



Article scientifique

Article

2019

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

---

## Métastases pulmonaires : une maladie chirurgicale ?

---

Dackam, Sandrine; Ojanguren, Amaia; Perentes, Jean Yannis; Abdelnour-Berchtold, Etienne; Krueger, Thorsten; Karenovics, Wolfram; Triponez, Frédéric; Gonzalez, Michel

### How to cite

DACKAM, Sandrine et al. Métastases pulmonaires : une maladie chirurgicale ? In: Revue médicale suisse, 2019, vol. 15, n° 655, p. 1221–1225.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:126395>

# Métastases pulmonaires: une maladie chirurgicale?

Drs SANDRINE DACKAM<sup>a</sup>, AMAIA OJANGUREN<sup>a</sup>, JEAN YANNIS PERENTES<sup>b</sup>, ETIENNE ABDELNOUR-BERCHTOLD<sup>b</sup>, THORSTEN KRUEGER<sup>b</sup>, WOLFRAM KARENOVICS<sup>a</sup>, FRÉDÉRIC TRIPONEZ<sup>a</sup> et MICHEL GONZALEZ<sup>b</sup>

Rev Med Suisse 2019; 15: 1221-5

**Au cours d'un cancer, 40% des patients vont développer des métastases pulmonaires et dans cette situation un traitement seul de chimiothérapie est généralement peu efficace. Même s'il n'existe pas d'études randomisées prospectives qui confirment le bénéfice de la métastasectomie pulmonaire chirurgicale, diverses études ont montré l'existence d'un groupe de patients atteints de métastases pulmonaires qui bénéficient d'une résection à visée curative en cas de résection complète des métastases pulmonaires. Différentes approches chirurgicales peuvent être utilisées ayant pour but principal une résection complète et une épargne maximale du parenchyme pulmonaire. Les approches minimales invasives semblent offrir une meilleure qualité de vie et un résultat oncologique équivalent à l'approche par voie ouverte.**

## Pulmonary metastasectomy

*The lung is the second site of metastasis after the liver, affecting 30 to 40% of all patients with a malignant tumor. Chemotherapy seems to be ineffective for some types of tumor. Although there are no prospective randomized studies that confirm the benefit of surgical pulmonary metastasectomy, many studies have shown the existence of a group of patients with pulmonary metastases who benefit from a complete resection for curative purposes in case of complete resection of lung metastases. Different approaches are known to achieve a complete resection with maximum lung parenchyma sparing. Minimal invasive approaches appear to offer a better quality of life and have equivalent oncologic outcomes compared to the open approach.*

## INTRODUCTION

Les métastases pulmonaires peuvent se développer potentiellement chez environ 30 à 40% des patients atteints de tumeurs malignes solides.<sup>1-4</sup> Cette situation physiopathologique peut s'expliquer entre autres par la bonne vascularisation artérioveineuse et lymphatique pulmonaire et par le fait que, généralement, les cellules tumorales au sein de la lésion primaire peuvent migrer par voie hématogène dans le lit capillaire pulmonaire.<sup>5</sup> La majorité des patients avec métastases pulmonaires présentent également des métastases en dehors du poumon de sorte qu'un traitement ablatif local à visée curative au niveau pulmonaire n'est généralement pas envisageable et qu'une chimiothérapie palliative sera privilégiée. Même s'il n'existe pas d'études prospectives randomisées publiées confirmant le bénéfice de la résection chirurgicale

des métastases, de multiples et larges séries rétrospectives ont démontré qu'une survie prolongée était possible en cas de résection complète des métastases pulmonaires, situation qui est rarement possible avec un traitement systémique.<sup>6,7</sup> Ces dernières années, l'amélioration des techniques chirurgicales (approche minimale invasive), du diagnostic radiologique (CT-scan à coupes fines et PET-CT et navigation électromagnétique) ainsi que la découverte de nouveaux agents chimiothérapeutiques ont permis une augmentation des indications à la résection chirurgicale des métastases pulmonaires chez des patients bien sélectionnés. Actuellement, on estime qu'elle représente environ 10% de l'activité d'un centre de chirurgie thoracique. Le principal objectif de la chirurgie a été traditionnellement de proposer une résection complète de toutes les lésions pulmonaires visibles ou palpables par une large thoracotomie. Cependant, les métastases peuvent avoir différents origines, localisations, nombres ou tailles, ce qui implique une prise en charge différente pour chaque patient. Le chirurgien doit également adapter le type de résection dans le contexte de la chirurgie minimale invasive par thoracoscopie sans compromettre le résultat oncologique. De plus, l'approche oncologique personnalisée avec le développement de nouveaux traitements (immunothérapie) a redéfini le rôle du chirurgien comme fournisseur de tissu tumoral pour analyse des marqueurs et des résistances. Le but de cet article est de voir les avancées récentes dans la prise en charge de ces patients.

## POURQUOI LA CHIRURGIE?

Le traitement de la majorité des patients qui vont développer des métastases pulmonaires repose en général sur une thérapie palliative incluant un traitement de chimiothérapie en raison de l'atteinte métastatique dans d'autres organes. Cependant, il existe un groupe de patients présentant des métastases pulmonaires qui peuvent bénéficier d'une résection à visée curative.<sup>8</sup> Plusieurs essais cliniques ont démontré une augmentation de la survie des patients présentant des métastases pulmonaires après résection complète des lésions en comparaison des séries de patients n'ayant pas bénéficié de résection.<sup>6,7</sup> Les critères de sélection des patients susceptibles de subir une métastasectomie avaient déjà été établis dès 1965 par Thomford et sont toujours d'actualité à savoir:<sup>9-11</sup> 1) la tumeur primitive est contrôlée ou contrôlable, 2) absence de métastases secondaires extra-pulmonaires (avec une exception pour les métastases hépatiques en cas de cancer colorectal qui sont potentiellement résécables), 3) l'exérèse complète des métastases pulmonaires apparaît techniquement possible, 4) le patient peut tolérer la résection du point de vue fonc-

<sup>a</sup> Service de chirurgie thoracique et endocrinienne, HUG, 1211 Genève 14,

<sup>b</sup> Service de chirurgie thoracique, CHUV, 1011 Lausanne  
michel.gonzalez@chuv.ch

<b>TABLEAU 1</b>	<b>Indication pour une métastasectomie pulmonaire</b>
------------------	---

1. La tumeur primaire du cancer est contrôlé ou contrôlable
2. Absence d'autres métastases extra-thoraciques (exception pour les métastases hépatiques qui sont potentiellement résecables)
3. La résection complète des métastases pulmonaires techniquement faisable
4. Le patient présente des réserves pulmonaires suffisantes pour tolérer une résection pulmonaire
5. Pas de thérapie alternative

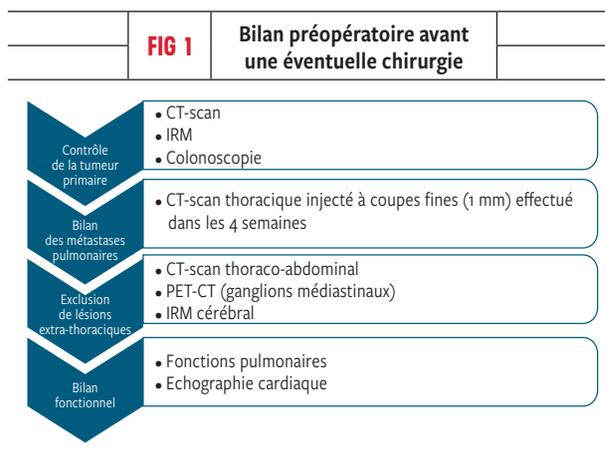
tionnel et 5) absence de thérapie alternative (tableau 1). En 1997, le registre international des métastases pulmonaires (International Registry of Lung Metastases) incluant plus de 5000 patients provenant de différents centres a démontré que le taux de survie était de 36% à 5 ans et de 26% à 10 ans après résection chirurgicale complète, alors qu'en cas de résection incomplète, la survie n'était que de 13%.<sup>12</sup> Ces résultats suggèrent que la chirurgie d'exérèse de métastases peut offrir une survie prolongée, mais essentiellement en cas de résection complète. Outre la résection complète, d'autres facteurs pronostiques de survie ont été établis: 1) intervalle libre de > 36 mois, 2) métastase pulmonaire unique, 3) type de tumeur primaire. Selon le type tumoral, différents autres facteurs pronostiques ont également été identifiés afin de nous aider à pondérer la décision chirurgicale en tenant compte du risque de récurrence. Par exemple en cas de cancer colorectal, le nombre de lésions, le taux élevé de CEA (Carcinoembryonic Antigen), l'atteinte ganglionnaire médiastinale ou un court intervalle libre ont clairement été identifiés comme mauvais pronostic.<sup>13-17</sup> Néanmoins, aucun de ces critères ne contre-indique formellement une approche chirurgicale. Il semble essentiel de rappeler que la mise en évidence d'un nouveau nodule pulmonaire au décours d'une précédente tumeur doit faire évoquer un diagnostic différentiel assez large, tel que lésion inflammatoire, infectieuse, une autre tumeur bénigne ou encore une tumeur pulmonaire primaire. Récemment, nous avons analysé rétrospectivement 140 patients connus pour un cancer qui ont bénéficié d'une résection d'un nodule pulmonaire d'origine indéterminée par thoracoscopie.<sup>18</sup> De manière intéressante, seulement 50% des patients présentaient réellement un diagnostic de métastases contre 25% un diagnostic de cancer pulmonaire et 25% une lésion bénigne. Ces résultats soulignent l'importance d'avoir un diagnostic histologique précis confirmant l'atteinte métastatique d'autant plus lorsqu'une approche par radiothérapie ou radiofréquence est proposée comme alternative à la chirurgie. En effet, une biopsie de la lésion pulmonaire avec diagnostic histologique n'est que rarement pratiquée dans les séries (< 20%) rapportant un traitement par radiothérapie ou radiofréquence.<sup>18</sup> En plus de la résection complète des lésions, la chirurgie permet également d'obtenir du tissu tumoral pour une approche oncologique personnalisée. L'analyse des métastases permet d'identifier des marqueurs tumoraux spécifiques ou des résistances qui peuvent directement influencer la prise en charge oncologique du patient en cas de thérapie ciblée ou d'immunothérapie. A l'avenir, il sera également possible de mieux comprendre la biologie des métastases et ainsi de déterminer quel patient pourra bénéficier d'un traitement adjuvant. Pour ces différentes raisons, la chirurgie semble donc garder une place de choix dans la prise en charge de ces patients métastatiques pulmonaires.

## QUEL PATIENT POUR LA CHIRURGIE?

Avant toute décision d'une quelconque prise en charge chirurgicale, le patient doit avoir été formellement présenté à un colloque multidisciplinaire incluant des chirurgiens, oncologues, radiologues, pathologues, radiothérapeutes et pneumologues pour estimer le potentiel bénéfique d'une chirurgie. Une résection de métastases pulmonaires n'est envisageable que si la maladie primaire est contrôlée ou contrôlable.<sup>11</sup> En l'occurrence, en cas d'apparition de métastases pulmonaires suivant un certain intervalle libre après le traitement primaire, il convient de refaire un bilan du site primaire, par exemple une colonoscopie de contrôle en cas de tumeur colorectale primaire (figure 1). En cas de présentation synchrone, une résection séquentielle peut être envisagée si la résection complète des deux sites peut être réalisée.

L'indication et la planification d'une métastasectomie pulmonaire reposent sur l'examen d'un CT-scan thoracique à coupes fines de 1 mm avec produit de contraste, effectué dans les 4 semaines précédant l'intervention chirurgicale.<sup>19</sup> Les métastases peuvent avoir divers aspects radiologiques, mais présentent généralement un aspect rond, bien délimité, périphérique et sont le plus souvent localisées dans les lobes inférieurs en raison de la vascularisation pulmonaire prédominant aux bases (figure 2). Néanmoins, l'imagerie thoracique préopératoire ne permet pas de garantir l'identification de tous les nodules pulmonaires, raison pour laquelle de nombreux chirurgiens préconisent la palpation manuelle du poumon pour détecter les métastases non découvertes lors du CT-scan. Effectivement, différentes études ont montré que 16 à 46% de lésions pulmonaires découvertes lors de la palpation manuelle du poumon étaient passées inaperçues lors du CT-scan thoracique préopératoire.<sup>20,21</sup> Il faut néanmoins souligner que ces études utilisaient un CT-scan thoracique avec des coupes de > 5 mm. Récemment, l'utilisation de CT-scan à coupes fines de 1 mm a démontré une sensibilité de 97% et une valeur prédictive négative de 96%, permettant une détection quasi équivalente à la palpation bimanuelle et justifiant une approche sans thoracotomie.

Le PET est actuellement de plus en plus souvent réalisé en cas de maladie oncologique permettant de déceler des métastases extra-pulmonaires, et offrant ainsi une sensibilité supérieure au scanner dans la plupart des tumeurs courantes



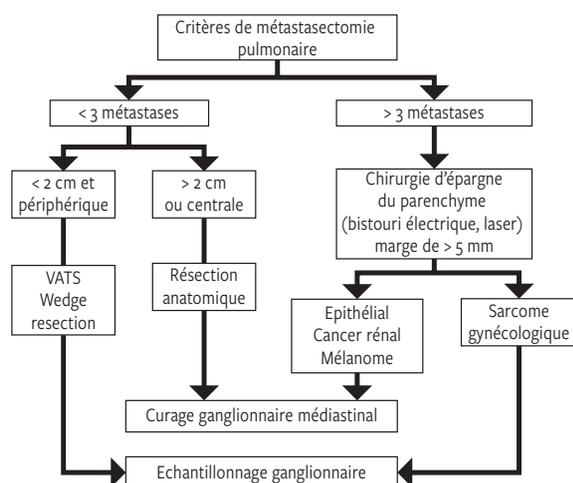
**FIG 2** CT-scan thoracique

Il démontre la présence d'une métastase unique du lobe supérieur droit d'aspect rond, bien délimité, découvert dans le cadre d'un suivi pour un cancer colorectal.



(sein, côlon, poumon). Cependant, la réalisation d'un PET-CT dans la maladie métastatique pulmonaire n'est actuellement pas recommandée comme examen de routine pour la mise en évidence des métastases pulmonaires en raison de la faible sensibilité pour la détection de nodule de < 10 mm.<sup>22,23</sup> Le PET-CT peut être utile pour déterminer une atteinte des ganglions lymphatiques locaux. En effet, dans environ 15-20% des cas selon le type de tumeur primaire, une atteinte ganglionnaire hilare ou médiastinale peut être détectée, ce qui constitue un facteur de mauvais pronostic (pour les patients).<sup>24</sup> Dans certains types tumoraux à fort tropisme cérébral et en cas de symptômes neurologiques, l'indication de réaliser une IRM cérébrale pour exclure la présence de métastases cérébrales sera retenue.<sup>25</sup>

Chez chaque patient susceptible de subir une chirurgie d'exérèse, une épreuve fonctionnelle respiratoire et cardiaque doit être réalisée afin de vérifier l'étendue de la résection. La réserve pulmonaire postopératoire du patient doit tenir compte du nombre de métastases, de la localisation périphérique (résection cunéiforme) ou centrale nécessitant une résection anatomique (segmentectomie, lobectomie ou pneumonectomie) et de l'atteinte uni/bilatérale (figure 3).<sup>26,27</sup> En cas d'atteinte bilatérale avec plusieurs métastases, l'estimation peut être difficile, d'autant plus si les lésions sont centrales et impliquent une résection anatomique.

**FIG 3** Critères de métastasectomie


## QUEL TYPE DE CHIRURGIE?

### Etendue de la résection chirurgicale

L'origine histologique et les caractéristiques de croissance locale des métastases peuvent varier et donc, le chirurgien doit sélectionner la méthode de résection et l'approche chirurgicale la plus adéquate. En effet, la résection complète des lésions est le facteur pronostique le plus important et devrait être le but à atteindre chez tous les patients quel que soit le nombre, la taille ou la localisation des lésions. La majorité des lésions pulmonaires sont généralement localisées en périphérie du poumon en sous-pleurale et donc facilement résecables par une résection cunéiforme par agrafage (*wedge resection*). Contrairement au cancer pulmonaire primaire qui nécessite une résection anatomique, une résection cunéiforme semble être efficace pour traiter les métastases pulmonaires.<sup>28</sup> En effet, une résection en marge saine doit être pratiquée dans le but d'épargner le parenchyme pulmonaire. Néanmoins, il a été rapporté récemment que l'étendue de la résection devait tenir compte de la taille et de la localisation de la métastase pulmonaire et du type histologique de la tumeur primaire.<sup>29</sup> Certaines tumeurs centrales, grandes (> 2 cm) ou d'origine épithéliale (tel le cancer colorectal) présentent un risque de récurrence locale plus important, raison pour laquelle il fallait proposer une marge de résection plus importante. Les résections anatomiques (lobectomie ou segmentectomie) ont démontré des résultats oncologiques équivalents, voire supérieurs selon les séries par rapport à la simple résection wedge pour des cas sélectionnés. D'autres techniques ont été développées comme alternative à l'agrafage dans le but d'épargner au maximum le parenchyme pulmonaire notamment en cas de résections multiples. La résection au laser 1318nm Nd: YAG qui est pratiquée par thoracotomie ou par thoracoscopie permet une excision superficielle limitée sans déformation du parenchyme pulmonaire ainsi qu'une résection au contact des bronches ou des vaisseaux pulmonaires.<sup>30</sup> Cette technique n'a pas montré un bénéfice net en comparaison avec l'énucléation au bistouri électrique. Certaines chirurgies étendues à d'autres structures (paroi thoracique, médiastin) peuvent être justifiées si la résection complète est faisable.<sup>31,32</sup>

### Approche chirurgicale

Avec le progrès des technologies, l'approche chirurgicale des métastasectomies pulmonaires a évolué, allant de la thoracotomie traditionnelle à la chirurgie thoracoscopique. Il n'existe pas à l'heure actuelle de consensus qui définisse le choix d'approche chirurgicale pour les métastasectomies et ainsi donc l'approche optimale reste toujours controversée.<sup>33,34</sup> Initialement, la thoracotomie était considérée comme le gold standard afin de pouvoir pratiquer une palpation bimanuelle du poumon pour détecter tous les nodules qui auraient pu passer inaperçus lors de l'imagerie préopératoire. Ces dernières années, la thoracoscopie s'est progressivement imposée pour les patients présentant peu de lésions (< 3 lésions). Les études rétrospectives et les méta-analyses disponibles ont démontré que l'approche par thoracoscopie VATS est équivalente à la chirurgie ouverte.<sup>35-37</sup> Les avantages potentiels de l'approche minimale invasive par thoracoscopie sont bien connus: petites incisions, moins de douleurs, récupération plus rapide, diminution de la durée d'hospitalisation, moins d'adhérences en cas de réintervention et meilleure compliance

en cas de traitement adjuvant.<sup>38-40</sup> De plus, comme de nombreux patients présentent une récurrence, les thoracoscopies à répétition sont mieux tolérées que les thoracotomies à répétition. La thoracoscopie permet de pratiquer actuellement tous les types de résection pulmonaire à savoir la résection cunéiforme, la segmentectomie ou même la lobectomie selon le type et la localisation des métastases. Parfois, un marquage préopératoire d'une lésion plus profonde à l'aide d'un fil d'Ariane implanté sous guidance CT juste avant l'intervention peut être utile pour permettre de mieux localiser la lésion et de déterminer la zone d'agrafage. Pour conclure, il est extrêmement important d'informer les patients sur les différentes approches chirurgicales avec leurs avantages et limitations respectifs.

### QUE FAIRE EN CAS DE RÉCIDIVE PULMONAIRE?

La récurrence de métastases pulmonaires est une situation fréquente survenant dans environ 50% des cas. Dans le registre international des métastases pulmonaires, les patients qui ont bénéficié d'une seconde métastectomie présentaient une survie à 5 ans de 44%.<sup>9</sup> La résection chirurgicale à répétition de métastases pulmonaires métachrones avec un contrôle de la maladie primaire a été étudiée notamment chez les patients atteints de cancer colorectal avec des survies à 5 ans allant de 29 à 85%.<sup>41-43</sup> Ces résultats suggèrent que la biologie de la tumeur est probablement plus importante que la stratégie de résection. En effet, en cas de biologie tumorale favorable (à savoir une évolution lente ou un intervalle de récurrence long), une nouvelle résection semble indiquée sous réserve que le poumon soit le seul organe atteint. Cette situation semble obtenir des survies comparables à une première résection. Par contre, en cas de biologie défavorable (récurrence précoce, nombreuses métastases), une approche par chimiothérapie initiale semble préconisée pour éviter une chirurgie d'emblée qui sera probablement sans bénéfice de survie cliniquement intéressant. En cas de stabilisation de la maladie ou diminution des lésions, une chirurgie pourra être rediscutée secondairement selon l'évolution du patient. Le suivi recommandé implique un CT-scan thoracique de contrôle 4 à 6 semaines après l'intervention qui sera répété tous les 3 mois pendant les 2 premières années, puis 1 à 2 fois par an jusqu'à la 5<sup>e</sup> année,<sup>25</sup> en fonction du type tumoral.

### QUE FAIRE AU NIVEAU DES GANGLIONS MÉDIASINAUX?

Bien que l'atteinte métastatique des ganglions lymphatiques semble affecter la survie des patients atteints de métastases pulmonaires, l'intérêt de la dissection systématique des ganglions lymphatiques reste débattu. Ceci pourrait être expliqué par le fait que seule une minorité de patients atteints de métastases pulmonaires présentent une invasion des ganglions lymphatiques. La dissection ganglionnaire devrait donc être ciblée en cas de tumeur connue pour avoir engendré une propagation lymphangitique telle que le cancer colorectal, le carcinome rénal ou le cancer du sein, une grande taille ou une localisation centrale.<sup>44</sup> Dans l'ensemble, les différentes études tendent à démontrer que la survie à 5 ans des patients atteints de métastases pulmonaires est meilleure en l'absence d'invasion des ganglions lymphatiques, pire en cas d'envahissement

des ganglions lymphatiques et entre les deux lorsque le statut d'invasion des ganglions lymphatiques n'est pas connu, et ceci de manière significative.<sup>45,46</sup> Ceci est confirmé par le taux relativement élevé d'atteintes métastatiques ganglionnaires souligné par certains auteurs (12 à 32%).<sup>47</sup> Cependant, même ces études ne permettent pas de mettre en évidence de différence statistiquement significative dans la survie à 5 ans entre les patients qui ont bénéficié d'un échantillonnage ou d'une dissection radicale. Récemment, Guerrero et coll. ont évalué l'utilité du PET-CT en cas de cancer colorectal métastatique.<sup>48</sup> De manière décevante, le PET-CT n'a pas pu définir le statut de l'implication des ganglions lymphatiques suggérant l'importance de l'évaluation de ceux-ci au cours d'une intervention chirurgicale chez les patients atteints d'un cancer colorectal. Ces résultats démontrent la probable nécessité d'une évaluation peropératoire du statut des ganglions lymphatiques au cours de la chirurgie des métastases pulmonaires (dissection radicale des ganglions lymphatiques ou simple échantillonnage), au minimum dans le cas de tumeurs primitives connues pour générer une atteinte fréquente des ganglions lymphatiques (cancer épithélial, rénal ou de mélanome), ou lorsque les métastases sont situées au centre, et pour guider une éventuelle chimiothérapie ultérieure. Pour les autres types de tumeurs, seul un échantillonnage devrait être proposé.

### CONCLUSION

La chirurgie garde une place importante dans la prise en charge des métastases pulmonaires à but diagnostique, d'analyse du matériel tumoral et de possibilité de résection complète. Néanmoins, chaque cas doit être traité de manière individuelle et la chirurgie doit être personnalisée en fonction de différents critères: la technique chirurgicale (thoracoscopie vs thoracotomie ouverte), l'extension de la résection (non anatomique ou anatomique), le type de tumeur primitive, la taille de la métastase pulmonaire, la localisation de la métastase pulmonaire (périphérique, centrale), la marge de résection et la gestion des ganglions lymphatiques (échantillonnage vs dissection complète des ganglions lymphatiques).

**Conflit d'intérêts:** Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

### IMPLICATIONS PRATIQUES

- Environ 30-40% de tous les patients avec tumeurs solides développent des métastases pulmonaires au cours de leur maladie
- L'indication de pratiquer une résection de métastases pulmonaires doit être posée dans le cadre d'un colloque pluridisciplinaire en tenant compte du contrôle de la tumeur primitive, de la possibilité de résection complète de toutes les métastases pulmonaires, de l'exclusion de métastases extrathoraciques (à l'exception des métastases hépatiques résécables) et de la résécabilité fonctionnelle
- La résection complète, le nombre de métastases, l'intervalle sans maladie, l'absence de métastases extrapulmonaires y compris les métastases ganglionnaires locorégionales constituent les facteurs pronostiques importants dans le concept de traitement ablatif de métastases pulmonaires
- L'approche minimale invasive offre une meilleure qualité de vie et un résultat oncologique équivalent à l'approche traditionnelle ouverte

- 1 Harvey JC, Lee K, Beattie EJ. Surgical management of pulmonary metastases. *Chest Surg Clin N Am* 1994;4:55-66.
- 2 Downey RJ. Surgical treatment of pulmonary metastases. *Surg Oncol Clin N Am* 1999;8:341.
- 3 Davidson RS, Nwogu CE, Brentjens MJ, Anderson TM. The surgical management of pulmonary metastasis: current concepts. *Surg Oncol* 2001;10:35-42.
- 4 Putnam JB. New and evolving treatment methods for pulmonary metastases. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2002;14:49-56.
- 5 Fidler IJ. The pathogenesis of cancer metastasis: the "seed and soil" hypothesis revisited. *Nat Rev Cancer* 2003;3:453-8.
- 6 Casiraghi M, De Pas T, Maisonneuve P, et al. A 10-year single-center experience on 708 lung metastasectomies: the evidence of the "international registry of lung metastases". *J Thorac Oncol* 2011;6:1373-8.
- 7 Younes RN, Fares AL, Gross JL. Pulmonary metastasectomy: a multivariate analysis of 440 patients undergoing complete resection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012;14:156-61.
- 8 Treasure T. Pulmonary metastasectomy: a common practice based on weak evidence. *Ann R Coll Surg Engl* 2007;89:744-8.
- 9 Thomford NR, Woolner LB Clagett OT. The surgical treatment of metastatic tumors in the lungs. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1965;49:357-63.
- 10 Pastorino U. Lung metastasectomy: why, when, how. *Crit Rev Oncol Hematol* 1997;26:137-45.
- 11 \*Erhunmwunsee L, Tong BC. Preoperative evaluation and indications for pulmonary metastasectomy. *Thorac Surg Clin* 2016;26:7-12.
- 12 \*\*Pastorino U, Buyse M, Friedel G, Ginsberg RJ, Girard P, et al. Long-term results of lung metastasectomy: prognostic analyses based on 5206 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113:37-49.
- 13 Watanabe K, Nagai K, Kobayashi A, Sugito M, Saito N. Factors influencing survival after complete resection of pulmonary metastases from colorectal cancer. *Br J Surg* 2009;96:1058-106.
- 14 Pfanschmidt J, Hoffmann H, Dienemann H. Reported outcome factors for pulmonary resection in metastatic colorectal cancer. *J Thorac Oncol* 2010;5:S172-8.
- 15 Zampino MG, Maisonneuve P, Ravenda PS, et al. Lung metastases from colorectal cancer: analysis of prognostic factors in a single institution study. *Ann Thorac Surg* 2014;98:1238-45.
- 16 \*Zellweger M, Abdelnour-Bechtold E, Krueger T, Ris HB, Perentes JY, et al. Surgical treatment of pulmonary metastasis in colorectal cancer patients: Current practice and results. *Crit Rev Oncol Hematol* 2018;127:105-16.
- 17 \*Gonzalez M, Poncet A, Combescurie C, et al. Risk factors for survival after lung metastasectomy in colorectal cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *Future Oncol* 2015;11(2 Suppl.): 31-3.
- 18 Bellier J, Perentes JY, Abdelnour-Berchtold E, Lopez B, Krueger T, et al. A plea for thoracoscopic resection of solitary pulmonary nodule in cancer patients. *Surg Endosc* 2017;31:4705-10.
- 19 Kang MC, Kang CH, Lee HJ, et al. Accuracy of 16-channel multi-detector row chest computed tomography with thin sections in the detection of metastatic pulmonary nodules. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;33:473-9.
- 20 Margaritora S, Porziella V, D'Andrilli A, et al. Pulmonary metastases: can accurate radiological evaluation avoid thoracotomy approach? *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21:1111-4.
- 21 Cerfolio RJ, McCarty T, Bryant AS. Non-imaged pulmonary nodules discovered during thoracotomy for metastasectomy by lung palpation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;35:786-91.
- 22 Pastorino U, Veronesi G, Landoni C, et al. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography improves preoperative staging of resectable lung metastasis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:1906-10.
- 23 Fortes DL, Allen MS, Lowe VJ, et al. The sensitivity of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the evaluation of metastatic pulmonary nodules. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34:1223-7.
- 24 \*Garcia-Yuste M, Cassivi S, Paleru C. Thoracic lymphatic involvement in patients having pulmonary metastasectomy: incidence and the effect on prognosis. *J Thorac Oncol* 2010;5:S166-9.
- 25 Detterbeck FC, Grodzki T, Gleeson F, Robert JH. Imaging requirements in the practice of pulmonary metastasectomy. *J Thorac Oncol* 2010;5:S134-9.
- 26 Colice GL, Shafazand S, Griffin JP, Keenan R, Bolliger CT. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: ACCP evidenced-based clinical practice guidelines (2nd edition). *Chest* 2007;132:161S-77S.
- 27 Brunelli A, Kim AW, Berger KI, et al. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2013;143:e166S-90S.
- 28 \*Erhunmwunsee L, D'Amico TA. Surgical management of pulmonary metastases. *Ann Thorac Surg* 2009;88:2052-60.
- 29 \*Welter S, Arfanis E, Christoph D, Hager T, Roessel C, et al. Growth patterns of pulmonary metastases: should we adjust resection techniques to primary histology and size? *Eur J Cardiothorac Surg* 2017;52:39-46.
- 30 Rolle A, Pereszlenyi A, Koch R, Richard M, Baier B. Is surgery for multiple lung metastases reasonable? A total of 328 consecutive patients with multiple-laser metastasectomies with a new 1318-nm Nd:YAG laser. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;131:1236-42.
- 31 Putnam JB, Suell DM, Natarajan G, Roth JA. Extended resection of pulmonary metastases: is the risk justified? *Ann Thorac Surg* 1993;55:1440-6.
- 32 Casiraghi M, Maisonneuve P, Brambilla D, et al. The role of extended pulmonary metastasectomy. *J Thorac Oncol* 2015;10:924-9.
- 33 Kaifi JT, Gusani NJ, Deshaies I, et al. Indications and approach to surgical resection of lung metastases. *J Surg Oncol* 2010;102:187-95.
- 34 Davidson RS, Nwogu CE, Brentjens MJ, Anderson TM. The surgical management of pulmonary metastasis: current concepts. *Surg Oncol* 2001;10:35-42.
- 35 Mutsaerts EL, Zoetmulder FA, Meijer S, et al. Long term survival of thoracoscopic metastasectomy vs metastasectomy by thoracotomy in patients with a solitary pulmonary lesion. *Eur J Surg Oncol* 2002;28:864-8.
- 36 \*Perentes JY, Krueger T, Lovis A, Ris HB, Gonzalez M. Thoracoscopic resection of pulmonary metastasis: current practice and results. *Crit Rev Oncol Hematol* 2015;95:105-13.
- 37 Servais E, Swanson SJ. Thoracoscopic Management of Pulmonary Metastases. *J Thorac Surg Clin* 2016;26:91-7.
- 38 Dowling RD, Keenan RJ, Ferson PF, Landreneau RJ. Video-assisted thoracoscopic resection of pulmonary metastases. *Ann Thorac Surg* 1993;56:772-5.
- 39 Liu HP, Lin PJ, Hsieh MJ, Chang JP, Chang CH. Application of thoracoscopy for lung metastases. *Chest* 1995;107:266-8.
- 40 McCormack PM, Bains MS, Begg CB, et al. Role of video-assisted thoracic surgery in the treatment of pulmonary metastases: results of a prospective trial. *Ann Thorac Surg* 1996;62:213-6; discussion 6-7.
- 41 Welter S, Jacobs J, Krbek T, Krebs B, Stamatis G. Long-term survival after repeated resection of pulmonary metastases from colorectal cancer. *Ann Thorac Surg* 2007;84:203-10.
- 42 Kim AW, Faber LP, Warren WH, et al. Repeat pulmonary resection for metachronous colorectal carcinoma is beneficial. *Surgery* 2008;144:712-7; discussion 7-8.
- 43 Hachimaru A, Maeda R, Suda T, Takagi Y. Repeat pulmonary resection for recurrent lung metastases from colorectal cancer: an analysis of prognostic factors. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2016;22:826-30.
- 44 Welter S, Jacobs J, Krbek T, Poettgen C, Stamatis G. Prognostic impact of lymph node involvement in pulmonary metastases from colorectal cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007;31:167-72.
- 45 Hamaji M, Cassivi SD, Shen KR, et al. Is lymph node dissection required in pulmonary metastasectomy for colorectal adenocarcinoma? *Ann Thorac Surg* 2012;94:1796-800.
- 46 Call S, Rami-Porta R, Embun R, et al. Impact of inappropriate lymphadenectomy on lung metastasectomy for patients with metastatic colorectal cancer. *Surgery today* 2016;46:471-8.
- 47 Seebacher G, Decker S, Fischer JR, et al. Unexpected lymph node disease in resections for pulmonary metastases. *Ann Thorac Surg* 2015;99:231-6.
- 48 Guerrero F, Renaud S, Schaeffer M, Nigra V, Solidoro P, et al. Low accuracy of computed tomography and positron emission tomography to detect lung and lymph node metastases of colorectal cancer. *Ann Thorac Surg* 2017;104: 1194-9.

\* à lire

\*\* à lire absolument