

ORIGINAL ARTICLE



Detection of liver metastases in patients with pancreatic adenocarcinoma: MRI versus CT

Walid TIBERMACHINE¹, Mohamed Redha SAKER¹, Raouf MENOURA², Redha BOUZINOUNA³, Abdelaziz AMMARI⁴, Mustapha BOUMENDJEL⁵, Sana Hazar TACHOUR⁶

1. Department of Radiology, University Hospital of Constantine, University of Constantine 3, Algeria
2. Department of surgery B, University Hospital of Constantine, University of Constantine 3, Algeria
3. Department of surgery A, University Hospital of Constantine, University of Constantine 3, Algeria
4. Department of Medical Oncology, Hospital of Didouche Mourad, University of Constantine 3, Algeria
5. Department of hepato-gastroenterology, University Hospital of Constantine, University of Constantine 3, Algeria
6. Department of pathology, University Hospital of Constantine, University of Constantine 3, Algeria

ABSTRACT

Introduction. Detection of liver metastases is important to guide therapeutic management of pancreatic cancer. Data suggest that magnetic resonance imaging (MRI) is more sensitive than computed tomography (CT) for the diagnosis of liver metastases from pancreatic cancer. However, MRI is currently not recommended in several guidelines. **Purpose.** To compare the performance of CT vs MRI in detection of liver metastases in patients with pancreatic adenocarcinoma. **Methods.** This was a retrospective single-center study over 24 months from January 2020 to December 2021 of patients suspected of having PDAC. All patients underwent contrast-enhanced triple phase CT and contrast-enhanced MRI/MRCP. The CT and MRI assessment of resectability and detection of metastases were performed according to NCCN version 1.2024 criteria by one observer based on clinical report. Composite reference standard based on decision of operability (based on multidisciplinary tumor board decision), surgical findings (delay of 2 to 3 weeks after imaging) and histopathologic findings. **Results.** 117 patients (M/F 52/65, mean age 62±11y) were included. The mean tumor size was 43.6±15.2mm (add range). 42/46 patients (34.2%/39.3%) were diagnosed with metastatic disease on CT/MRI, 40/36 patients (34.2%/30.8%) were resectable, 20/16 patients (17.1%/13.7%) were borderline resectable and 15/19 patients (12.8%/16.2%) were locally advanced. The detection of liver metastases on CT and MRI was compared with surgical findings in 45 patients (38.5%). The analysis showed that MRI had superior performance to CT, with sensitivity at 100% vs 60% and specificity at 97.1% vs 97.1%, PPV at 90.9% vs 85.7% and NPV 100% vs 89.5% (MRI/CT). **Conclusion.** MRI is more sensitive than CT in detection of liver metastases in patients with pancreatic adenocarcinoma.

ARTICLE HISTORY

Received 20 Jul 2024
Accepted 25 Aug 2024

KEYWORDS

Adenocarcinoma, CT, liver metastases, MRI, pancreatic

CORRESPONDING AUTHOR

Walid TIBERMACHINE
wtiber@gmail.com

1. INTRODUCTION

L'adénocarcinome pancréatique (ADCP) est cancer de très mauvais pronostic à cause d'un diagnostic souvent fait à un stade localement avancé ou métastatique [1,2]. Environ la moitié des patients atteints d'adénocarcinome pancréatique présentent des

métastases à leur présentation, le plus souvent au niveau du foie [3,4]. Ainsi, l'identification précise des métastases hépatiques (MH) est essentielle à la prise en charge de l'adénocarcinome pancréatique, car d'une part la résection chirurgicale complète

offre la seule chance de rémission ou de survie prolongée et d'autre part les MH constituent généralement une contre-indication à la chirurgie [2,5]. Les guidelines internationales recommandent la TDM avec contraste pour le diagnostic et la stadification de routine du cancer pancréatique, tandis que l'IRM est principalement utilisée pour la caractérisation des lésions hépatiques indéterminées [6,7]. L'évaluation précise des MH est cruciale en oncologie multidisciplinaire [6-9], en particulier pour les patients atteints d'un PDAC. La détection améliorée des MH pourrait réduire le taux de résection inutile des tumeurs et augmenter considérablement l'espérance de vie.

L'objectif de cette étude est d'évaluer et comparer les performances de l'IRM et de la TDM dans la détection et la caractérisation des métastases hépatiques chez les patients atteints d'un adénocarcinome pancréatique.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Type et durée de l'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective monocentrique, étalée sur 24 mois de janvier 2020 à décembre 2021, de patients suspectés d'avoir un cancer pancréatique sur la base de données clinico-biologiques, qui vont bénéficier d'une TDM thoraco-abdomino-pelvienne tri phasique et d'une IRM hépato-bilio-pancréatique avec contraste, pris en charge dans le service de radiologie du CHU BENBADIS de Constantine. La confirmation histologique était faite après chirurgie ou biopsie sous écho-endoscopie, transpariétale écho ou scanno-guidée, puis nous avons comparé les résultats radiologiques avec les données opératoires et histopathologiques.

Population d'étude

Critères d'inclusion : patients ayant un adénocarcinome pancréatique confirmé histologiquement par biopsie ou chirurgie, ayant une TDM et une IRM à moins d'un mois d'intervalle.

Critères d'exclusion : tumeurs kystiques du pancréas ; données cliniques, histopathologiques ou radiologiques incomplètes.

Technique et matériel

TDM : Tous les patients ont bénéficié d'une TDM réalisée sur scanner multi-détecteur, multi-coupe General Electric OPTIMA CT 540 (16 barrettes) mis en service le mois de Mars 2018.

Protocole de réalisation de l'examen : Réalisation d'une première hélice thoraco-abdomino-pelvienne sans injection, puis phase parenchymateuse pancréatique à 40 secondes, centrée sur le pancréas et vaisseaux péri-pancréatiques, suivie d'une phase veineuse portale à 65 secondes abdomino-pelvienne + thoracique par un injecteur automatique. Reconstruction multi-planaire, vasculaire en mode 3 dimension et MIP.

Analyse des résultats : Analyse et exploration des images de l'examen sur une console de post-traitement ADW 4.7. L'analyse est faite par un radiologue ayant une expérience de 10 ans, pour chaque patient, selon une fiche type contenant essentiellement : taille, siège, rehaussement, atteinte vasculaire, adénopathies, métastases à distance incluant le foie et les autres organes et enfin la résécabilité (résécable, borderline et localement avancé).

IRM : Tous les patients ont bénéficié d'une IRM réalisée sur une IRM 1,5 Tesla General Electric SIGNA HDx et HDxt mise en marche le mois de février 2012.

Protocole d'acquisition : Séquences axiale et coronale T2 single-shot fast spin-echo ; Séquence axiale T1 in-phase out-phase écho de gradient ; Séquence axiale T2 fat-sat spin-echo ; Séquence axiale diffusion b0, b200 et b800 s/mm² avec cartographie d'ADC ; Séquences 2D et 3D CPRM ; Séquences axiales avec gadolinium : sans injection, phases pancréatique, portale et d'équilibre.

Analyse des résultats : analyse et exploration des images de l'examen sur une console de post-traitement ADW 4.5. L'analyse est faite par le même radiologue, pour chaque patient de façon aléatoire, selon une fiche type contenant essentiellement : taille, siège, signal en diffusion et ADC, rehaussement, atteinte vasculaire, adénopathies, métastases à distance incluant le foie et les autres organes et enfin la résécabilité (résécable, borderline et localement avancé).

Gold standard

Le gold standard est basé sur la décision d'opérabilité (basée sur les décisions de la RCP spécialisée en pancréatologie), les résultats de la chirurgie (2 à 3 semaines après l'imagerie) et les résultats de l'histopathologie.

Saisie et analyses statistiques utilisées

Les données ont été saisies sur Microsoft Excel Professionnel Plus 2013. Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS Statistics version 26. Le logiciel Excel Professionnel Plus 2013 a été utilisé pour les tableaux. Les analyses statistiques utilisées pour chaque technique (TDM et IRM) sont : la sensibilité (vrais positifs / vrais positifs + faux négatifs), la spécificité (vrais négatifs / vrais négatifs + faux positifs), la valeur prédictive positive (VPP, vrais positifs / vrais positifs + faux positifs) et la valeur prédictive négative (VPN, vrais négatifs / vrais négatifs + faux négatifs).

Éthique

Une lettre de consentement éclairé, lu et approuvé par les patients bénéficiant d'un geste de radiologie interventionnelle : drainage biliaire, biopsie pancréatique, hépatique ou péritonéale. Les données recueillies et observées ont été anonymes et confidentielles. Le secret médical était conservé.

3. RESULTATS

Description générale

Parmi 242 patients éligibles, 53 patients n'ont pas été inclus à cause de données cliniques, histopathologiques ou radiologiques incomplètes et 27 patients avaient une lésion pancréatique kystique. Sur les 162 patients restants, 45 avaient des pathologies pancréatiques et péri-pancréatiques d'étiologies diverses. Finalement, nous avons retenu 117 patients ayant un ADCP confirmé.

La moyenne d'âge était de 62 ans avec un écart type de 11 avec un âge minimal de 34 ans, un âge médian de 62 ans et un âge maximal de 91 ans. Nous n'avons pas trouvé d'ADCP chez les patients de moins de 34 ans. 55,6% des patients étaient des hommes (n=65) et 44,4% des femmes (N=52) avec un sex-ratio 1,25. La douleur (45,4%) et l'ictère (44%) sont les signes cliniques les plus fréquents. Plus rarement l'altération de l'état général (3,5%), la pancréatite aiguë (2,1%), le prurit (1,4%), le vomissement (1,4%) ou l'hémorragie digestive (0,7%) étaient le mode de découverte. La découverte fortuite était rare (1,4%).

Répartition selon les résultats radiologiques

La taille est très variable, allant de 2,1 cm jusqu'à 10,2 cm, la moyenne des diamètres est de 4,36 cm avec écart type 1,53 et le diamètre médian est de 04 cm. 56,7% des lésions siégeaient au niveau de la tête, 32,3% au niveau du corps et 11% de siège caudal. L'ADCP était le plus souvent hypointense (hypovasculaire) à la phase parenchymateuse pancréatique (n=102 soit 87,2%), isosignal dans 10,3% (n=12) et hyperintense (hypervasculaire) dans 2,6% (n=3). L'ADCP était le plus souvent hyperintense en diffusion à b800 (n=101 soit 86,3%), le reste des lésions (n=16 soit 13,7%) étaient hypointenses.

Répartition selon la résécabilité de l'ADCP

L'évaluation IRM de la résécabilité était faite selon les guidelines NCCN à sa version 1.2024. À la TDM 34,2% des patients (n=40) étaient résécables, 12,8% (n=15) de résécabilité borderline, 17,1% (n=20) localement avancés et 35,9% (n=42) au stade de métastase. À l'IRM 30,8% des patients (n=36) étaient résécables, 13,7% (n=16) de résécabilité borderline, 16,2% (n=19) localement avancés et 39,3% (n=46) métastatiques.

Performances de la TDM dans la détection des localisations secondaires

Pour évaluer les performances de la TDM dans la détection des localisations secondaires, nous avons comparé ses résultats avec les données opératoires observées par le chirurgien et histopathologiques chez 45 patients (**Tableau 1**), 06 patients avaient des métastases à la TDM, et ont été confirmées par chirurgie (vrais positifs), 34 patients n'avaient pas de métastases, confirmées par la vérification chirurgicale (vrais négatifs, **Figure 2. A et B**), un seul patient classé comme ayant une métastase hépatique unique mais qui n'a pas été retrouvée par le chirurgien

(faux positifs) et 04 patients classés non métastasés à la TDM mais le chirurgien a trouvé des métastases (faux négatif), qui ont été déjà objectivées à l'IRM (**Figure 1. A et B**). L'analyse a montré une sensibilité à 60%, une spécificité à 97,1%, une VPP à 85,7% et une VPN à 89,5%.

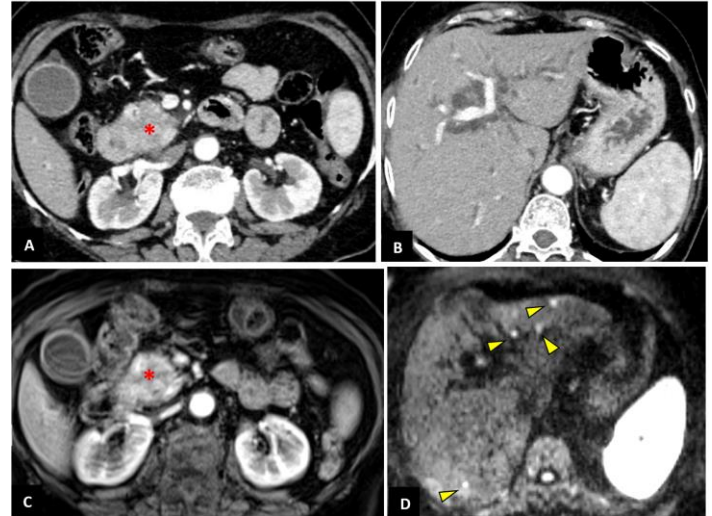


Figure 1. ADCP (*) chez une femme de 65 ans, résécable à la TDM (A et B), mais l'IRM a objectivé des micro-métastases hépatiques (têtes de flèches en C et D). Le geste palliatif a été préalablement planifié (double dérivation avec métastectomie), au lieu de réaliser une DPC qui aurait été inutile voire risquée.

Performances de l'IRM dans la détection des localisations secondaires

Pour évaluer les performances de l'IRM dans la détection des localisations secondaires, nous avons comparé les résultats de l'IRM avec les données opératoires observées par le chirurgien chez 45 patients (soit 38,5%) (**Tableau 2**), 10 patients avaient des métastases à l'IRM qui ont été confirmées par chirurgie (vrais positifs, **Figure 1. C et D**), 34 patients n'avaient pas de métastases et confirmés par la vérification chirurgicale (vrais négatifs, **Figure 2. C et D**), un seul patient classé comme ayant une métastase hépatique unique mais qui n'a pas été retrouvée par le chirurgien (faux positifs), le chirurgien n'a pas trouvé de métastase chez les patients classés non métastasés à l'IRM (faux négatif).

L'analyse a montré que l'IRM est très performante dans la détection des localisations secondaires, en particulier hépatiques, facilitant ainsi la sélection appropriée des candidats à la chirurgie, avec une sensibilité à 100%, une spécificité à 97,1%, une VPP à 90,9% et une VPN à 100%.

La comparaison des performances de l'IRM et de la TDM dans la détection des localisations secondaires a montré que la TDM est moins sensible mais assez spécifique dans la détection des localisations secondaires par rapport à l'IRM (**Tableau 3**).

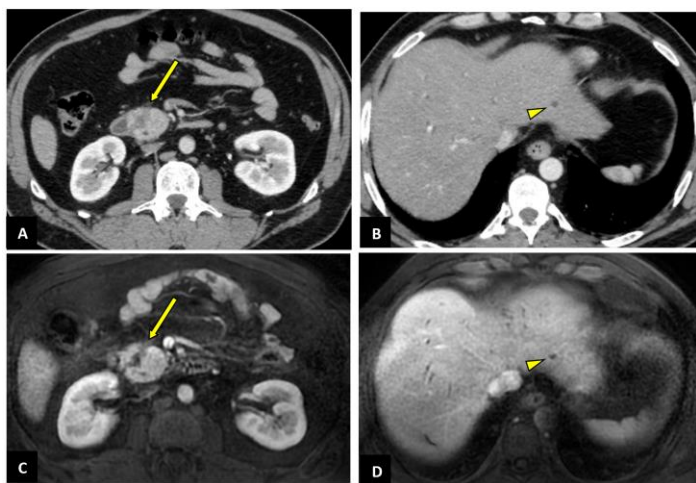


Figure 2. ADCP résécable (flèche) chez un homme de 52 ans opéré. La TDM (A et B) et l'IRM (C et D) objectivent un petit kyste biliaire gauche (tête de flèche) mieux caractérisé à l'IRM.

4. DISCUSSION

La détection et la caractérisation précises des métastases hépatiques dépendent de l'optimisation des modalités d'imagerie. Plusieurs techniques d'imagerie, dont la TDM, l'IRM et la TEP/TDM au 18F-FDG, sont largement utilisées. Dans une méta-analyse [10], l'IRM, la TDM et la TEP/TDM avaient une sensibilité de 93,1 % (IC à 95 % : 88,4 %, 96,0 %), 82,1 % (IC à 95 % : 74,0 %, 88,1 %) et 74,1 % (IC à 95 % : 62,1 %, 83,3 %), respectivement.

Tableau 1. Calcul de la sensibilité et la spécificité de la TDM dans la détection des métastases

Gold standard : chirurgie, histopathologie			
Métastases détectées à la TDM	Oui	Non	Total
Oui	06 (vrais +)	01 (faux +)	37
Non	04 (faux -)	34 (vrais -)	08
Total	10	35	45

Dans notre étude nous avons montré la supériorité de l'IRM par rapport à la TDM dans la détection et la caractérisation des localisations secondaires hépatiques, permettant ainsi la sélection appropriée des patients à la chirurgie, avec une sensibilité à 100%-60%, spécificité à 97,1%-97,1%, VPP à 90,9%-85,7% et VPN à 100%-89,5%, respectivement. Bien que l'expérience de l'observateur soit cruciale pour une précision diagnostique élevée concernant l'analyse TDM et IRM chez les patients atteints de MH de l'ADCP, cet effet semble être plus prononcé dans les compte-rendus d'IRM [11].

La principale limite de notre étude est le nombre réduit d'ADCP opérés, à cause d'un diagnostic tardif, souvent fait à un stade localement avancé ou déjà métastatique.

Tableau 2. Calcul de la sensibilité et la spécificité de l'IRM dans la détection des métastases

Gold standard : chirurgie, histopathologie			
Métastases détectées à l'IRM	Oui	Non	Total
Oui	10 (vrais +)	01 (faux +)	37
Non	00 (faux -)	34 (vrais -)	08
Total	10	35	45

Au terme de notre travail, nous avons comparé les résultats obtenus à ceux retrouvés dans la littérature.

Tableau 3. Tableau comparatif des performances de l'IRM et de la TDM.

Paramètre	IRM (%)	TDM (%)
Sensibilité	100	60
Spécificité	97,1	97,1
VPP	90,9	85,7
VPN	100	89,5

Pour l'IRM, nos résultats sont conformes à ceux de la littérature, avec des fréquences de sensibilité entre 88% dans la série de SY. Choi et al. [12] et 100% dans celle de SK. Jeon et al. [13] et une spécificité entre 86% dans la série de C. Holzapfel et al. [14] et 100% dans celle de AM. Marion-Audibert et al. [15]. Les études de T. Ito et al. [16] et de AM. Marion-Audibert et al. rapportent une sensibilité plus faible, respectivement de l'ordre de 77,5% et 73%, ceci est expliquée par le grand nombre de patients inclus dans ces études avec un nombre considérable de faux négatifs (respectivement 10 cas et 04 cas). FM. Chen et al. [17] rapporte une sensibilité à 50% et une spécificité à 66,7%, cette différence est expliquée d'une part par le nombre important de faux positifs et de faux négatifs dans sa série (micro-métastases hépatiques, péritonéales et épiploïques) et d'autre part par le petit nombre de cas (Tableau 4).

Tableau 4. Étude comparative des performances de l'IRM dans la détection des métastases.

Auteurs	Année	Pays	Nombre total/ADCP	Sensib	Spécif	VPP	VPN
C. Holzapfel et al. [14]	2010	Allemagne	31 / 31	94	86	-	-
SK. Jeon et al. [13]	2018	Corée du Sud	215 / 215	100	98	-	-
HW. Kim et al. [18]	2017	Corée du Sud	167 / 167	98	97	-	-
FM. Chen et al. [17]	2016	Chine	137 / 38	50	66,7	46,7	69,6
SY. Choi et al. [12]	2017	Corée du Sud	72 / 41	88	90	92,3	84,8
T. Ito et al. [16]	2017	Japon	257 / 201	77,5	94,7	83,8	92,3
AM. Marion-Audibert et al. [15]	2018	France	118 / 118	73	100	100	96,3
Notre série	2024	Algérie	162 / 117	100	97,1	90,9	100

Pour la TDM, la sensibilité dans notre étude se rapproche de celle de l'étude de FM. Chen et al. et de C. Holzapfel et al, qui sont de l'ordre de 64,3% et 53,3% respectivement. Les études de SK. Jeon et al. et de HW. Kim et al. [18] rapportent une sensibilité plus élevée de 81% et de 83%, cette différence expliquée par le

nombre de faux négatifs dans notre série qui est de l'ordre de 04 cas, de même que le nombre de vrais positifs n'est pas assez important puisque les ADCP métastasés ne sont généralement pas opérés sauf dans le cadre d'une chirurgie palliative. Par contre dans l'étude de J. Hermans et al. [19] la sensibilité est de 23%, cette différence est expliquée par un nombre très important de faux négatifs dans sa série de l'ordre de 78%. La spécificité dans notre étude rejoint celle de l'étude de J. Hermans et al. et de SK. Jeon et al, qui sont respectivement de l'ordre de 64,3% et 53,3%. Les séries de FM. Chen et al, C. Holzapfel et al. et HW. Kim et al. rapportent une spécificité moins importante, respectivement de l'ordre de 58,3%, 77,8% et 60%, cette différence est expliquée par le nombre important de faux positifs dans leurs séries (Tableau 5).

Tableau 5. Étude comparative des performances de la TDM dans la détection des métastases.

Auteurs	Année	Pays	Nombre total/ADCP	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN
FM. Chen et al.	2016	Chine	137 / 38	64,3	58,3	47,4	73,7
J. Hermans et al.	2016	Pays-Bas	46 / 46	23	98	-	-
C. Holzapfel et al.	2010	Allemagne	31 / 31	53,3	77,8	-	-
SK. Jeon et al.	2018	Corée du Sud	215 / 215	81	86	-	-
HW. Kim et al.	2017	Corée du Sud	167 / 167	83	60	-	-
Notre série	2024	Algérie	162 / 117	60	97,1	85,7	89,5

5. CONCLUSION

L'IRM est la TDM sont des techniques d'imagerie assez performantes dans la détection et la caractérisation des métastases hépatiques chez les patients atteints d'un adénocarcinome pancréatique. L'IRM est plus sensible que la TDM dans la détection des métastases hépatiques et peut aider à optimiser la stratégie thérapeutique chez ces patients.

Financement

Cette étude n'a reçu aucun financement spécifique d'une agence publique, commerciale ou à but non lucratif.

Contribution et responsabilité des auteurs

L'ensemble des auteurs attestent du respect des critères de l'international committee of medical journal editors (ICMJE) en ce qui concerne leur contribution à l'article.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

REFERENCES

- Konstantinidis IT, Warshaw AL, Allen JN, et al. Pancreatic ductal adenocarcinoma: Is there a survival difference for R1 resections versus locally advanced unresectable tumors? What is a "true" R0 resection? *Ann Surg* 2013;257:731-736.
- Ryan DP, Hong TS, Bardeesy N. Pancreatic adenocarcinoma. *N Engl J Med* 2014;371:2139-2141.

- Kamisawa T, Isawa T, Koike M, Tsuruta K, Okamoto A. Hematogenous metastases of pancreatic ductal carcinoma. *Pancreas* 1995;11:345-349.
- Saad AM, Turk T, Al-Husseini MJ, Abdel-Rahman O. Trends in pancreatic adenocarcinoma incidence and mortality in the United States in the last four decades; a SEER-based study. *BMC Cancer* 2018;18:688.
- Yamada S, Fujii T, Sugimoto H, et al. Pancreatic cancer with distant metastases: A contraindication for radical surgery? *Hepatogastroenterology* 2009;56:881-885.
- Ducreux M, Caramella C, Hollebecque A, Burtin P, Goéré D, Seufferlein T, Haustermans K, Van Laethem J.L, Conroy T, Arnold D. Cancer of the pancreas: ESMO clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann. Oncol.* 2015, 26, v56–v68.
- Kouri B.E, Abrams R.A, Al-Refaie W.B et al. ACR appropriateness criteria radiologic management of hepatic malignancy. *J. Am. Coll. Radiol.* 2016, 13, 265–273.
- Kuszyk B.S, Bluemke D.A, Urban B.A, Choti M.A, Hruban R.H, Sitzmann J.V, Fishman E.K. Portal-phase contrast-enhanced helical CT for the detection of malignant hepatic tumors: Sensitivity based on comparison with intraoperative and pathologic findings. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1996, 166, 91–95.
- Nielk M.C, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: A meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment. *Radiology* 2010, 257, 674–684.
- Choi SH, Kim SY, Park SH, et al. Diagnostic performance of CT, gadoxetate disodium-enhanced MRI, and PET/CT for the diagnosis of colorectal liver metastasis: systematic review and meta-analysis. *J Magn Reson Imaging* 2018;47(5):1237–1250.
- Tsurusaki M, Numoto I, Oda T, Wakana M, Suzuki A, Yagyu Y, et al. Assessment of Liver Metastases Using CT and MRI Scans in Patients with Pancreatic Ductal Adenocarcinoma: Effects of Observer Experience on Diagnostic Accuracy. *Cancers*. juin 2020;12(6):1455.
- Choi S-Y, Kim YK, Min JH, Cha DI, Jeong WK, Lee WJ. The value of gadoxetic acid-enhanced MRI for differentiation between hepatic microabscesses and metastases in patients with periampullary cancer. *Eur Radiol.* 1 oct 2017;27(10):4383-93.
- Jeon SK, Lee JM, Joo I, Lee DH, Ahn SJ, Woo H, et al. Magnetic resonance with diffusion-weighted imaging improves assessment of focal liver lesions in patients with potentially resectable pancreatic cancer on CT. *Eur Radiol.* 1 août 2018;28(8):3484-93.
- Holzapfel K, Reiser-Erkan C, Fingerle AA, Erkan M, Eiber MJ, Rummeny EJ, et al. Comparison of diffusion-weighted MR imaging and multidetector-row CT in the detection of liver metastases in patients operated for pancreatic cancer. *Abdom Imaging.* 1 avr 2011;36(2):179-84.
- Marion-Audibert A-M, Vullierme M-P, Ronot M, Mabrut J-Y, Sauvanet A, Zins M, et al. Routine MRI With DWI Sequences to Detect Liver Metastases in Patients With Potentially Resectable Pancreatic Ductal Carcinoma and Normal Liver CT: A Prospective Multicenter Study. *AJR Am J Roentgenol.* nov 2018;211(5):W217-25.
- Ito T, Sugiura T, Okamura Y, Yamamoto Y, Ashida R, Aramaki T, et al. The diagnostic advantage of EOB-MR imaging over CT in the detection of liver metastasis in patients with potentially resectable pancreatic cancer. *Pancreatol.* juin 2017;17(3):451-6.
- Chen F-M, Ni J-M, Zhang Z-Y, Zhang L, Li B, Jiang C-J. Presurgical Evaluation of Pancreatic Cancer: A Comprehensive Imaging Comparison of CT Versus MRI. *American Journal of Roentgenology.* 1 mars 2016;206(3):526-35.
- Kim HW, Lee J-C, Paik K-H, Kang J, Kim YH, Yoon Y-S, et al. Adjunctive role of preoperative liver magnetic resonance imaging for potentially resectable pancreatic cancer. *Surgery.* juin 2017;161(6):1579-87.
- Hermans JJ, Riviere DM, Geenen EJM van, Zanten M van, Radema S, Laarhoven CJHM van. Contrast-enhanced diffusion-weighted MRI vs contrast-enhanced CT for detecting liver metastases for potentially resectable pancreatic ductal adenocarcinoma [Internet]. ECR 2016 EPOS. European Congress of Radiology - ECR 2016; 2016 [cité 19 juin 2024]. Available from: <https://epos.myesr.org/poster/esr/ecr2016/B-0188>.