

Imagerie des papillomes inversés nasosinusiens: Une revue de la littérature

Imaging of sinonasal inverted papillomas: A literature review

Rachida Bouatay, Jamel Koubaa

Service d'ORL et de CCF ; CHU Fattouma Bourguiba de Monastir, Tunisie. Université de Monastir, Tunisie

RÉSUMÉ

Le papillome inversé nasosinusal est une tumeur bénigne rare qui se distingue des autres tumeurs bénignes par certaines caractéristiques qui en font une tumeur particulière telles qu'une évolution locale lente, un potentiel ostéolytique, une tendance à la récurrence et un pouvoir de dégénérescence maligne. IL doit être évoqué devant toute symptomatologie ou lésion polypoïde unilatérale. Son traitement est chirurgical. Nous abordons dans cette mise au point les spécificités radiologiques des papillomes inversés nasosinusiens ainsi que l'apport de l'imagerie dans le diagnostic et le suivi post thérapeutique de ces tumeurs.

Mots clés : Papillome inversé, TDM, IRM, cavités nasosinusiennes

ABSTRACT

The sinonasal inverted papilloma is a rare benign tumor which is distinguished from the other sinonasal tumors by some characteristics such as a slow development, local aggressiveness, a high rate of recurrence after surgical resection and the possibility of malignant transformation. It should be considered in the presence of any unilateral polypoid symptomatology or lesion. Its treatment is surgical. In this update, we discuss the radiological specificities of sinonasal inverted papillomas as well as the contribution of imaging in the diagnosis and post-treatment monitoring of these tumors.

Key words: Inverted papilloma, CT, MRI, nasal and sinus cavities

INTRODUCTION

Le papillome inversé nasosinusal (PINS) est une tumeur rare, représentant 0,5 % à 4 % de l'ensemble des tumeurs nasosinusiennes (1). Il s'agit d'une tumeur bénigne d'évolution lente dont certaines caractéristiques en font une tumeur particulière : une évolution locale lente, un potentiel ostéolytique, une tendance à la récurrence et un pouvoir de dégénérescence maligne (1). Son étiopathogénie est encore mal élucidée et de nombreuses études ont cherché à explorer diverses hypothèses étiologiques (allergique, virale, inflammatoire...). Les manifestations cliniques rapportées ne sont pas spécifiques, elles sont identiques à celles observées dans le cadre des tumeurs des fosses nasales (2).

Le bilan préopératoire doit comporter une analyse endoscopique endonasale et un bilan radiologique associant un scanner et une imagerie par résonance magnétique (IRM) pour déterminer la localisation et

l'extension de la tumeur (3).

Le traitement est exclusivement chirurgical. La chirurgie endoscopique endonasale est actuellement le gold standard dans la prise en charge chirurgicale de ces tumeurs. La paroi antérieure du sinus maxillaire et l'extension latéro-frontale sont les principales limites de cette voie indiquant une voie combinée. La voie externe est plus rarement pratiquée actuellement, indiquée en cas d'extension extra sinusienne ou de carcinome associé (4).

Nous abordons dans cette mise au point les spécificités radiologiques des papillomes inversés nasosinusiens ainsi que l'apport de l'imagerie dans le diagnostic et le suivi post thérapeutique de ces tumeurs.

BILAN RADIOLOGIQUE

L'imagerie par TDM et IRM est essentielle au bilan initial,

Correspondance

Rachida Bouatay

Service d'ORL et de CCF ; CHU Fattouma Bourguiba de Monastir, Tunisie. Université de Monastir, Tunisie

Email: rbouattay@yahoo.fr

à la planification de l'approche thérapeutique et du suivi post opératoire des papillomes inversés nasosinusiens. Le bilan radiologique initial a deux principaux objectifs: définir de façon précise l'extension de la tumeur et préciser le site d'implantation de la lésion.

La TDM:

Elle représente l'examen de première intention devant un tableau d'obstruction nasale unilatérale chronique.

Protocole

Il comporte des acquisitions hélicoïdales centrées sur le massif facial, par des coupes axiales de 2 à 2,5 mm d'épaisseur, avant et après injection intraveineuse de produit de contraste, complétées par des reconstructions coronales. La lecture de l'examen est réalisée en double fenêtrage : os et « parties molles » (3).

Résultats

L'aspect TDM est non spécifique, retrouvant une lésion homogène généralement centrée sur le méat moyen, unilatérale, isodense (5). Elle présente un rehaussement hétérogène après injection (3).

Certains auteurs ont décrit l'aspect « macro-lobulé » de la surface tumorale libre comme étant un élément tomodynamométrique fortement évocateur du diagnostic de PI avec une sensibilité et une spécificité respectives de 90 et de 97% (5). Cet aspect est rattaché aux caractéristiques histologiques de la tumeur.

Des microcalcifications disséminées au sein de la lésion sont retrouvées dans environ 20 % des cas, orientant le diagnostic (6).

Ces micro-calcifications correspondent selon certains auteurs à des métaplasies osseuses au sein du tissu polypoïde sous l'action de facteurs spécifiques détectés par immunohistochimie et qui sont les bone morphogenetic proteins (BMP: BMP-2 et BMP-4/5) et le transforming growth factor beta-1 (TGF β -1) (7).

Le scanner permet de déterminer de façon plus ou moins grossière la localisation tumorale (base d'implantation), le plus souvent il s'agit de la paroi latérale des fosses nasales et en particulier le complexe ostio-méatal.

Une tumeur de petite taille paraît comme une masse unilatérale élargissant le méat moyen et se projetant dans la cavité nasale (8).

L'extension progresse de manière centrifuge directe vers les sinus paranasaux, essentiellement les sinus maxillaire et ethmoïdal. Le sinus frontal et sphénoïdal sont secondairement touchés par contiguïté en cas d'atteinte ethmoïdale.

Les tumeurs de grande taille peuvent toucher : la lame ptérygoïde médiale, la lame papyracée favorisant l'atteinte orbitaire par l'intermédiaire des sinus maxillaire et ethmoïdal, le palais osseux, le canal lacrymo-nasal et même la base du crâne à partir du sinus frontal (9).

L'extension directe peut également toucher le nasopharynx via les choanes chez 40% des patients ce qui rend difficile la différenciation entre un PI et un polype antrochoanal par le scanner seul (8).

Cependant, il ne permet pas de distinguer le PI des

polypes, des sécrétions rétentionnelles, d'une muqueuse hypertrophiée, ou de tissus inflammatoires.

Même théoriquement, la prise de contraste tumorale est hétérogène alors qu'elle est périphérique en cas d'atteinte inflammatoire, ces deux composantes sont fréquemment intriquées, et il est difficile de faire la part des choses sur un examen tomodynamométrique (3).

Sukenik notait dans son étude portant sur 90 patients une sensibilité scanographique moyenne de 69% notamment pour le sinus maxillaire et l'éthmoïde contre une spécificité moyenne de 20% notamment pour le sinus frontal et le sinus sphénoïdal, une VPP de 36% et une VPN de 64% (10) (tableau 1).

Tableau 1. Tableau comparatif des études de la sensibilité, spécificité et valeurs prédictives du scanner dans la série de Skenic et al

	Sukenik et al (10) (n=90)			
	Sensibilité %	Spécificité %	VPP %	VPN %
Maxillaire	100	9	44	100
Ethmoïde	83	5	50	16
Frontal	80	43	33	86
Sphénoïdal	0	36	0	100
Moyenne	69	20	36	64

Des remaniements osseux liés à la croissance tumorale et à son potentiel agressif local sont facilement étudiés au scanner (11) :

Il peut s'agir d'érosion osseuse, d'ostéolyse ou encore d'un simple amincissement observé jusqu'à 93% des cas selon les séries. En cas de carcinome synchrone, une plus grande destruction de l'infrastructure osseuse est observée qu'en cas de PI bénin (1).

Une ostéosclérose peut exister en cas de PI primitif (12). En général et en dépit de leur grande taille, l'origine des PI est localisée dans une zone limitée au niveau des parois de la cavité naso-sinusienne qui pourrait être siège d'une hyperostose focale ou signe d'ostéite focalisée (Fig.1) (13).

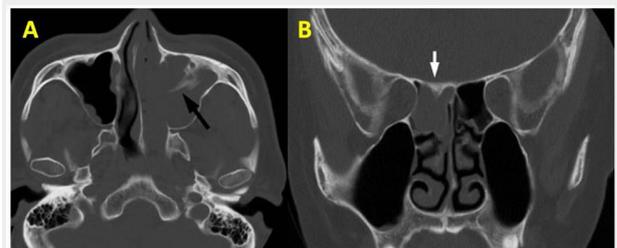


Figure.1 : A. TDM en coupe axiale montrant une hyperostose conique (flèche noire) touchant la paroi antérieure du sinus maxillaire gauche, dont l'origine du papillome inversé a été confirmée par endoscopie peropératoire - B. TDM en coupe coronale d'un patient atteint de papillome inversé montrant une hyperostose conique localisée de la paroi supérieure du sinus ethmoïdal postérieur (flèche blanche). L'examen endoscopique peropératoire a confirmé que l'origine de la tumeur se situait au niveau de la paroi supérieure du sinus ethmoïdal postérieur droit (13).

La valeur prédictive positive (VPP) du site d'insertion du PI en fonction de l'hyperostose est estimée entre 89 % et 95 % selon les études (13, 14).

Dans d'autres études (15, 16), les signes d'ostéite ne semblaient pas avoir une grande corrélation avec le site d'implantation avec une VPP aux alentours de 40%.

Cela peut être expliqué par le fait que ces signes d'ostéite n'étaient pas présents chez tous les malades et dans certains cas ils étaient multiples au niveau des parois de la cavité naso-sinusienne.

→ En résumé, le scanner de première intention permet de préciser le siège du papillome inversé et son caractère lobulé en surface, d'évaluer son extension ainsi que l'atteinte osseuse associée. Il détermine aussi une cartographie préopératoire de la tumeur en étudiant les balises anatomiques et les variantes anatomiques à risque chirurgical.

En revanche, la distinction entre tumeur et phénomènes inflammatoires chroniques par obstruction est difficile à établir au scanner même après injection. La taille tumorale est souvent surestimée et l'origine exacte de la tumeur est souvent difficile à déterminer.

L'IRM

Dans le bilan d'extension préopératoire, l'IRM est demandée en seconde intention après le scanner (3).

Protocole

Le protocole comporte des séquences en pondération T1 dans le plan axial, des séquences en pondération T2 dans les plans axial et frontal au minimum voire dans le plan sagittal en cas d'atteinte du sinus frontal ou du sphénoïde. Des séquences en pondération T1 après saturation du signal de la graisse et injection de Gadolinium dans au moins 2 plans de l'espace (axial et frontal). L'épaisseur de coupe doit être de 3 à 4mm.

Résultats

Le PI apparaît comme une masse lobulée généralement en hypo à iso-signal en séquence pondérée T1. Après injection de produit de contraste, il existe une prise de contraste intense, souvent homogène. En séquence pondérée T2, la tumeur est généralement en hypersignal (17).

L'aspect cérébriforme est retrouvé sur les séquences pondérées T1 après injection de Gadolinium mais également en séquence T2, orientant très fortement le diagnostic.

Cet aspect serait lié au caractère d'invagination observé en anatomopathologie. La perte de cet aspect cérébriforme, de manière focale ou totale, doit faire suspecter un foyer carcinomateux synchrone (18).

Dans leur étude portant sur 132 patients, Jeon et al (18) ont retrouvé que la sensibilité, la spécificité, la VPP et la VPN de cet aspect cérébriforme pour le diagnostic de PI sont respectivement de 100%, 87%, 64%, 100%. Ils ont démontré que la séquence T1 injectée est supérieure à la séquence T2 dans la détection de l'aspect cérébriforme. Cependant l'aspect cérébriforme n'est pas spécifique du PI car il est observé dans 4.3% des tumeurs malignes nasosinusiennes (8).

L'IRM permet de déterminer de façon plus précise la localisation tumorale exacte ainsi que son extension aux structures adjacentes. Le chirurgien peut au décours de ce bilan planifier la technique chirurgicale la plus adéquate, adaptée au site tumoral ainsi qu'à l'extension

locorégionale.

→ Base d'implantation :

Le traitement du PI réside en une résection « carcinologique » de la tumeur par voie endoscopique. L'exérèse de la tumeur se fait de façon centripète en retirant la totalité de sa base d'implantation, dans un plan sous périoste en emportant même une collerette de muqueuse saine environnante de 8 à 10mm. Un fraisage systématique de l'os en regard sera réalisé, ce qui permettra de réduire considérablement le risque de récurrence. De ce fait, l'imagerie est nécessaire pour l'identification de la base d'implantation (19).

Une étude japonaise publiée en 2008 (20), portant sur 35 patients ayant des PI du sinus maxillaire, a montré que l'IRM est capable de détecter le site d'implantation de la tumeur avec un taux de prédilection positive de 85,7% en comparant les résultats de l'IRM avec les constatations chirurgicales. L'estimation du site d'implantation est effectuée selon 2 méthodes :

- Méthode n°1 : l'étude des séquences IRM en pondération T2 avait objectivé l'existence de structures filamenteuses sinueuses et cérébriformes dont le centre était axé sur l'origine tumorale comme le montre le schéma et les figures suivantes. (Figure 2, 3)
- Méthode n°2 : comme la tumeur se développe de façon centrifuge, l'espace vacant qui l'entoure serait comblé par de l'inflammation alors que l'origine de la tumeur serait controlatérale aux lésions inflammatoires visualisés en IRM. (Figure 4)

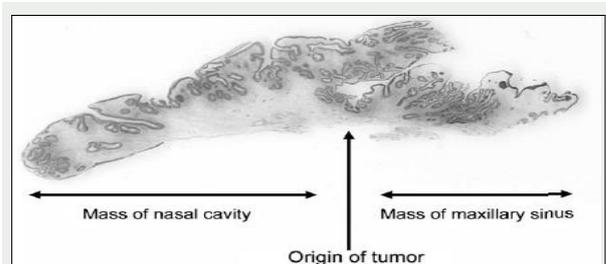


Figure 2. Schématisation d'une pièce opératoire reséquée en bloc avec la réalisation de sections parallèles qui objective l'orientation de l'axe des invaginations qui irradie à partir de l'origine tumorale située au centre vers la périphérie (20).

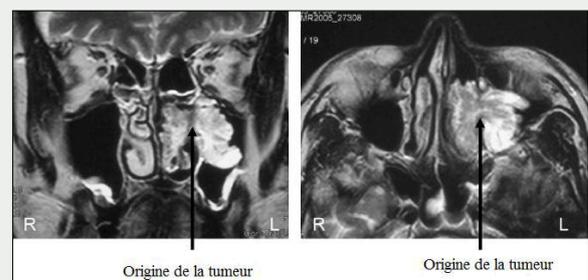


Figure 3. IRM en pondération T2 : Les deux coupes coronale et axiale montrent une structure filamenteuse cérébriforme sinueuse, irradiant du centre vers la périphérie de la lésion (20).

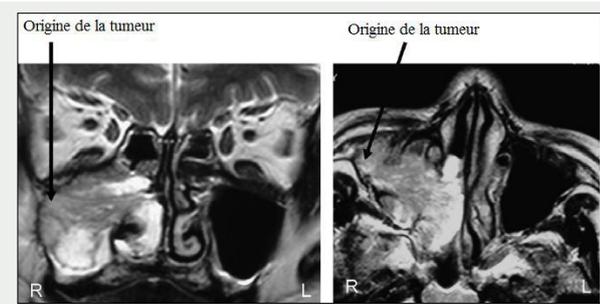


Figure 4. IRM en pondération T2 : Les deux coupes coronale et axiale montrent la présence des sites vacants et des lésions inflammatoires au niveau des parois inférieure et antérieure du sinus maxillaire gauche. L'Application de la méthode 2 a conduit à l'estimation que l'origine de la tumeur est située au niveau des parois supérieure et postérieure du sinus maxillaire droit (20).

Une étude chinoise plus récente en 2016 (16) a décrit une autre méthode en se basant sur les critères suivants :

- les structures sinueses et cérébriformes en IRM apparaissent toujours à la périphérie de la tumeur et pas à son site d'implantation.
- l'origine de la tumeur a un signal intermédiaire en séquence T2 avec une prise de contraste modérée en T1 injectée tandis que la périphérie de la tumeur montre un aspect en colonne d'hyposignal et hyper signal en séquence T2 et prise de contraste intense en T1 injectée. (Figure 3).
- si la masse tumorale se développe de façon centrifuge en montrant une structure radiaire, l'origine de la tumeur peut être détectée en traçant un trajet centripète allant des structures cérébriformes et en suivant les filaments radiaires vers le centre (Figure 5).

Selon l'étude, cette méthode a montré une meilleure sensibilité et spécificité (93.1% ,76.9% respectivement) en comparaison avec le scanner (16).

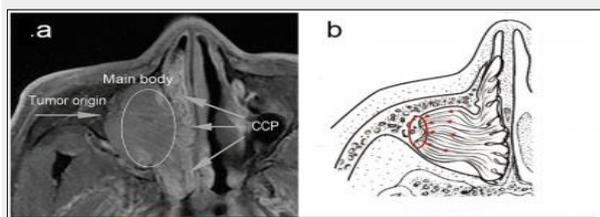


Figure 5. (a) IRM en coupe axiale en séquence T1 après saturation du signal de la graisse et injection de Gadolinium montrant l'aspect cérébriforme caractéristique (3 flèches blanches à gauche) apparu à la périphérie de la tumeur, la structure radiaire (l'intérieur du cercle blanc) qui correspond au corps de la tumeur. Le site d'implantation est localisé au niveau de la paroi antérolatérale du sinus maxillaire droit (flèche blanche à droite). (b) schéma représentatif de la méthode de traçage centripète allant des structures cérébriformes et en suivant les filaments radiaires vers le centre pour déterminer le site d'implantation tumoral à l'IRM (16).

→ *Extension tumorale :*

L'IRM permet une étude plus fine de l'extension tumorale par rapport aux structures adjacentes et différencie la tumeur d'un comblement rétionnel. La séquence T2 distingue le papillome inversé (de signal intermédiaire) du tissu polypeux adjacent ou d'une rétention liquidienne (hypersignal). Som et al ont rapporté une sensibilité de l'IRM de 95% dans le diagnostic différentiel entre tumeur et muqueuse inflammatoire (21).

Oikawa et al ont mis en évidence le rôle primordial de l'IRM dans le staging préopératoire des PI en déterminant précisément l'extension tumorale (avec une VPP comprise entre 68 et 89% et une VPN de 93%) (22) (Tableau 2). En séquence T1 injectée, le papillome inversé se rehausse de manière homogène. Ceci semble particulièrement important dans les régions frontale et maxillaire car cela conditionne la voie d'abord choisie (21, 22).

Tableau 2. Tableau comparatif des études de sensibilité, spécificité et valeurs prédictives de l'IRM selon l'étude d'Oikawa

Oikawa et al (22) (n=21)				
Sinus	Sensibilité %	Spécificité %	VPP %	VPN %
Maxillaire	100	80	84	100
Éthmoïde	100	60	89	100
Frontal	80	88	68	73
Sphénoïdal	100	94	73	100
Moyenne	69	80	78	93

- l'IRM précise mieux que le scanner les rares extensions intra-orbitaires, intracrâniennes ou intra-durales.

→ *Récidive tumorale :*

Le signal des récidives tumorales ne semble pas être différent de celui des tumeurs primitives.

La réalisation des séquences avec injection dynamique de Gadolinium semble être une méthode fiable pour distinguer une récidive tumorale de remaniements tissulaires cicatriciels post opératoires (8).

→ *Association à une tumeur maligne :*

L'association d'une tumeur maligne à un PI peut ne pas avoir de traduction radiologique particulière, la sémiologie IRM restant identique à celle d'un papillome inversé isolé. Cependant pour certains auteurs, la coexistence de différents critères IRM (signal tumoral, la perte de l'aspect cérébriforme, type de rehaussement tumoral) et TDM (signes osseux) serait fortement évocatrice de tumeur maligne associée au PI. D'autres ont décrit la présence d'une nécrose tumorale centrale dans les formes où la composante tumorale maligne prédomine (8, 23).

Classification des PINS

Plusieurs classifications du PI ont été proposées dans la littérature.

La plus utilisée est celle de Krouse développée en 2000 cette classification est basée sur l'extension de la tumeur, appréciée par le bilan radiologique (24) :

T1: Tumeur confinée à la cavité nasale, sans extension dans les sinus para-nasaux. Absence de carcinome associé

T2: Tumeur étendue au complexe ostio-méatal, le sinus éthmoïde, et/ou la paroi médiale du sinus maxillaire, avec ou sans envahissement de la cavité nasale. Absence de carcinome associé

T3: Tumeur étendue à la paroi latérale, inférieure, supérieure, antérieure ou postérieure du sinus maxillaire, au sinus sphénoïdal et/ou au sinus frontal, avec ou sans atteinte de la paroi médiale du sinus maxillaire, du sinus

ethmoïde ou de la cavité nasale. Absence de carcinome associé.

T4: Tumeur avec extension extra-sinusienne, atteignant des structures adjacentes telles que l'orbite, le compartiment intracrânien ou l'espace ptérygo-maxillaire. Toute tumeur si présence d'un carcinome.

Bien que n'ayant pas prouvé sa supériorité par rapport aux autres classifications en termes de pronostic ou d'aide à la décision thérapeutique, cette classification a l'avantage d'être simple à adopter et d'être reproductible (1).

Suivi radiologique post opératoire

Le suivi post opératoire est assuré par l'examen clinique (endoscopie nasale+++) et l'imagerie.

Une imagerie de contrôle est réalisée à 3 mois de la fin du traitement. Ce délai de 3 mois est indispensable pour une cicatrisation complète avec disparition des phénomènes inflammatoires aigus, de l'œdème et des phénomènes hémorragiques. Cette imagerie de référence servira de base pour analyser les contrôles ultérieurs.

En cas de suspicion d'une récurrence ou en cas de mauvaise visualisation des cavités sinusiennes à l'examen endoscopique, un scanner et une IRM sont réalisés plus régulièrement (1).

Il est préférable d'opter pour l'IRM en première intention pour la plupart des auteurs (1, 3, 25).

En effet, elle permet le diagnostic de récurrence et d'extension dans 100 % des cas contre seulement 60 % des cas pour la TDM (3).

Lai et al ont constaté qu'en comparant l'IRM avec la biopsie dans le diagnostic des récurrences les séquences injectées d'IRM ont une spécificité et une sensibilité de plus de 75% dans la reconnaissance de tissus de granulation et remaniements post-opératoires (26).

Les aspects rencontrés en IRM sont semblables à ceux visualisés dans l'atteinte initiale. Mais les séquences pondérées T2 sont les plus parlantes dans la différenciation entre récurrence tumorale et phénomènes inflammatoires en IRM : tableau 3 (27,28).

Tableau 3. Analyse sémiologique des signaux en IRM de contrôle

Pathologie	T1	T2	GADO
Récurrence tumorale	Hyposignal	Iso ou hypersignal	Rehaussement modéré, hétérogène
Rétention	Hyposignal	Hypersignal franc	Pas de rehaussement
Tissu fibro-inflammatoire	Hyposignal	hypersignal	Rehaussement important

→ La récurrence tumorale apparaît en hyposignal T1 (parfois associée à des plages en hypersignal en cas de saignement), le plus souvent en hyposignal T2 mais parfois iso ou hyper T2 (mais presque toujours la récurrence est de signal moins intense que le tissu fibro-inflammatoire) avec une prise de Gadolinium souvent hétérogène et tardive. Il est à noter cependant que la surface lobulée est plus souvent mise en évidence en cas de récurrence. Ceci est expliqué par le fait que l'interface air-tumeur est plus étendue en cas de

remaniements postopératoires (3).

→ Le tissu fibro-inflammatoire se présente en hyposignal T1, en hypersignal T2. Si la fibrose prédomine l'hypersignal est moins intense ; si le tissu inflammatoire prédomine l'hypersignal est plus intense. Cependant le signal T2 du tissu fibro-inflammatoire est presque toujours plus intense que celui du tissu tumoral. Le tissu fibro-inflammatoire prend le contraste de façon souvent superficielle périphérique.

→ La rétention liquidienne se présente avec un niveau liquide en hyposignal T1, hypersignal T2 franc et sans prise de contraste. La muqueuse en périphérie d'une rétention prend souvent le contraste de façon intense car elle est inflammatoire.

Si une récurrence tumorale est suspectée, il faudra faire un bilan d'extension en particulier orbitaire et intracrânien, en tenant compte des lyses osseuses adjacentes de celles qui existaient en préopératoire, ou sur le bilan de référence.

L'imagerie a aussi un intérêt majeur pour les complications infectieuses aiguës et pour le diagnostic des mucocèles.

CONCLUSION

L'imagerie (scanner et surtout l'IRM) interviennent, non pas dans le diagnostic positif du papillome inversé, qui est histologique, mais dans le bilan préopératoire en déterminant la localisation et l'extension de la tumeur afin de planifier la voie d'abord chirurgicale. Vu le risque de récurrence et de transformation maligne métachrone il est primordial d'informer le patient de la nécessité d'une surveillance endoscopique et radiologique (IRM) rapprochée et prolongée.

RÉFÉRENCES

1. Lisan.Q, Laccourreye.O, Bonfils.P. Sinonasal inverted papilloma: From diagnosis to treatment. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis. 2016; 133(5): 337-41.
2. Bonfils P. Tumeurs bénignes du nez et des sinus. Le papillome inversé nasosinusal. EMC-Oto-rhino-laryngologie 2007;20:400-10.
3. Chammakhi-Jemli. C, Ben Hassine. L, Mekaouer. S, Ben Gamra. Imagerie du papillome inversé naso-sinusal. Feuilles de Radiologie. 2007; 47(2) :75-82 .
4. Krouse J H. Endoscopic treatment of inverted papilloma: Safety and efficacy. Am J Otolaryngol. 2001; 22:87-99.
5. Damman F, Pereira P, Laniado M, Plinkert P, Lowenheim H, Clausen CD. Inverted papilloma of the nasal cavity and the paranasal sinuses: using CT for primary diagnosis and follow-up. AJR 1999; 172: 543-8.
6. Momeni AK, Roberts CC, Chew FS. Imaging of chronic and exotic sinonasal disease: review. AJR Am J Roentgenol 2007; 189: 35-45.
7. Kim YK, Kim HJ, Kim J. Nasal polyps with metaplastic ossification: CT and MR imaging findings. Neuroradiology. 2010; 52 (12):1179-84.
8. Chawla A, Shenoy J, Chokkappan K, Chung R. Imaging Features of Sinonasal Inverted Papilloma: A Pictorial Review. Curr Probl Diagn Radiol. Sep-Oct 2016; 45(5):347-53.
9. Momose KG, Weber AL, Goodman M, Mac-Millan AS Jr. Radiological aspect of inverted papilloma. Radiology 1980; 34: 73-9.
10. Sukenik MA, Casiano R. Endoscopic medial maxillectomy for inverted papilloma of the paranasal sinuses: value of the intraoperative endoscopic examination. Laryngoscope. 2000 Jan;

- 110(1):39-42.
11. Ojiri H, Ujita M, Tada S. Potentially distinctive features of sinonasal inverted papilloma on MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2000; 175: 465–68.
 12. Lee TJ, Huang SF, Huang CC. Tailored endoscopic surgery for the treatment of sinonasal inverted papilloma. *Head Neck.* 2004; 26:145–53.
 13. Lee DK, Chung SK, Dhong H-J. Focal hyperostosis on CT of sinonasal inverted papilloma as a predictor of tumor origin. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007; 28: 618–21.
 14. Bhalla RK, Wright ED. Predicting the site of attachment of sinonasal inverted papilloma. *Rhinology* 2009; 47: 345–8.
 15. Al Badaai Y, Chankowsky J, Mah M, Yammine N, Samaha M. Radiological localization of Schneiderian papilloma. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2011; 1:488–491.
 16. Fang G, Lou H, Yu W. Prediction of the originating site of sinonasal inverted papilloma by preoperative magnetic resonance imaging and computed tomography. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2016; XX: 1–8.
 17. Hiroyuki T , Taro S , Masahiko O , Satoshi D. Imaging features of benign mass lesions in the nasal cavity and paranasal sinuses according to the 2017 WHO classification. *Jpn J Radiol* (2018) 36:361–81.
 18. Jeon TY, Kim H-J, Chung S-K. Sinonasal inverted papilloma: value of convoluted cerebriform pattern on MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008; 29:1556–60.
 19. Weber RK, Werner JA, Hildenbrand T. Endonasal endoscopic medial maxillectomy with preservation of the inferior turbinate. *Am J Rhinol Allergy.* 2010; 24(6):132-5.
 20. Iimura J, Otori N, Ojiri H. Preoperative Magnetic Resonance Imaging for Localization of the Origin of Maxillary Sinus Inverted Papillomas. *Auris Nasus Larynx.* 2009; 36 (4) :416-21.
 21. Percodani J, Rose X, vergez S, Pessey J-J, Serrano E. Voie endoscopique endonasale dans le traitement des papillomes inversés naso-sinusiens. *Ann otolaryngol chir cervicofac.* 2006; 123(6):312-8.
 22. Oikawa K, Furuta Y, Oridate N. Preoperative staging of sinonasal inverted papilloma by magnetic resonance imaging. *Laryngoscope.* 2003; 113(11): 1983-7.
 23. Madani G, Beale TJ, Lund VJ. Imaging of sinonasal tumors. *Semin Ultrasound CT MR.* 2009; 30(1): 25-38.
 24. Krouse JH. Development of a staging system for inverted papilloma. *Laryngo-scope* 2000; 110:965–8.
 25. Suh JD, Chiu AG. What are the surveillance recommendations following resection of sinonasal inverted papilloma? *Laryngoscope.* 2014;124(9):1981-82.
 26. Lai PH, Yang CF, Pan HB. Recurrent inverted papilloma: diagnosis with
 27. pharmacokinetic dynamic gadolinium-enhanced MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20:1445–51.
 28. Petit P, Vivarrat-Perrin L, Champsaur P, et al. Radiological follow-up of inverted papilloma. *Eur Radiol.* 2000;10(7):1184-9.