.0001
Reduction/disappearance	6/234–2.6%	6/49–12.2%	
No changes	89/234–38.0%	37/49–75.5%	
Growth	82/234–35.0%	1/49–2.0%	
New onset	57/234–24.4%	5/49–10.2%	
Subpleural location	120/234–51.3%	37/49–75.5%	$p = 0.002$
Bilateral distribution	108/234–46.2%	29/49–59.2%	0.097

Sarcome d'Ewing

- Caractéristiques des nodules considérés métastatiques au diagnostic d'un sarcome d'Ewing:
 - 1 nod > 10 mm
 - >1 nod > 5 mm
- Cas douteux :
 - 1 seul nodule de 5-10 mm ou
 - plusieurs nodules de 3-5 mm
 - à biopsier
- Si 1 seul nodule < 5mm ou plusieurs nod < 3 mm, à discuter au cas par cas et faire une biopsie si doute

Problématique 'CT only' nodules dans le néphroblastome

- Accuracy of pediatric radiologists to distinguish benign from malignant CT-only nodules = 67 %
- Owens 2002 : différence significative de survie chez les patients de stade I ayant des CT-only nodules versus ceux sans nodules (rechute 43% vs 10%)
- NWTS-3 et 4 : pas de différence sur EFS et OS entre patients avec CT-only nodules traités selon localisés et ceux traités selon métastatiques.

Owens CM, et al. Role of chest computed tomography at diagnosis in the management of Wilms' tumor: a study by the United Kingdom Children's Cancer Study Group. J Clin Oncol. 2002 Jun 15;20(12):2768-73.

Meisel JA et al. Significance and management of computed tomography detected pulmonary nodules: a report from the National Wilms Tumor Study Group. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1999 Jun 1;44(3):579-85.

Chest-CT definition:

Lung nodules with the following characteristics will be recorded

- Non-calcified
- Round shaped
- Sharply marginated

Lung lesions with other characteristics:

- "ground-glass," ill-defined, or diffusely alveolar - they will be considered to be of inflammatory origin
- Linear in shape – they will be considered to be atelectasis
- Calcified - they will be considered to be granulomas
- Triangular or trapezoidal and perifissural or subpleural – they will be considered lymph nodes

The largest nodule will be measured, classified according to diameter and followed-up for response:

- 1 – 2 mm
- 3 – 5 mm
- 6 – 10 mm
- > 10 mm

The number of lung lesions will be recorded as following:

- 0
- 1 – 4
- 5 – 10
- 11 – 20
- >20

Lung lesions will be documented in a table like below.

	Right Lung	Left Lung	Total
Nodules 1-2 mm	N=	N=	N=
Nodules 3-5 mm	N=	N=	N=
Nodules 6-10 mm	N=	N=	N=
Nodules > 10 mm	N=	N=	N=
If > 10 mm, size of largest Nodule mm mm	
All nodules	N=	N=	N=

Critères UMBRELLA

Critères UMBRELLA

- Critères évalués au diagnostic et en préopératoire de la néphrectomie
- La réponse au traitement est classée selon le tableau:

Target lesion (≥ 5 mm)	Non-target lesion (initially < 3 mm)*	Overall response
CR	CR	CR
No lesions > 2 mm and no new lesion	Non PD or SD and no new lesions	VGPR
> 30% response and no new lesion	Non PD and no new lesions	PR
SD and no new lesion	Non PD and no new lesions	SD
> 20% increase or new lesions	PD or new lesions	PD

Table 15.3.1: Definition of metastatic response after preoperative chemotherapy: WT-Absolute-RECIST-Merge ("WARM") CT slice thickness 1mm, otherwise 2 x CT-slice thickness. Target lesions must be at least twice the size of the CT-slice thickness. Relative response is calculated based on the sum of all target-lesion's diameters initially and at re-assessment. In case of doubt, contact national Principal Investigator (PI).).* For target lesions of 3-5 mm, the only response categories are CR and non-CR.

Hépatoblastome

- **SIOPEL IV**

métastases pulmonaires = un nodule de plus de 10 mm ou plusieurs nodules dont au moins un de plus de 5 mm. Dans les autres cas, elles sont douteuses et il faudra envisager la biopsie si l'état de l'enfant le permet.

- **SIOPEL VI**

“Although the best imaging modality for the identification of lung metastases is currently CT, the defining characteristics of lung metastases in this context have not been specifically studied. It is believed, however, that factors favouring a diagnosis of metastasis include multiple lesions, a rounded, well-defined contour and a subpleural location. In most parts of the world, a single rounded lung lesion with a diameter of >5 mm in a child with a primary liver tumour is very likely to be a metastasis.”

Incidence des nodules pulmonaires et chirurgie

	Incidence méta pulm	Taux de chirurgie parmi métastatiques
Ostéosarcome ¹	17% definite met 15% doubtful nod	94%
Néphroblastome ²	13.2%	16.8%
Hépatoblastome ³	21%	23.7%
Ewing	30%	

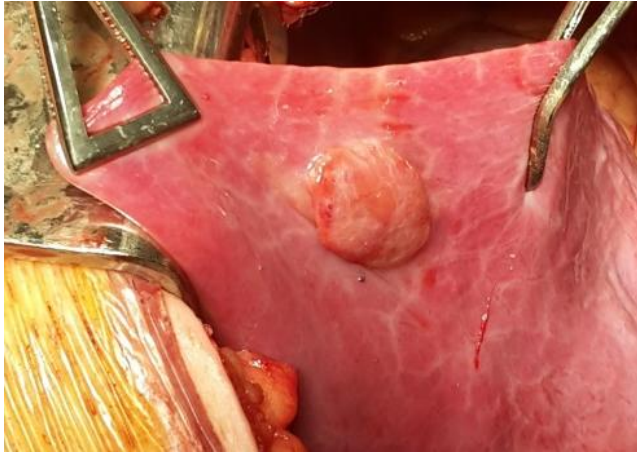
1. Piperno-Neumann S et al. *Lancet Oncol* 2016;
2. Verschuur A et al. *J Clin Oncol* 2012;30:3533-3539
3. RL Meyers et al. *Journal of Pediatric Surgery* (2007) 42, 2050–2056

Quand opérer en cours de traitement ?

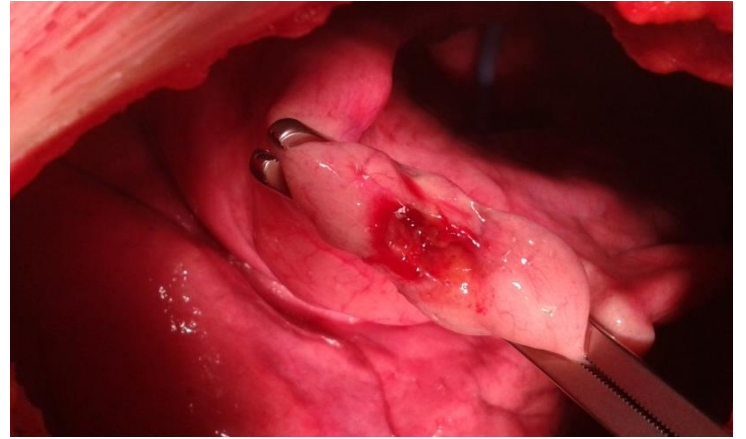
- Selon protocoles des tumeurs primitives
- Ostéosarcome : après chirurgie osseuse
- Néphroblastome : semaine 10 depuis début chimiothérapie
- Hépatoblastome : avant chirurgie hépatique jusqu'à maintenant en France mais dorénavant après.

Comment opérer ?

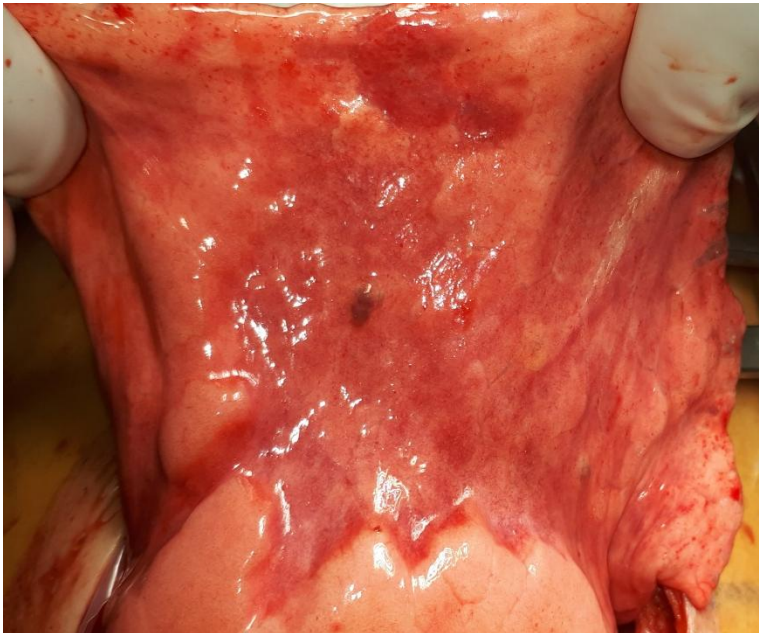
- Pour l'ostéosarcome :
 - **la palpation du poumon est OBLIGATOIRE**
 - Par thoracotomie pour palper le poumon de façon exhaustive et repérer les éventuels nodules non vus au scanner
 - Surjet de Blalock au fil résorbable
 - (Agrafage à la pince mécanique)
- Pour les autres histologies primitives :
 - Si nodule isolé, périphérique (sur la surface pleurale), une thoracoscopie peut être envisagée
 - Si résection de plusieurs nodules, thoracoscopie ou thoracotomie



Rechute Ewing iliaque



Méta pulm ostéosarcome



Méta pulm hépatoblastome

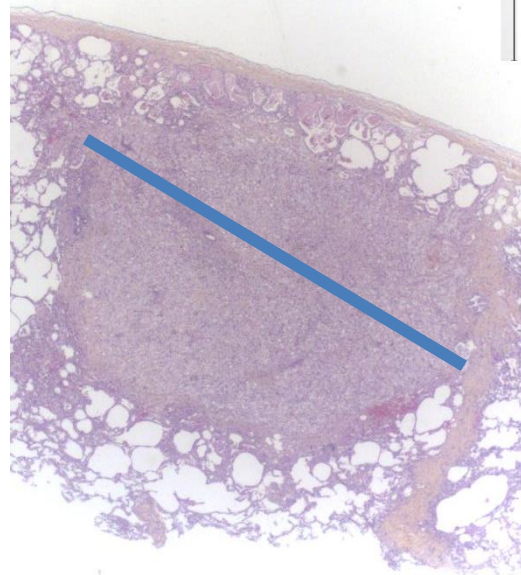


Anatomopathologie

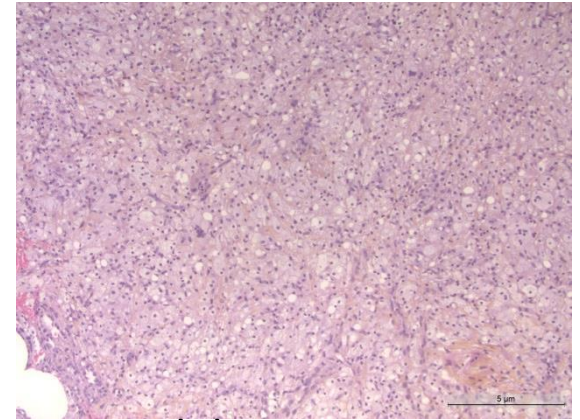
- Les yeux du chirurgien ne sont pas les mieux à même de reconnaître la nature des nodules pulmonaires.
- L'analyse au microscope est seule juge du caractère métastatique viable ou nécrosé des nodules pulmonaires réséqués.



Nodule 1 = petit gg de la grande scissure D < 1 mm



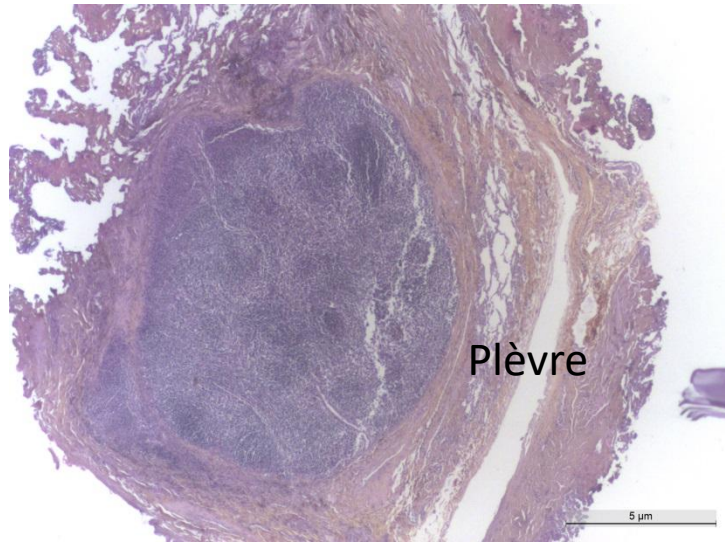
Nodule 2 = méta complètement stérilisée par la chimio de 3 mm



Nodule 3 :
Macrophages spumeux:
pas de cellules tumorales viables

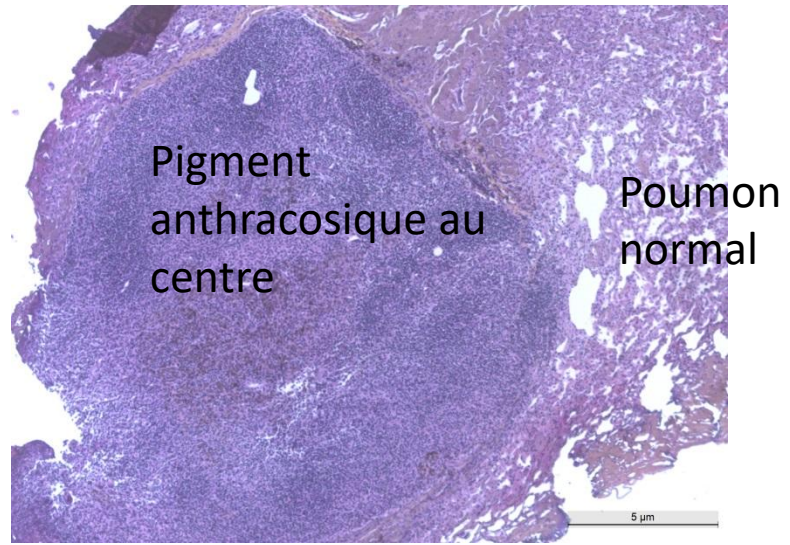


Nodule 4 = méta de 20 mm d'un néphroblastome complètement stérilisée par la chimio



Plèvre

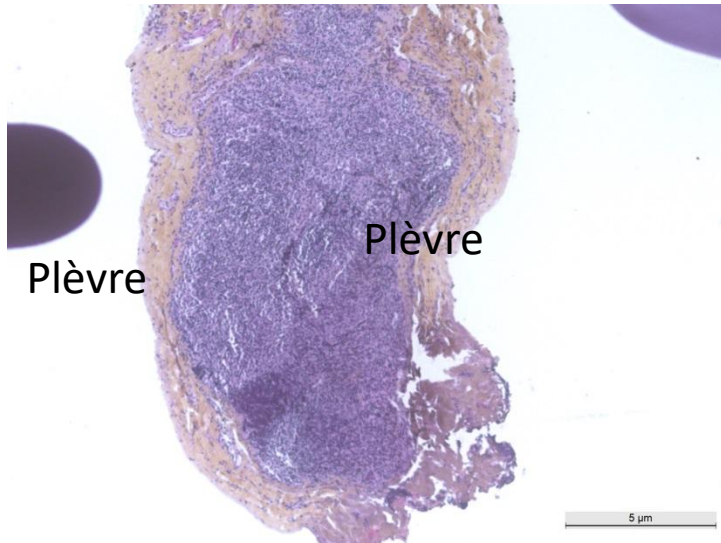
Micronodule 2 = gg lymphatique



Pigment
anthracosique au
centre

Poumon
normal

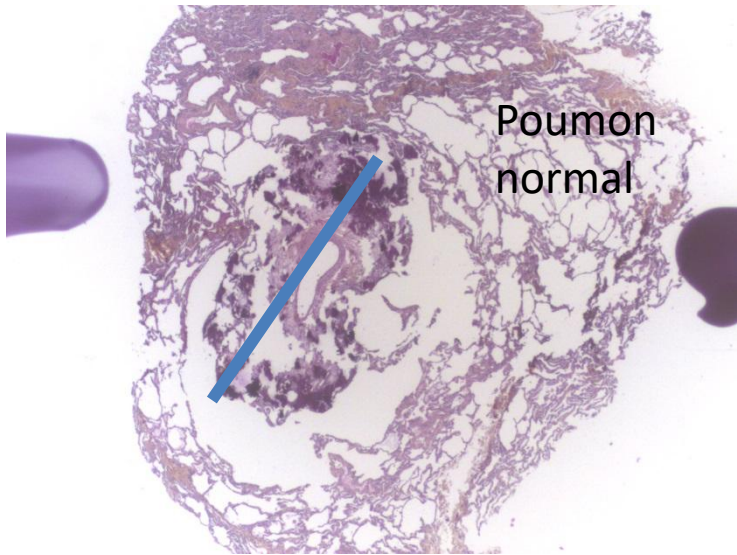
Micronodule 3 = gg lymphatique



Plèvre

Plèvre

Micronodule 4 = gg lymphatique



Violet =
grosses
calcifications

Micronodule 5 = nodule fibro-calcique
non spécifique




Micronodule 5 = nodule fibro-calcique
non spécifique

Ce sont des calcifications et pas de la matrice osseuse de l'ostéosarcome !
Sur l'imagerie c'était un micronodule calcifié.
Tout nodule calcifié sur l'imagerie n'est pas une métastase !!!

Imagerie postop et problématique des images résiduelles dans l'ostéosarcome

- Sur le scanner pulmonaire postopératoire, il peut persister des nodules non réséqués par le chirurgien car soit non retrouvés en peropératoire, soit non opérés.
- Problématique = ces nodules font-ils le lit de la récurrence ?

Prognostic impact of pulmonary nodules diagnosed at initial presentation in patients with osteosarcoma

Sabine Irtan¹  | Jean Donadiou²  | Hélène Pacquement³ |
Marie-Dominique Tabone² | Sophie Piperno-Neumann³ | Nathalie Gaspar⁴ |
Marta Jimenez⁵ | Michèle Larroquet¹ | Sabine Sarnacki⁶ | Cécile Cellier⁷ |
Laurence Brugi eres⁴ 

- But :
 -  valuer l'impact pronostique des nodules douteux au diagnostic qui n'ont pas les critères de métastases pulmonaires selon OS 2006
 - Décrire l'évolution de tous les nodules vus au diagnostic tout au long de la PEC
- 77 patients de 3 centres parisiens
- Relecture scanner pulmonaire au diagnostic, en préop, en postop, à la fin du traitement et à la rechute

Localized

Doubtful

Metastatic

Dg

N = 46
13 ont nodules

N = 25

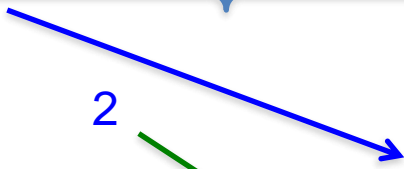
N = 6

Preop

N = 6

N = 16

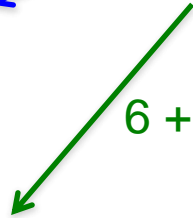
N = 6



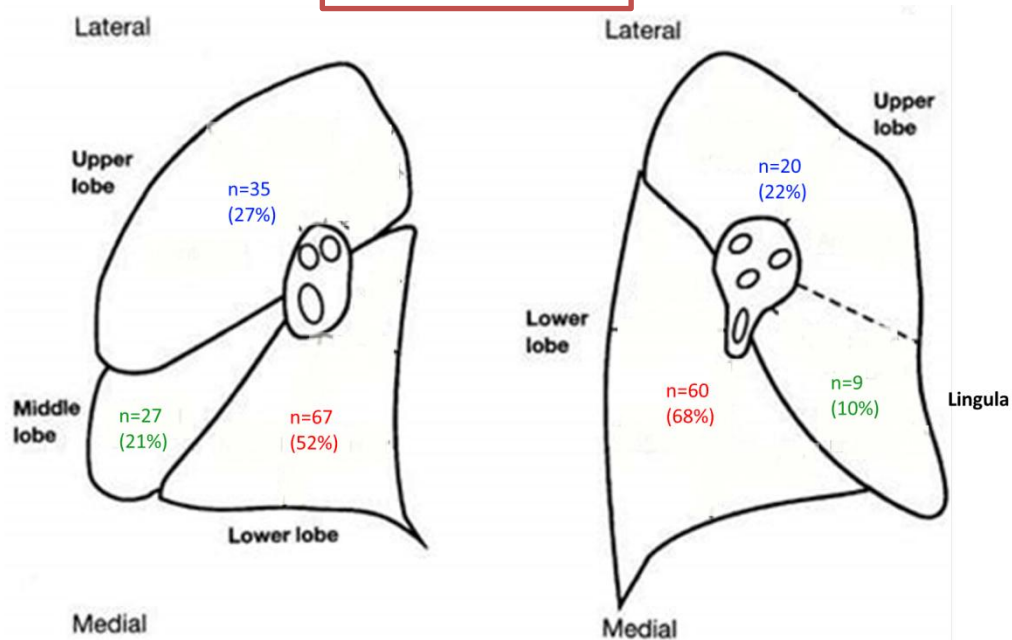
13 ↓
Thoracotomie(s)
N = 21 (27.3%)



8 + ↓
Métastases
N = 16 (77%)

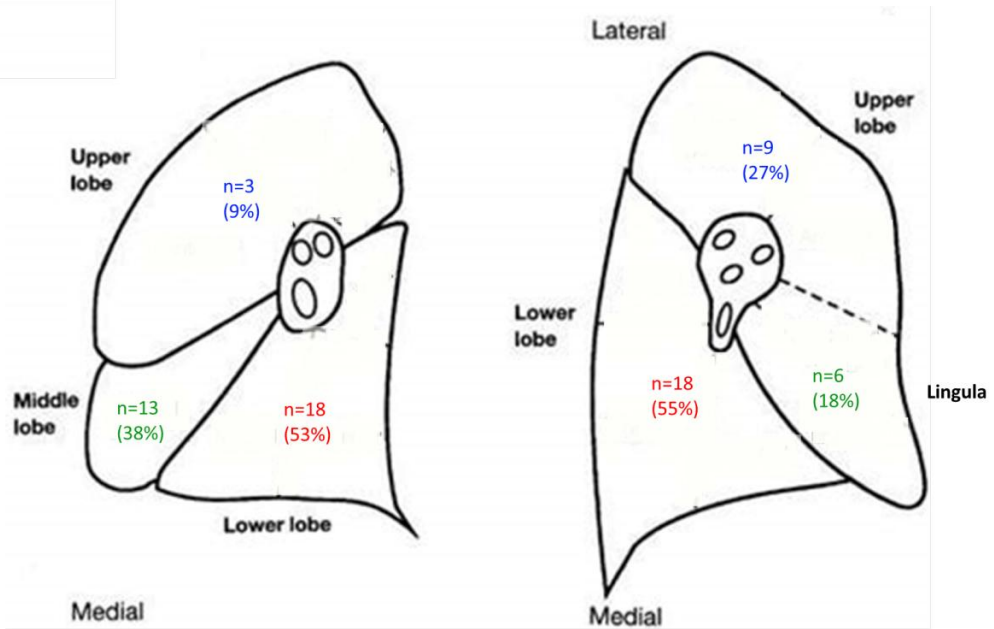


Au diagnostic



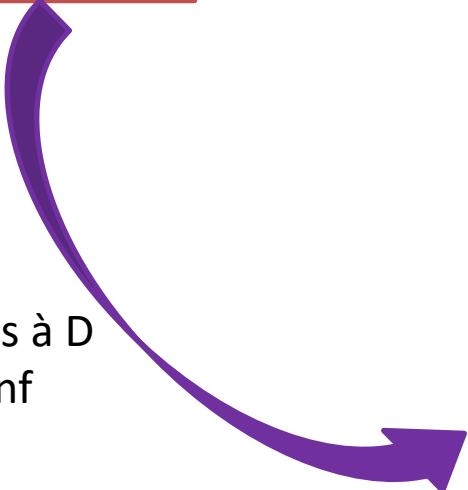
Répartition des nodules

En préop



218 nodules

Plus de nodules à D
Et dans lobes inf
(p=0.043)



158 nodules

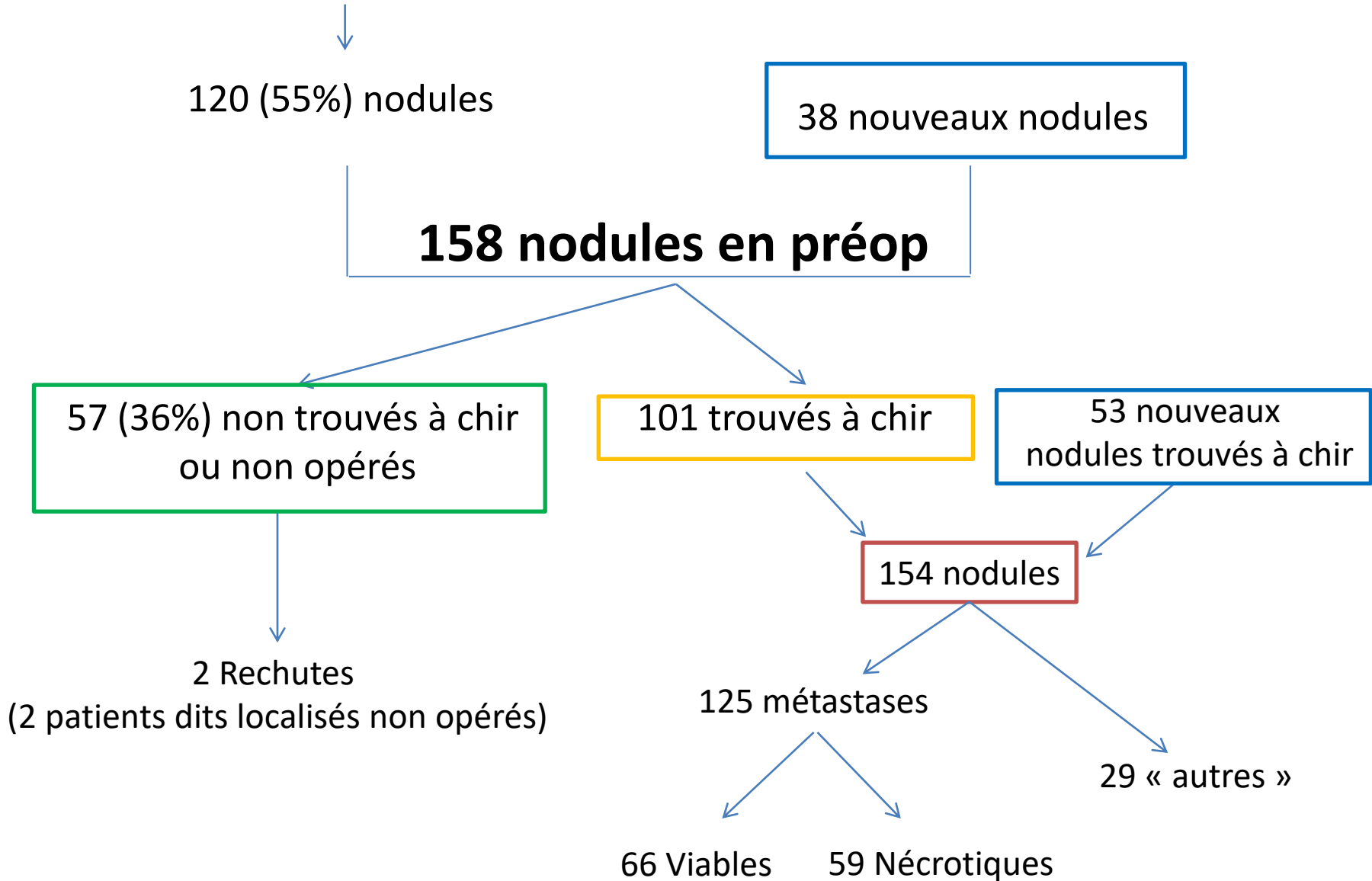
Caractéristiques des nodules pulmonaires **au diagnostic** et **en préop**

	Localized n=46	Doubtful n=25	Metastatic n=6	Total n=77
Median number of nodules	1.5 (1-6)	2 (1-15)	9.5 (1-52)	2 (1-52)
Median size of nodules (mm)	3.5 (1-7)	3 (1-7)	9 (3-13)	3 (1-13)
Number of round nodules (%)	9 (37%)	61 (74%)	107 (95%)	177 (81%)
Number of calcified nodules (%)	1 (4%)	5 (6%)	17 (15%)	23 (10%)

Median number of nodules	2 (1-23)	3 (1-13)	13 (5-52)	4 (1-52)
Mean size of nodules (mm)	2.5 (1-23)	2.5 (1-7)	3.4 (1-6)	3 (1-7)
Number of round nodules (%)	13 (54%)	52 (77%)	66 (98%)	131 (83%)
Number of calcified nodules (%)	8 (33%)	21 (31%)	32 (47%)	61 (38%)

* p=0.001

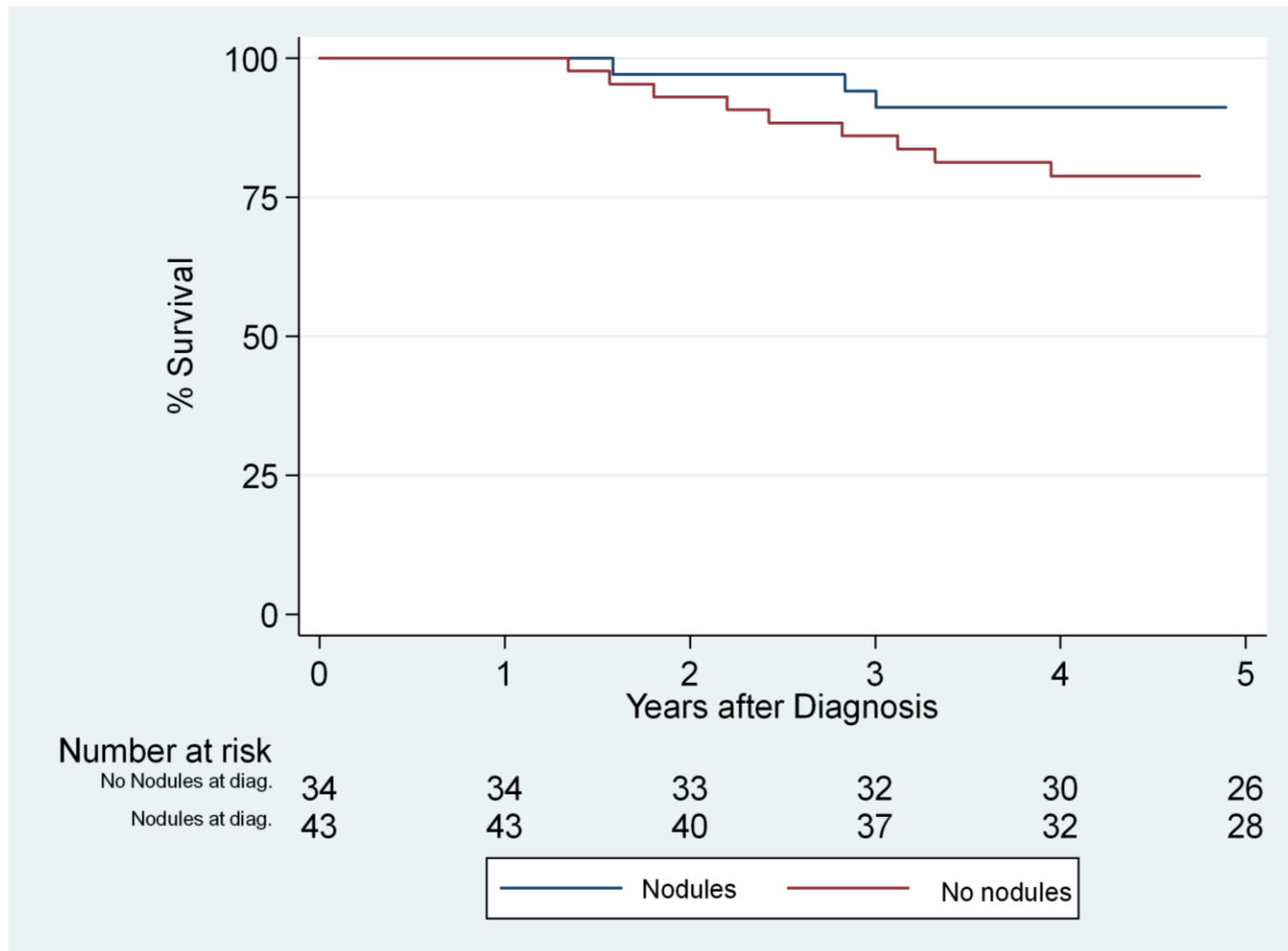
218 nodules au diagnostic



Caractéristiques des nodules pulmonaires après chirurgie et reclassification anatomopathologique

Number of patients	Patients localized or with non operated nodules n = 55		Patients with non metastatic operated nodules n = 5		Metastatic patients (including those localized and doubtful with metastases at final histology) n = 16	
	Diagnostic	Preop	Diagnostic	Preop	Diagnostic	Preop
Number of patients with at least one nodule	24	7	5	5	15/16	16/16
Total number of nodules seen on CT-scan	57	20	13	14	138	124
Median Nb of nodules	2 [1-7]	2 [1-6]	2 [1-5]	2 [1-7]	3 [1-52]	6.5 (2.5-52)
Median size of nodules (mm)	3.5 [1-7]	3[1-7]	3 [2-4]	2.5 [1-5]	3.5 [1-13]	3 (1-8)
Number of round nodules (%)	29 (51%)	9 (45%)	8 (61.5%)	10 (71%)	131 (95%)	112 (90%)
Number of calcified nodules (%)	2 (3.5%)	1 (5%)	1 (7.7%)	3 (21%)	12 (8.6%)	69 (55%)

Impact sur la survie



5-year EFS : 79.5% (95%CI: 63%-89%) / 55% (95%CI: 38%-70%)

5-year OS : 90.7% (95%CI: 74%-97%) / 74 % (95%CI: 55%-87%)

Comment guider le geste chirurgical par repérage préopératoire des nodules suspects ?

- Diverses méthodes ont été publiées chez l'adulte mais peu ont été essayées chez l'enfant
- Méthodes :
 - Bleu de Méthylène
 - Harpon (hook-wire)
 - Microcoil
 - Tc99m
- Nécessite une bonne coordination entre radiologie interventionnelle et bloc opératoire

Successful Thoracoscopic Lung Biopsy in Children Utilizing Preoperative CT-Guided Localization

By David A. Partrick, Denis D. Bensard, Daniel H. Teitelbaum, James D. Geiger, Peter Strouse, and Roger K. Harned
Denver, Colorado and Ann Arbor, Michigan

Bleu de Méthylène

Journal of Pediatric Surgery, Vol 37, No 7 (July), 2002: pp 970-973

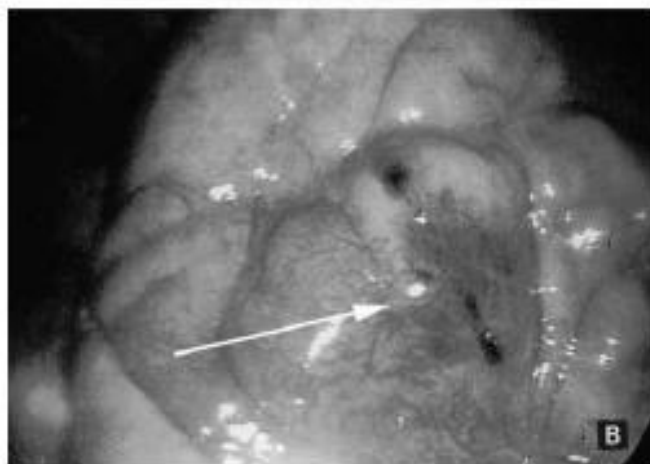
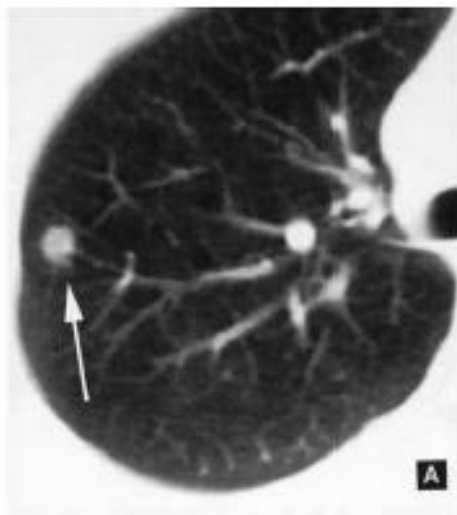


Fig 1. (A) CT image of a 7-mm nodule by largest dimension (white arrow) that is almost 1 cm from the pleural surface. (B) Thoracoscopic image of the collapsed right upper lobe after methylene blue staining of the CT imaged nodule seen in 1A (white arrow).

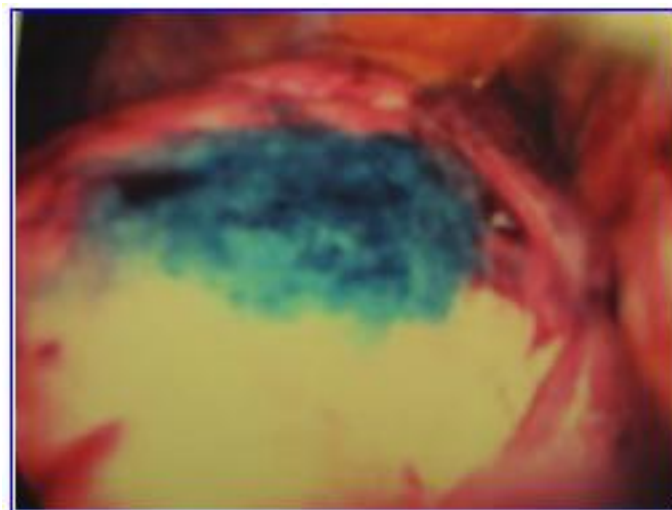


FIG. 2. Thoracoscopic picture of the left upper lobe depicting where the methylene blue dye had been used to mark the lesion.

Combined Use of Preoperative Methylene Blue Dye and Microcoil Localization Facilitates Thoracoscopic Wedge Resection of Indeterminate Pulmonary Nodules in Children

SEEMA K. PURSNANI, MD,¹ AARON R. RAUSEN, MD,² SOHAIL CONTRACTOR, MD,³ and EVAN P. NADLER, MD¹

JOURNAL OF LAPAROENDOSCOPIC & ADVANCED SURGICAL TECHNIQUES
Volume 16, Number 2, 2006

Ref	Nb patients	Mean age (year)	Device used	Mean size of nodules (mm)	Nb nodules per patient	Nodules histology	Complications
1	12	12 [4-19]	Methylene blue + CT guided needle	NA	NA	3 OS 2 WT 2 Ewing 1 RMS 1 Papillary thyroid carcinoma 1 Ovarian granulosa 1 Hodgkin 1 BOOP	None
2	1	13	Methylene blue + microcoil	2-3	14	Fungal infection	Small PNO at POW 2

Autre complication décrite : diffusion du bleu

1. Partrick DA et al. *J Ped Surg* 2002;37:970-3

2. Pursnani SK et al. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2006;16:184-7

Harpon

Thoracoscopic resection of computed tomography-localized lung nodules in children

Lalit Parida^{a,1}, Israel Fernandez-Pineda^{a,2}, John Uffman^{a,b,3},
Andrew M. Davidoff^{a,b}, Robert Gold^{c,d}, Bhaskar N. Rao^{a,*}

Journal of Pediatric Surgery (2013) 48, 750–756

Radiología 63 (2021) 415–424

seram
Sociedad Española de Radiología Médica

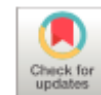
RADIOLOGÍA

www.elsevier.es/rx



UPDATE IN RADIOLOGY

CT-guided hook-wire localization of pulmonary nodules in children prior to atypical resection by thoracoscopy: Practical aspects[☆]



C. Gallego-Herrero^{a,*}, M. López-Díaz^b, D. Coca-Robinot^a,
M.C. Cruz-Conde^a, M. Rasero-Ponferrada^a

Hook wire

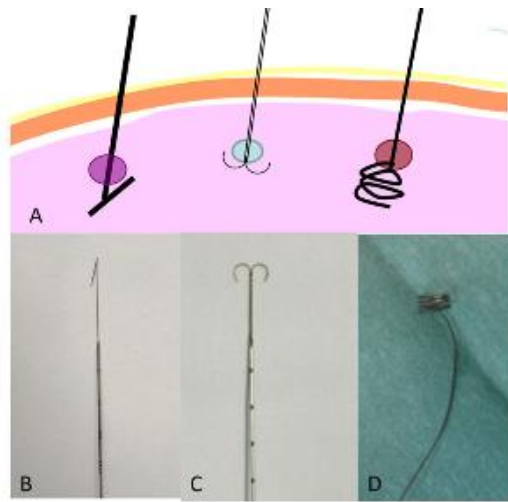


Figure 2 A) Image of different types of percutaneous localization guides. B) Localiser with a harpoon-shaped or arrow-shaped tip. C) Dual localiser with an anchor shape. D) Spiral or pulmonary localiser.

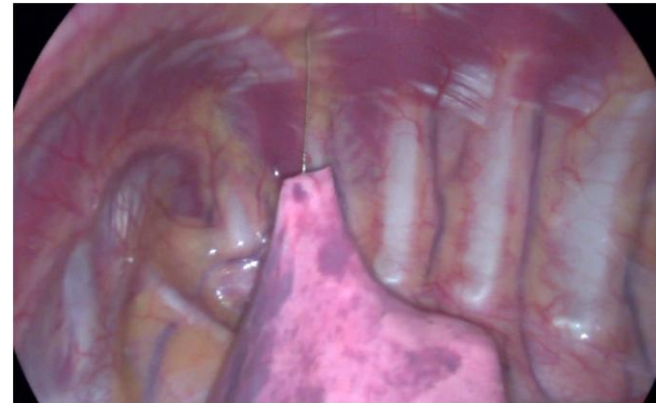


Fig. 1 Computed tomography-guided needle and hook wire localization.



Fig. 3 Excision of the lesion as a wedge after the wire tents up the lesion.

Résultats avec guide

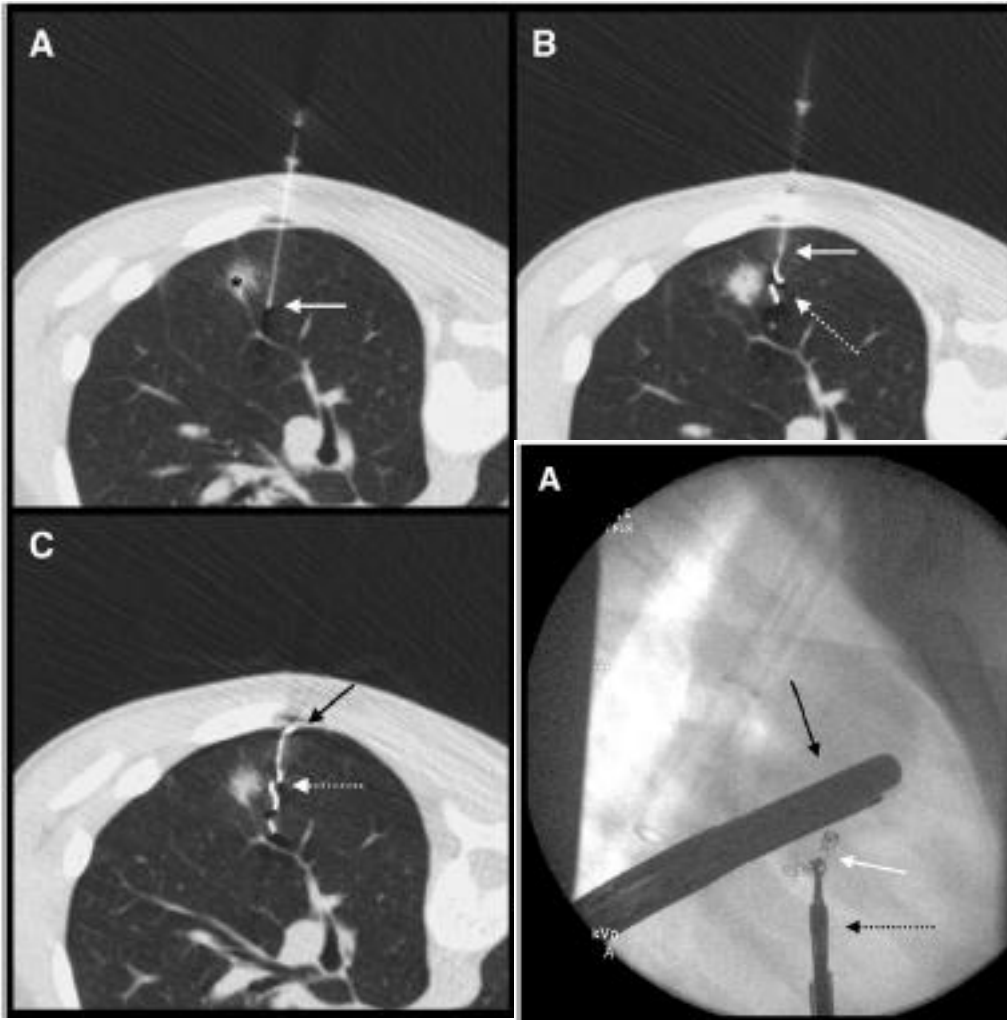
- 37 patients : nodule localisé chez 36 (97,3%)
- 5 pneumothorax après placement du guide mais pas de drainage nécessaire dans l'attente du bloc
- Déplacement du guide chez 6 patients mais l'injection concomitante de bleu de méthylène a permis de localiser le nodule chez 5 patients, une conversion en thoracotomie
- A l'anapath : guide dans le nodule chez 14 patients, adjacent au nodule chez 22; 13 malins

Lung nodules in children: video-assisted thoracoscopic surgical resection after computed tomography-guided localization using a microcoil

microcoil

Manraj K.S. Heran^{a,*}, Bippan S. Sangha^a, John R. Mayo^a,
Geoffrey Blair^b, Erik D. Skarsgard^b

Journal of Pediatric Surgery (2011) 46, 1292–1297



- 6 patients, pas de complications
- 2 WT, 1 Hodgkin, 1 Ewing, 1 OS, 1 dermatofibrome
- 3 bénins, 3 malins

Minimally invasive thoracoscopic ultrasound for localization of pulmonary nodules in children

Kenneth W. Gow*, Daniel F. Saad, Curt Koontz, Mark L. Wulkan

Journal of Pediatric Surgery (2008) 43, 2315–2322

Sonde d'échographie



Fig. 1 Technique. The ultrasound probe is used to isolate the pulmonary lesion as well as to guide resection and to minimize resection of normal lung parenchyma.

Table 1 Minimally invasive thoracoscopic ultrasound experience

Patient	Age (y)	Sex	Weight (kg)	Primary diagnosis	Stage	Side	Lobe	Lung pathologic evaluation	Size on CT scan (cm)	Size on ultrasound (cm)	MITUS isolated?	Path size (cm)	Chest tube (d)	Complication
1	13	Male	37	Osteosarcoma	IV	Right	Lower	Osteosarcoma	0.84	0.85	Yes	0.80	2	None
2	14	Male	38	T-cell lymphoma	III	Left	Lower	Abscess	2.90	3.00	Yes	3.00	2	None
3	17	Male	62	Osteosarcoma	IV	Right	Lower	Lymph node	0.50	0.50	Yes	0.50	1	None
4	17	Male	62	Osteosarcoma	IV	Right	Upper	Osteosarcoma	0.30	0.40	No	0.40	2	None
4	17	Male	62	Osteosarcoma	IV	Right	Upper	Osteosarcoma	0.50	0.65	Yes	0.40	1	None
5	4	Female	16	Wilms'	IV	Right	Upper, middle, lower	Fibrosis	1.00	1.00	Yes	1.50	2	None
6	18	Female	119	Osteosarcoma	IV	Left	Upper	Osteosarcoma	0.60	0.90	Yes	0.60	2	None
7	7	Male	21	Wilms'; AML	IV	Right	Upper	Abscess	1.10	1.20	Yes	1.50	13	Air leak

AML, indicates acute myelogenous leukemia.

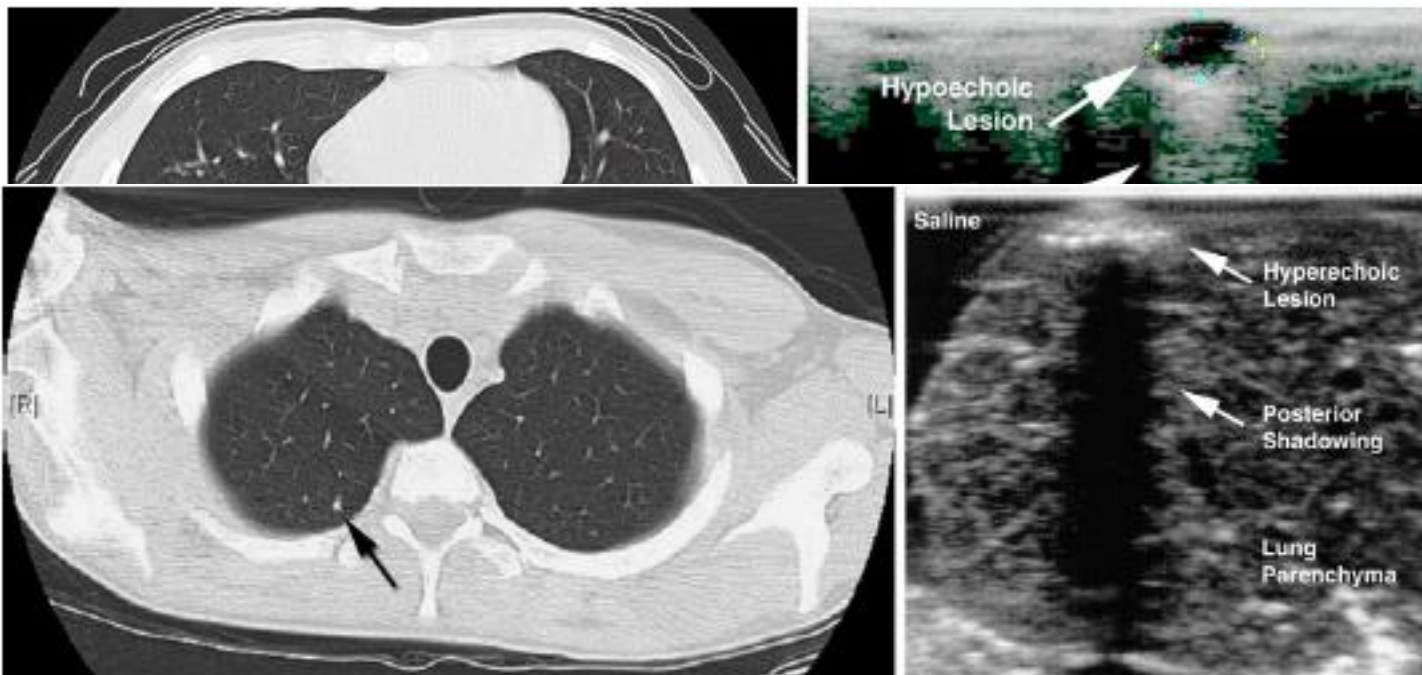


Fig. 4 Patient 4: Sixteen-year-old male with osteosarcoma and isolated pulmonary nodule on CT scan. Minimally invasive thoracoscopic ultrasound allowed identification (hyperechoic lesion with posterior shadowing) and thoracoscopic resection.

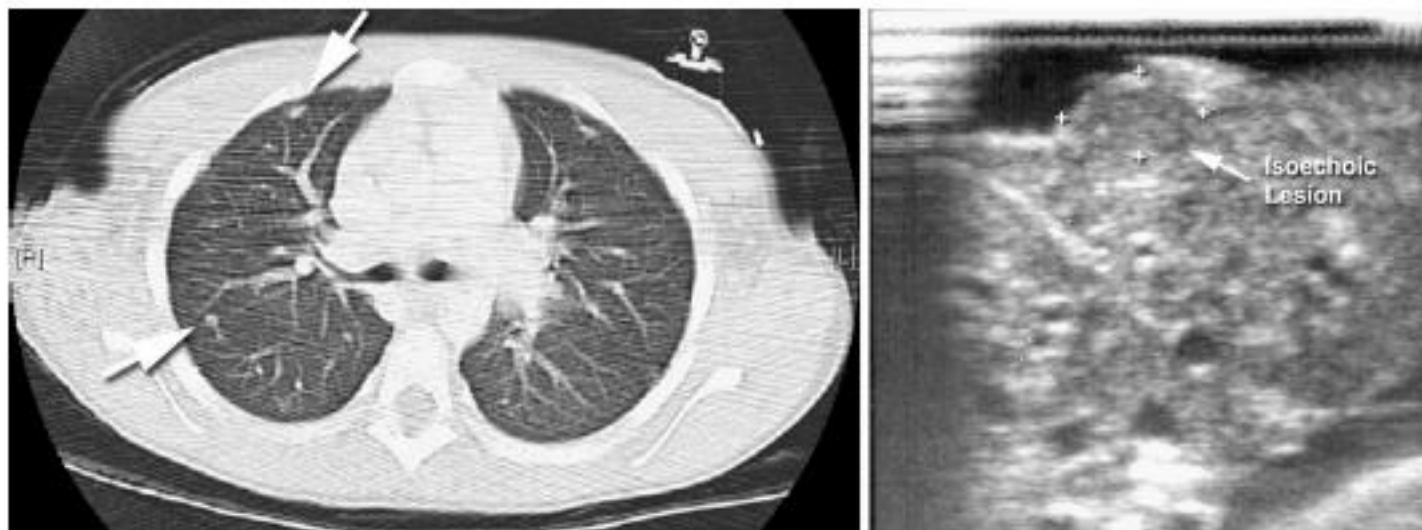
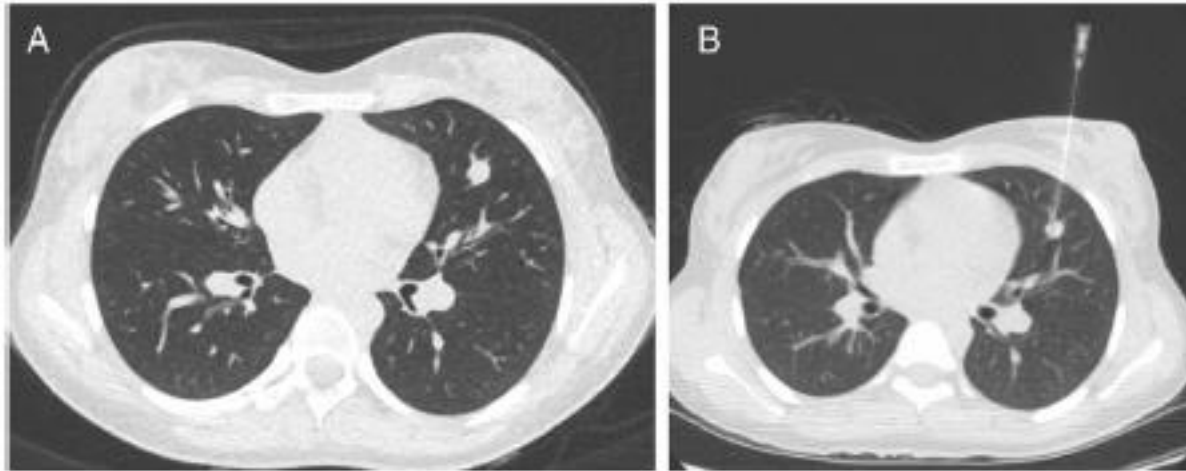


Fig. 5 Patient 5. Four-year-old female with metastatic Wilms' who was noted to have persistent lesions on the CT scan. Minimally invasive thoracoscopic ultrasound allowed identification and resection of lesions that were found to be scar tissue.

Use of radiotracer labeling of pulmonary nodules to facilitate excisional biopsy and metastasectomy in children with solid tumors[☆]

Stephanie F. Polites^{a,*}, Aodhnait S. Fahy^a, William A. Sunnock^a, Donald D. Potter^a, Denise B. Klinkner^a, Christopher R. Moir^a, K. Robert Shen^b, Michael B. Ishitani^a

Journal of Pediatric Surgery xxx (2017) xxx–xxx



Technétium 99m

Fig. 1. Pre-operative CT demonstrating a suspicious nodule in the lingula (A) that was subsequently injected with Tc 99m MAA under CT guidance (B).

Osteosarcome / Ewing
Wilms
Mélanome
Neuroblastome
TGM
Hémangioendothéliome

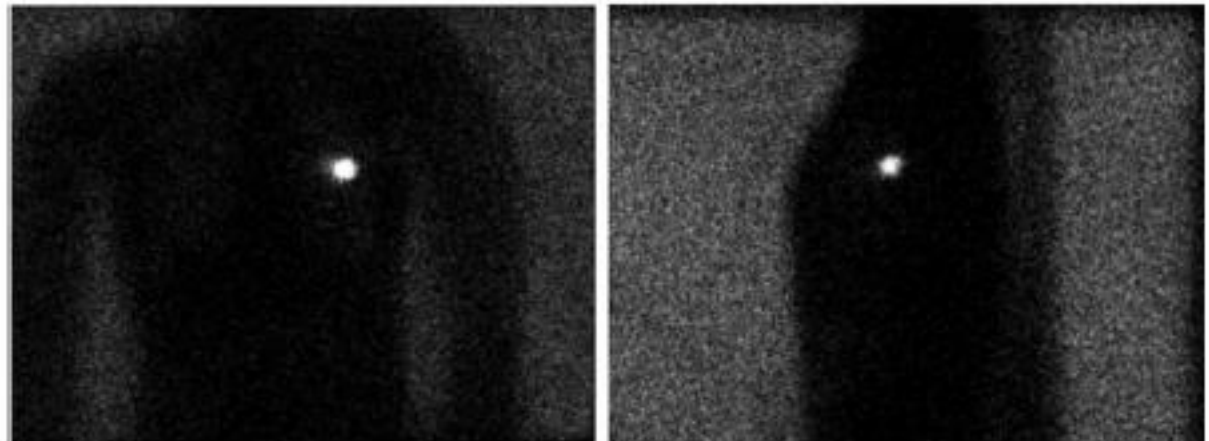


Fig. 2. Post-injection two-view scintigram confirming intrathoracic labeling.

Résultats avec Tc99m

- Chez 11 patients :
 - 15 procédures : 11 thoracotomies, 4 thoracoscopies
 - 23/24 nodules localisés en préop, le nodule non identifié a pu être réséqué après palpation par thoracotomie
 - Tous les nodules localisés en préop ont été visualisés en perop
 - 21 nodules réséqués, les 2 autres étant bien identifiés mais leur résection aurait conduit à une lobectomie
- 74% des nodules localisés n'étaient pas palpables
- A l'anapath : 17 nodules malins, 4 bénins
- Complications : 2 PNO

Vert d'Indocyanine

HHS Public Access

Author manuscript

Pediatr Blood Cancer. Author manuscript; available in PMC 2024 October 01.

Published in final edited form as:

Pediatr Blood Cancer. 2023 October ; 70(10): e30437. doi:10.1002/pbc.30437.

Feasibility of Indocyanine Green–Guided Localization of Pulmonary Nodules in Children with Solid Tumors

Abdelhafeez H. Abdelhafeez, MD^{1,2,*}, Suraj Sarvode Mothi³, Luca Pio¹, Motomi Mori, PhD³, Teresa C. Santiago, MD⁴, M. Beth McCarville, MD⁵, Sue C. Kaste, DO⁵, Alberto S. Pappo, MD⁶, Lindsay J. Talbot, MD^{1,2}, Andrew J. Murphy, MD^{1,2}, Andrew M. Davidoff, MD, PhD^{1,2}

- 12 patients (7 F / 5 G)
- Age médian 10.5 ans [<1–23]
- Injection ICG la veille de l'intervention à 1,5 mg/Kg en IVL sur 15 mn
- Exclusion Wilms (pas de captation de l'ICG)

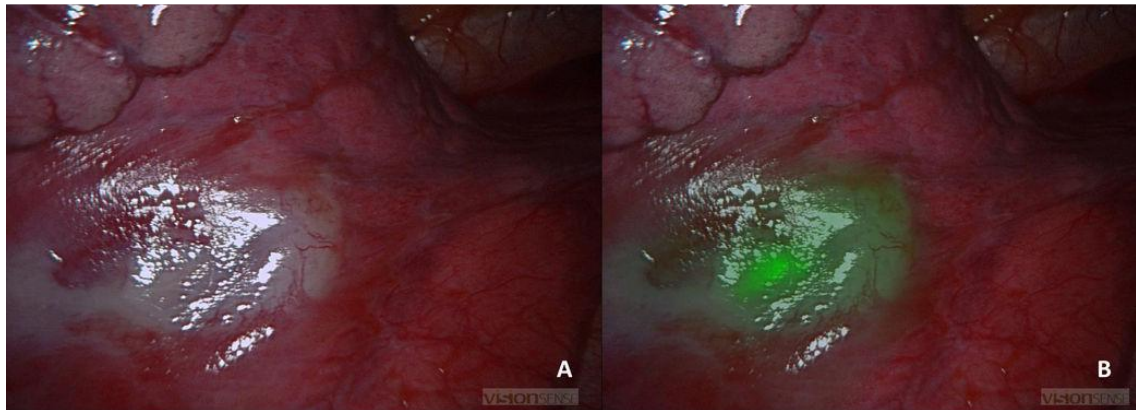


Figure 1.

A. Thoracoscopic view of hepatoblastoma lung nodule with white light.

B. Thoracoscopic view of hepatoblastoma lung nodule highlighted by indocyanine green.

Vert d'Indocyanine



HHS Public Access

Author manuscript

Pediatr Blood Cancer. Author manuscript; available in PMC 2024 October 01.

Published in final edited form as:

Pediatr Blood Cancer. 2023 October ; 70(10): e30437. doi:10.1002/pbc.30437.

Feasibility of Indocyanine Green–Guided Localization of Pulmonary Nodules in Children with Solid Tumors

Abdelhafeez H. Abdelhafeez, MD^{1,2,*}, Suraj Sarvode Mothi³, Luca Pio¹, Motomi Mori, PhD³, Teresa C. Santiago, MD⁴, M. Beth McCarville, MD⁵, Sue C. Kaste, DO⁵, Alberto S. Pappo, MD⁶, Lindsay J. Talbot, MD^{1,2}, Andrew J. Murphy, MD^{1,2}, Andrew M. Davidoff, MD, PhD^{1,2}

- 79 nodules retrouvés à la chirurgie chez 7 patients
- 5 patients (42%) n'ont pas eu de nodules repérés par l'ICG
- ICG a détecté tous les nodules des patients ayant un hépatoblastome (3 patients) et un sarcome de haut grade (4 patients) (ostéosarcome, Ewing et rhabdomyosarcome).
- Tumeurs non ICG avid: TMI, tumeur cartilagineuse atypique, neuroblastome, corticosurrénalome et carcinome papillaire de la thyroïde

Diagnostic yield of endobronchial ultrasound and virtual CT navigational bronchoscopy for biopsy of pulmonary nodules, mediastinal lymph nodes, and thoracic tumors in children

Pediatr Pulmonol. 2024;59:371–378.

Aoife Corcoran MBBS¹ | Stephen Franklin DO² | Erik Hysinger MD, MS³ |
Samuel Goldfarb MD⁴ | Pelton Phinizy MD¹ | Jennifer Pogoriler MD, PHD⁵ |
Sin Tran BS, RRT-NPS¹ | David M. DiBardino MD⁶ | Andrew R. Haas MD⁶ |
Joseph C. Piccione DO, MS¹

- Pour le diagnostic de nodules pulmonaires
- Combinaison de fibroscopie endobronchique, de repérage 3D de la localisation du nodule et de biopsie à l'aiguille

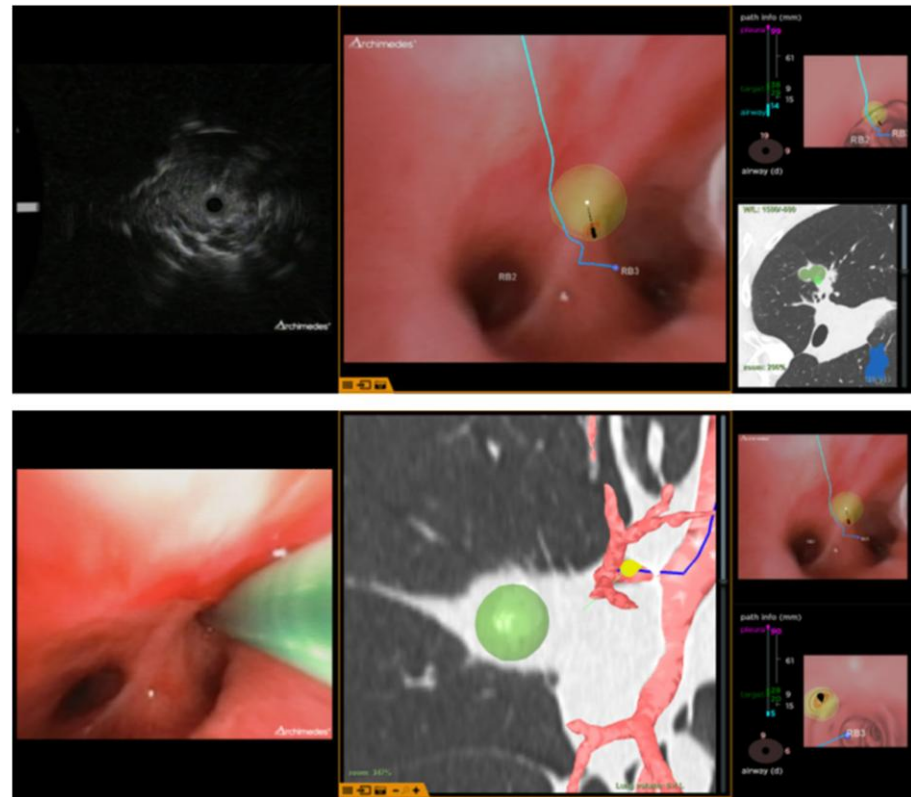


FIGURE 2 Top panel - radial EBUS image of target lesion (left), virtual navigation bronchoscopic image (center) with target path (blue line) and target lesion (green sphere), virtual CT image and CT image of target lesion (right). Bottom panel-2 mm endobronchial biopsy forceps entering the target lesion (left), CT navigation image with virtual bronchoscopic path (center) with target lesion (green sphere), virtual CT image, and virtual navigation bronchoscopic image (right).

Diagnostic yield of endobronchial ultrasound and virtual CT navigational bronchoscopy for biopsy of pulmonary nodules, mediastinal lymph nodes, and thoracic tumors in children

Pediatr Pulmonol. 2024;59:371–378.



Aoife Corcoran MBBS¹ | Stephen Franklin DO² | Erik Hysinger MD, MS³ | Samuel Goldfarb MD⁴ | Pelton Phinizy MD¹ | Jennifer Pogoriler MD, PHD⁵ | Sin Tran BS, RRT-NPS¹ | David M. DiBardino MD⁶ | Andrew R. Haas MD⁶ | Joseph C. Piccione DO, MS¹

- 56 patients (2–22 ans)
- 2015 - 2023
- Toutes les localisations pulmonaires sont accessibles

Biopsy location (node nomenclature)	
Right Upper Lobe	12 (12%)
Right Middle Lobe	9 (9%)
Right Lower Lobe	23 (23%)
Left Upper Lobe	9 (9%)
Lingula	2 (2%)
Left Lower Lobe	5 (5%)
High mediastinal (1N)	1 (1%)
Paratracheal (4N)	7 (7%)
Subcarinal (7N)	17 (17%)
Hilar (10N)	7 (7%)
Interlobar (11N)	8 (8%)
Number of biopsy samples mean (range)	12.87 (4–28)
Size of nodule or lymph node on imaging n (%)	
<1 cm	6 (9%)
1–1.5 cm	12 (19%)
1.5–2 cm	27 (42%)
>2 cm	18 (28%)

Diagnostic yield of endobronchial ultrasound and virtual CT navigational bronchoscopy for biopsy of pulmonary nodules, mediastinal lymph nodes, and thoracic tumors in children

Pediatr Pulmonol. 2024;59:371–378.

Aoife Corcoran MBBS¹  | Stephen Franklin DO² | Erik Hysinger MD, MS³  |
Samuel Goldfarb MD⁴ | Pelton Phinizy MD¹ | Jennifer Pogoriler MD, PHD⁵ |
Sin Tran BS, RRT-NPS¹ | David M. DiBardino MD⁶ | Andrew R. Haas MD⁶ |
Joseph C. Piccione DO, MS¹

- Biopsie faisable dans 93% cas
- Complications : 2 hémorragies contrôlées pendant la procédure, pas de pneumothorax
- Diagnostic obtenu dans 76% cas (46 patients)
- Complément d'exploration pour les 14 autres patients (24%):
 - Biopsie par thoracotomie (n=3)
 - Biopsie par thoracoscopy (n=5)
 - Biopsie percutanée (n=3)
 - Résection de ganglion (n=1)
 - wedge(n=2)

Quelles alternatives à la chirurgie ?

Ann Surg Oncol (2016) 23:1380–1386
DOI 10.1245/s10434-015-4988-z

Annals of
SURGICAL ONCOLOGY
OFFICIAL JOURNAL OF THE SOCIETY OF SURGICAL ONCOLOGY



ORIGINAL ARTICLE – THORACIC ONCOLOGY

Percutaneous Computed Tomography-Guided Thermal Ablation of Pulmonary Osteosarcoma Metastases in Children

Steven Yevich, MD¹, Natalie Gaspar, MD³, Lambros Tselikas, MD^{1,4}, Laurence Brugières, MD³,
Hélène Pacquement, MD⁵, Gudren Schleiermacher, MD⁵, Marie-Dominique Tabone, MD⁶, Ernesto Pearson, MD¹,
Sandra Canale, MD⁷, Jane Muret, MD², Thierry de Baere, MD^{1,4}, and Frederic Deschamps, MD^{1,4}

- Etude rétrospective chez 11 enfants âgés de 7-17 ans (médiane 12.5) avec métastases pulmonaires d'ostéosarcome déjà opérés (moy de 2 thoracotomies/pt [1-5])
- Sélection : Nodules pulmonaires <5 et de taille inférieure à 2 cm.
- Au total 26 nodules (taille moy 6.7 mm, range 2-16 mm) traités
- Complications : 3 pneumothorax (2 mineurs, 1 majeur)
- Survie 10/11, 5 CR après un follow-up de 37.5 mois, 5 nouvelles métastases (2CR2)



CONCLUSION

- La chirurgie des nodules pulmonaires reste un challenge dans son indication du fait de la nature radiologique incertaine de ces nodules.
- La performance toujours accrue de l'imagerie a augmenté la sensibilité dans la détection des nodules pulmonaires mais n'a pas encore favorisé la spécificité dans la caractérisation des nodules métastatiques.
- Différentes méthodes existent pour repérer les nodules intra-parenchymateux et favoriser une approche mini-invasive.
- La radiofréquence/cryo-ablation est une alternative à la chirurgie en développement croissant.