



Université Lille 2
Droit et Santé

UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG
Année 2013

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

*Tendons de la coiffe des rotateurs : comparaison de l'efficacité diagnostique
de l'arthroscanner, de l'arthro-IRM et de l'échographie.*

Présentée et soutenue publiquement le *23 mai à 16h00*
au Pôle Recherche
Par *Arnaud NATAF*

Jury

Président : Madame le Professeur Anne COTTEN

Assesseurs : Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION
Monsieur le Professeur Carlos MAYNOU
Monsieur le Docteur Christophe SZYMANSKI

Directeur de Thèse : Monsieur le Docteur Vincent BALBI

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	11
1.1 Anatomie.....	12
1.1.1 Trois os.....	12
1.1.2 Deux articulations.....	12
1.1.3 Les muscles.....	12
1.1.4 La capsule articulaire.....	13
1.1.5 La membrane synoviale.....	14
1.2 Etiologies.....	14
1.3 Classification des lésions de la coiffe des rotateurs.....	15
2. Matériel et Méthodes	16
2.1 Critères d'inclusion/critères d'exclusion.....	16
2.2 Echographie de l'épaule.....	16
2.2.1 Tendon du chef long du muscle biceps.....	17
2.2.2 Tendon du muscle sub-scapulaire.....	17
2.2.3 Tendon du muscle supra-épineux.....	18
2.2.4 Tendon du muscle infra-épineux.....	19
2.2.5 Muscles de la coiffe des rotateurs.....	19
2.3 Arthroscanner et arthro-IRM de l'épaule.....	20
2.3.1 Arthrographie.....	20
2.3.2 Arthro-scanner.....	21
2.3.3 Arthro-IRM.....	21
2.4 Arthroscopie.....	23
2.5 Analyse des images.....	23
2.5.1 Lésions non transfixiantes.....	24
2.5.2 Lésions transfixiantes.....	25
2.5.3 Tendon du muscle long biceps.....	25
2.5.4 Dégénérescence graisseuse.....	25
2.6 Analyse statistique.....	26
3. Résultats	27
3.1 Population opérée.....	27
3.1.1 Arthroscopie.....	28
3.1.2 Performances diagnostiques.....	28

3.1.3	Concordance entre arthro-scanner, arthro-IRM, échographie et arthroscopie dans la détection des ruptures..	29
3.1.4	Discordance entre arthro-scanner, arthro-irm, échographie et arthroscopie.....	29
3.2	Involution graisseuse : concordance entre arthro-scanner, arthro-irm et échographie	31
4.	Discussion	31
4.1	Sensibilités et spécificités	32
4.2	Concordances arthro-IRM/ arthro-scanner/ échographie vs arthroscopie	34
4.3	Analyse descriptive des discordances	39
4.3.1	Tendon du muscle supra-épineux	39
4.3.2	Tendon du muscle infra-épineux	43
4.3.3	Tendon du muscle sub-scapulaire	44
4.3.4	Tendon du muscle long biceps	46
4.4	Dégénérescence graisseuse.....	48
4.5	Les limites de l'étude	51
4.5.1	Puissance de l'étude.....	51
4.5.2	Biais et Discordance.....	51
4.5.3	Concordance inter-observateurs	52
4.5.4	Données additionnelles.....	52
5.	Conclusion	53
	Bibliographie	54
	ANNEXE : Grille de lecture (arthro-scanner, arthro-IRM).....	58

1 Introduction

Les douleurs chroniques à l'épaule sont une cause fréquente de morbidité. Les douleurs auto-déclarées de l'épaule ont une prévalence estimée entre 16 et 26% et constituent la troisième cause de consultation musculo-squelettique. [1] La cause peut être difficile à diagnostiquer, étant donné la complexité de l'anatomie et la largeur du spectre des pathologies sous-jacentes : lésions des tendons de la coiffe, bursite, tendinite, ostéonécrose aseptique de la tête humérale, lésions dégénératives ou post-traumatiques. [2]

Le tendon le plus souvent lésé dans ce cas est le tendon du muscle supra épineux. Le tendon du muscle sub-scapulaire est par contre assez peu étudié dans la littérature. Il est ainsi appelé le tendon oublié par Lo and Burkhart [3] malgré son importance : ses lésions ont en effet un impact sur le traitement, l'approche chirurgicale et le pronostic post-chirurgical[4]. Les raisons de cet oubli sont multiples : difficulté de l'analyse du tendon du muscle sub-scapulaire, notamment au niveau de sa portion antéro supérieure, tatouage fréquent lors de l'arthrographie pouvant faire négativer à tort des lésions transversales authentiques, fréquence probablement sous-estimée de son atteinte. Toutes ces raisons expliquent probablement la pauvreté de la littérature sur l'atteinte du sub-scapulaire.

Le but de notre étude était de comparer les sensibilités et les spécificités des différentes modalités d'exploration radiologique des tendons de la coiffe des rotateurs notamment pour le tendon du muscle sub-scapulaire (arthroscanner, arthro-IRM, échographie) par rapport au gold standard, l'arthroscopie.

1.1 Anatomie

1.1.1 Trois os

- la scapula, os aplati et triangulaire, est un relais musculaire essentiel dans la stabilité et la mobilité de l'épaule
- l'humérus ne participe à la ceinture scapulaire que par l'intermédiaire de son tiers supérieur comportant la tête de l'humérus
- la clavicule

1.1.2 Deux articulations

- l'articulation acromio-claviculaire
- l'articulation gléno-humérale, sphéroïde (énarthrose permettant 3 degrés de liberté)

1.1.3 Les muscles

Les muscles supra-épineux, infra-épineux, sub-scapulaire, long biceps ainsi que le petit rond forment la coiffe des rotateurs. Les muscles de la coiffe des rotateurs et leurs insertions tendineuses travaillent ensemble à la stabilité gléno-humérale et aux mouvements [5, 6].

Le muscle supra-épineux s'insère dans la fosse supra-épineuse et se termine sur la facette supérieure du tubercule majeur de l'humérus. Il participe à la constitution de la voûte acromio-claviculaire. Il est stabilisateur de l'épaule en abduction. S'unissant 15mm avant leur insertion sur le tubercule majeur, il n'est pas réellement possible de séparer les tendons supra et infra-épineux en dissection. Il est le tendon le plus souvent lésé.

Le muscle sub-scapulaire est le muscle le plus grand et le plus puissant des muscles de la coiffe des rotateurs [7] et s'insère sur la fosse sub-scapulaire et le pilier de la scapula. Les

faisceaux se dirigent latéralement en direction de l'articulation gléno-humérale. Par sa face postérieure, le tendon est en rapport avec le bord antérieur de la cavité glénoïdale. Le tendon se termine sur le tubercule mineur de l'humérus. Adducteur et rotateur médial, il forme un couple de rotation avec le muscle infra-épineux.

Le muscle infra-épineux s'insère sur les trois quarts médiaux de la fosse infra-épineuse et se termine sur la facette moyenne du tubercule majeur. C'est un muscle profond recouvert par les muscles trapèze et deltoïde. Il est adducteur de l'humérus et rotateur latéral.

Le muscle petit rond s'insère sur la face postérieure de la scapula, et s'insère sous le tendon du muscle infra-épineux, sur la facette postérieure du tubercule majeur

Le tendon du long biceps s'insère sur le tubercule supra-glénoïdal. Par son trajet intra-articulaire, il est rotateur médial de la tête humérale.

1.1.4 La capsule articulaire

Cône tronqué à petite base scapulaire et à grande base humérale, elle possède trois épaisissements appelés ligaments gléno-huméraux supérieur, moyen et inférieur. Ces derniers jouent un rôle important dans le contrôle des mouvements de l'épaule et celui de la stabilité articulaire.

Très fine sur sa face dorsale, la capsule articulaire est renforcée à ce niveau par son adhérence au tendon du muscle supra-épineux et, plus accessoirement aux tendons des muscles infra-épineux et petit rond. Au niveau de sa face ventrale, la capsule présente des zones de faiblesse, renforcées par le solide tendon du muscle sub-scapulaire.

1.1.5 La membrane synoviale

Elle tapisse la face interne de la membrane capsulaire et émet deux prolongements constants : la bourse subtendineuse du muscle sub-scapulaire et la gaine synoviale intertuberculaire qui accompagne le tendon du chef long du muscle biceps dans le sillon intertuberculaire.

Les insertions tendineuses des muscles de la coiffe des rotateurs, la capsule articulaire, le ligament coraco-huméral et les ligaments gléno-huméraux s'associent avant leurs insertions sur les tubercules. [1, 8] [9]

1.2 Etiologies

Plusieurs facteurs sont souvent associés à l'origine d'une rupture de la coiffe des rotateurs.

Ces facteurs peuvent être :

- intrinsèques :
 - changements métaboliques et vasculaires liés à l'âge
- extrinsèques :
 - conflit sous-acromial
 - conflit antéromédial
 - instabilité de l'épaule
 - traumatisme aigu
 - microtraumatismes répétitifs

[8, 9]

1.3 Classification des lésions de la coiffe des rotateurs

Les lésions des tendons de la coiffe des rotateurs peuvent être classées en ruptures transfixiantes et non transfixiantes. Contrairement aux ruptures transfixiantes, les ruptures non transfixiantes ne créent pas de communication entre la cavité articulaire et la bourse sous acromio-deltoïdienne. Leurs lésions peuvent être superficielles, profondes ou intratendineuses, c'est à dire localisées à la face bursale, articulaire ou être purement interstitielles. [8]

Une rupture transfixiante pourra être complète, si elle intéresse la totalité du tendon ou incomplète si seule une partie est atteinte.

Un type de lésion particulière, au niveau du tendon du muscle sub-scapulaire, appelée la désinsertion transversale, touche préférentiellement sa face profonde et préserve sa face superficielle. Elle débute souvent en dedans et en haut du tendon puis s'étend progressivement.

Leur diagnostic et leur extension, transfixiante ou non, vont déterminer quelle sera la prise en charge optimale du patient, conservatrice ou chirurgicale [10-12].

Les facteurs associés à un meilleur pronostic chirurgical sont un âge inférieur à 65 ans, une lésion récente, une distance acromio-humérale supérieure à 6mm, une absence d'involution graisseuse [13].

L'échographie de l'épaule est la modalité d'imagerie de première intention en cas de douleurs chroniques de l'épaule. L'arthro-scanner et l'arthro-IRM permettent une évaluation efficace des différents facteurs dans l'évaluation préopératoire des lésions de la coiffe des rotateurs. [14] [15-18]

2 Matériel et Méthodes

2.1 Critères d'inclusion/critères d'exclusion

D'octobre 2010 à mars 2012, 54 patients présentant des signes et des symptômes suggérant des lésions de la coiffe des rotateurs (douleurs, instabilité chronique de l'épaule) et notamment du tendon du muscle sub-scapulaire, ont été inclus dans le protocole. Les critères d'exclusion étaient des antécédents de chirurgie de l'épaule homolatérale.

25 patients ont finalement été opérés par arthroscopie. Parmi eux, 4 n'ont pas pu bénéficier de l'ensemble des examens : deux n'ont pas réalisé l'arthro-IRM, un l'arthro-scanner et un autre l'échographie.

Au total, parmi les 54 patients, 4 n'ont pas bénéficié de l'arthro-IRM ; 5 de l'arthro-scanner et 5 de l'échographie.

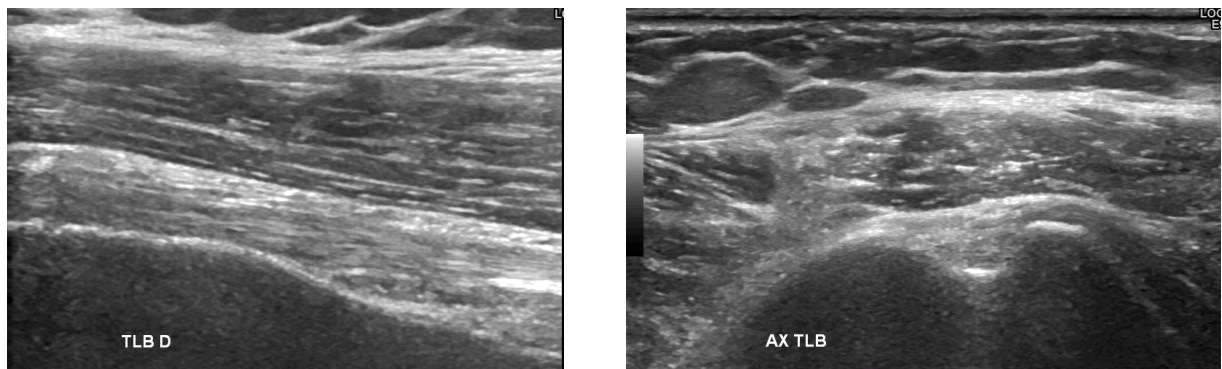
2.2 Echographie de l'épaule

L'examen échographique de l'épaule nécessite un opérateur expérimenté et qualifié avec une très bonne connaissance de l'anatomie. L'échographie était réalisée sur un appareil (Logiq e9, General Electric) à l'aide d'une sonde longiligne haute fréquence (6-15Mhz). Elle permet l'examen des structures superficielles et profondes de l'épaule. Le positionnement du patient devait être confortable pour le patient et l'opérateur. L'examen devait inclure une étude des différentes structures sur un plan sagittal et axial suivi d'une étude dynamique et bilatérale.

2.2.1 Tendon du chef long du muscle biceps

L'échographie de l'épaule commence habituellement avec l'étude du tendon du muscle long biceps. Coude collé au corps, le bras à 90° en position neutre, les coupes transversales à l'entrée du « bicipital groove » montrent un tendon rond, d'échostructure homogène. Sur les coupes sagittales, ce tendon apparaît étroit, d'apparence fibrillaire.

Figure 1 : Tendon du muscle long biceps en coupe sagittale (a) et transversale (b)

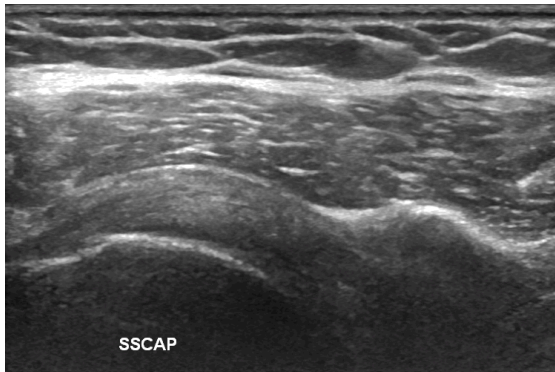


a | b

2.2.2 Tendon du muscle sub-scapulaire

L'étude du tendon du muscle sub-scapulaire est réalisée le bras en rotation latérale, le coude à 90°. Le tendon passe sous le processus coracoïde puis s'insère au niveau du tubercule mineur. Le tendon, apparaît hyperéchogène, excepté au niveau de son insertion où il est hypoéchogène en raison des artéfacts d'anisotropie. Des manœuvres dynamiques, en faisant effectuer une rotation médiale au patient, permettent de rechercher un conflit antéro-médial avec le processus coracoïde. Des coupes sagittales permettent d'individualiser les 3 lames tendineuses du tendon.

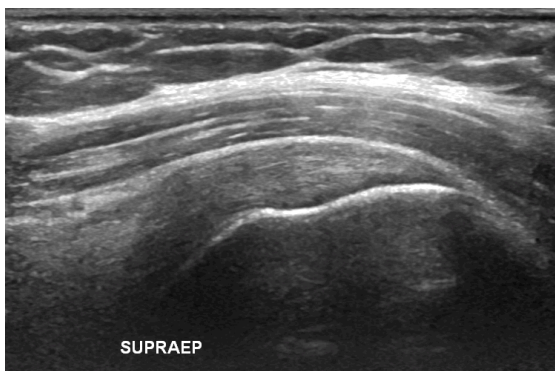
Figure 2 : Tendon du muscle sub-scapulaire



2.2.3 Tendon du muscle supra-épineux

Le tendon du muscle supra-épineux est évalué avec le bras en rotation interne ; cette position étant optimisée en plaçant le bras du patient derrière son dos, la paume de la main contre sa fesse. Le tendon du supra-épineux est alors étudié en coronal et sagittal oblique en déplaçant la sonde parallèle au tendon du long biceps vers l'extérieur. Son étude sur son plus grand axe montre un tendon dont la face bursale apparaît convexe avant son insertion sur le tubercule majeur. La bourse sous acromio-deltoïdienne, hypoéchogène, est interposée entre le tendon et le muscle deltoïde.

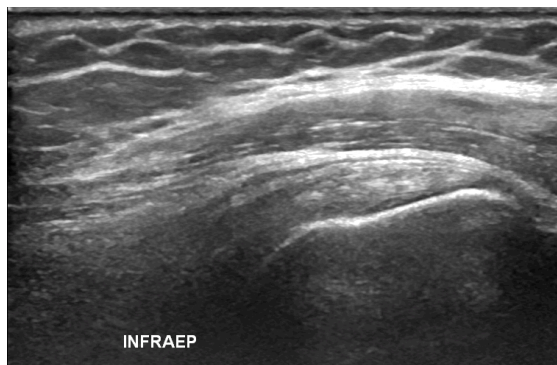
Figure 3 : Tendon du muscle supra-épineux



2.2.4 Tendon du muscle infra-épineux

Le tendon du muscle infra-épineux dont les limites avec le tendon du muscle supra-épineux sont difficiles est étudié en déplaçant la sonde vers l'arrière à partir du tendon du muscle supra-épineux.

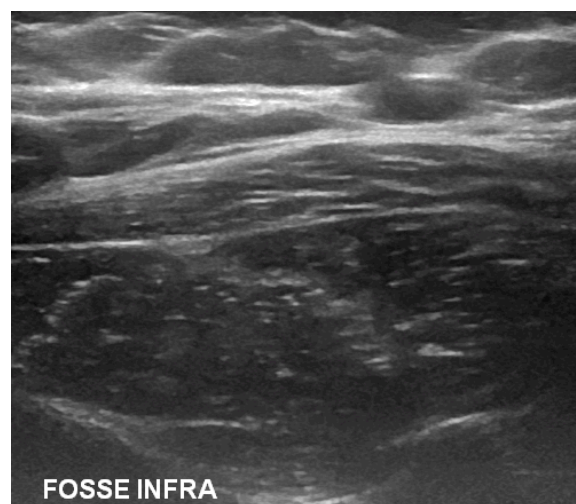
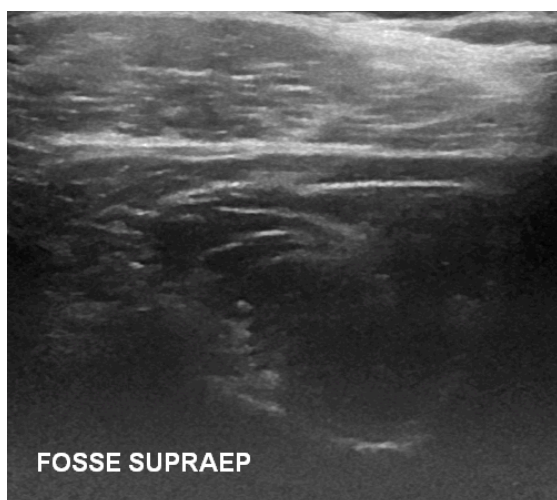
Figure 4 : Tendon du muscle infra-épineux



2.2.5 Muscles de la coiffe des rotateurs

L'évaluation de l'involution graisseuse des muscles supra, infra-épineux est réalisée le patient en position assise, dos à l'opérateur[19] en utilisant la graduation de Goutallier.[20]

Figure 5 : Muscles supra (a) et infra-épineux (b)



2.3 Arthroscanner et arthro-IRM de l'épaule

2.3.1 Arthrographie

Dans notre hôpital, les patients chez qui sont suspectées des lésions de la coiffe des rotateurs nécessitant une chirurgie par arthroscopie bénéficient en routine d'une échographie et d'un arthro-scanner ou d'une arthro-IRM.

Pour les besoins de cette étude, l'arthro-IRM et l'arthro-scanner ont été réalisés dans le même temps chez tous les patients.

L'arthro-scanner et l'arthro-IRM étaient programmés le même jour ; le patient ayant bénéficié de l'arthroscanner pouvait alors se rendre en IRM. L'intervalle entre ces deux examens ne devait pas dépasser 30 minutes.

Après désinfection cutanée et anesthésie cutanée et sous cutanée à la Xilocaïne, une association de 20cc de produit de contraste iodé (iodixanol, Visipaque ; Guerbet, Aulnay-sous-bois, France) et 0,1cc de acide gadoterique (Dotarem ; Guerbet) étaient injectés dans l'articulation gléno-humérale par voie postérieure sous contrôle scopique. Une voie postérieure a été utilisée, afin de ne pas avoir à transfixier le tendon du muscle sub-scapulaire et ainsi éviter un "tatouage" du tendon rendant ensuite l'interprétation de ses lésions potentielles plus difficile.

Après l'injection, le patient bénéficiait d'une mobilisation passive afin de permettre la diffusion du produit dans toute l'articulation.

2.3.2 Arthro-scanner

L'arthro-scanner était réalisé immédiatement après l'opacification articulaire en utilisant un scanner hélicoïdal de 32 détecteurs avec tube oscillant (Somatom Sensation 64, Siemens, Allemagne).

Les paramètres techniques devaient être ajustés pour optimiser la qualité des images tout en minimisant l'irradiation du patient. L'épaule étant localisée à proximité de la thyroïde, l'irradiation devait être la plus basse possible pour fournir une qualité d'image suffisante au diagnostic.

Le patient était positionné sur le dos, la tête la première, le bras le long du corps et l'épaule en position neutre puis rotation interne et externe. Après un scout en projection coronale, les acquisitions étaient réalisées sur un volume allant du haut de l'articulation acromioclaviculaire jusqu'en bas du récessus axillaire de l'articulation gléno-humérale.

Les paramètres d'acquisition étaient :

- Coupes jointives de 0,60mm
- Pitch : 0,75
- Tension (kV) : 140
- Charge (mAs) : 250
- Champ de vue : 180 x 180

Les paramètres de reconstruction étaient :

- Reconstructions multiplanaires
- Reconstructions chevauchées de coupes de 0,75 mm d'épaisseur tous les 0,5

2.3.3 Arthro-IRM

Immédiatement après l'arthro-scanner, le patient bénéficiait d'une arthro-IRM qui était réalisée avec une IRM 1,5T (General Electric) en utilisant une antenne dédiée aux épaules.

Les patients étaient positionnés en décubitus dorsal, en position neutre. Une antenne dédiée était positionnée de telle sorte que le tubercule mineur se retrouvait au centre de l'antenne.

Trois plans ont été utilisés :

- les images « scouts » ont été acquises en axial
- le plan coronal oblique était sélectionné de telle sorte qu'il soit parallèle au trajet du muscle supra-épineux. Il permet d'analyser au mieux le tendon supra-épineux, la bourse sous acromio-deltoïdienne, la face inférieure de l'acromion, l'articulation acromio-claviculaire et les parties supérieures et inférieures du bourrelet glénoïdien.
- le plan sagittal oblique, perpendiculaire au muscle supra-épineux, permettait d'évaluer l'acromion ainsi que sa relation avec les tendon et muscle supra-épineux et la présence d'épanchement au sein de la bourse sous-acromio-deltoïdienne.

Le protocole était :

- Séquences dans les trois plans en T1 avec suppression du signal de la graisse (FAT SAT)
- Séquences coronales T2 FAT SAT
- Séquences sagittales T1

Tableau 1 : Paramètres d'acquisition en arthro-IRM

Paramètres d'acquisition	Sagittale T1SE FAT SAT	Coronale T1SE FAT SAT	Axiale T1SE FAT SAT	Coronale T2SE FAT SAT	Sagittale T1SE
Temps de répétition (msec)/temps d'echo (msec)	400/9,7	540/9,6	520/20	3180/65	580/10,2
Taille de la matrice	288x224	288x224	288x224	352x288	416x352
Champs de vue (cm)	16x16	16x16	16x16	16x16	16x16
Epaisseur (mm)	3	3	3	3	4
Longueur du train d'echo	3	3	3	11	2
Temps d'acquisition	3mn 08	2mn 47	4mn 01	2mn 58	1mn 49

2.4 Arthroscopie

L'arthroscopie utilisée comme notre standard de référence était réalisée dans un délai de 2 mois après le bilan pré-opératoire lorsque la chirurgie était indiquée.

Elle était réalisée par un chef de clinique assistant ou professeur des universités-praticien hospitalier.

Figure 6 : Bloc opératoire



2.5 Analyse des images

Les images échographiques étaient analysées par l'opérateur pendant l'examen, celui-ci étant chef de clinique assistant, praticien hospitalier ou professeur des universités-praticien hospitalier, spécialisé en imagerie ostéo-articulaire. Le compte-rendu a été dicté sans connaissance des résultats scannographiques, remnographiques ou arthroscopiques.

Les images scannographiques et remnographiques ont été analysées de manière indépendante par un interne et un chef de clinique-assistant en imagerie ostéoarticulaire. Tous les résultats étaient alors comparés puis discutés pour obtenir un consensus. Lorsqu'un doute subsistait, l'avis du chef de service en imagerie ostéo-articulaire était demandé.

Les tendons (supra-épineux, infra-épineux, sub-scapulaire et tendon du long biceps) étaient observés les uns à la suite des autres et les données retranscrites dans un tableau (voir Annexe).

Les lésions des tendons supra-épineux, infra-épineux et sub-scapulaire étaient classées comme transfixiantes ou non transfixiantes. Bien que ces données n'aient pas été analysées de manière statistique, les lésions non transfixiantes ont été différenciées en trois sous-groupes (lésions de la face bursale, lésions de la face articulaire, lésions intratendineuses).

2.5.1 Lésions non transfixiantes

Les critères échographiques de lésions non transfixiantes étaient des images hypoéchogènes intéressant seulement une partie de l'épaisseur du tendon. Pour le tendon supra-épineux, les irrégularités de la partie antérieure du tubercule majeur et un épanchement de la bourse sous acromio-deltaïdienne ont pu participer au diagnostic [21].

En arthro-scanner et IRM, les critères en faveur d'une lésion non transfixiante de la face articulaire des tendons supra et infra-épineux étaient une discontinuité de la face inférieure du tendon associée à un passage de produit de contraste au sein du tendon sans passage dans la bourse. Les critères de lésion non transfixiante de la face bursale étaient une discontinuité de la face bursale du tendon visualisée sur l'arthro-IRM sur la séquence pondérée en T2. Les critères de lésion intratendineuse étaient une lésion située entre les faces articulaire et bursale.

2.5.2 Lésions transfixiantes

Les critères de lésion transfixiante en échographie étaient la non visualisation du tendon [22], l'atrophie de la coiffe des rotateurs (ou « méplat » [23]), les défauts tendineux focaux hypoéchogènes ou anéchogènes s'étendant de la face articulaire à la face bursale. Les signes indirects comme l'épanchement de la bourse sous acromio-deltoïdienne [22] [24] [25], la hernie du muscle deltoïde au sein de la rupture, les irrégularités de la corticale du tubercule majeur [22, 26, 27] [28], le signe de la double corticale participaient au diagnostic.

Les critères en arthro-scanner et arthro-IRM de lésion transfixiante étaient le passage de produit de contraste à travers toute l'épaisseur du tendon et sa présence dans la bourse sous acromiale.

2.5.3 Tendon du muscle long biceps

Les critères des anomalies du tendon du long biceps étaient des signes de tendinose (diagnostiquée par une anomalie de signal, d'échostructure ou de taille), une subluxation, une luxation ou une rupture manifestée par un passage de produit de contraste à l'arthrographie ou une discontinuité échographique. [29]

2.5.4 Dégénérescence graisseuse

Les critères d'infiltration graisseuse des muscles supra et infra-épineux en échographie étaient une hyperéchogénicité par rapport aux muscles adjacents deltoïde et trapèze. Difficile d'accès, le muscle sub-scapulaire n'a pas été étudié. En arthro-scanner et arthro-IRM, l'involution graisseuse des tendons supra-épineux, infra-épineux et sub-scapulaire a été évaluée selon le système de gradation de Goutallier en utilisant toutes les images disponibles [20].

Tableau 2: Classification tomodensitométrique de la dégénérescence graisseuse des muscles de la coiffe des rotateurs d'après Goutallier, et al. [20]

Stade	
1	Muscle sans graisse
2	Quelques amas graisseux
3	Plus de muscle que de graisse
4	Autant de muscle que de graisse
5	Plus de graisse que de muscle

2.6 Analyse statistique

Dans la population opérée, l'arthroscopie, utilisée comme standard de référence, a permis de calculer les sensibilités et spécificités des trois différentes modalités d'imagerie testées dans la détection des tendons de la coiffe des rotateurs. Pour les tendons supra-épineux, infra-épineux et sub-scapulaire, nous avons calculé les sensibilités et spécificités :

- des ruptures, qu'elles aient été transfixiantes ou non transfixiantes
- des ruptures non transfixiantes
- des ruptures transfixiantes

Pour le tendon du long biceps, nous avons calculé les sensibilités et spécificités de ses lésions, sans distinction de leur nature.

La concordance entre arthroscanner, arthro-IRM et arthroscopie pour le diagnostic des ruptures des tendons de la coiffe des rotateurs était réalisée en utilisant le coefficient κ .

Dans la population générale, les concordances entre les différents examens pour l'évaluation de l'involution graisseuse étaient calculées en utilisant le coefficient κ .

La mesure du κ était interprétée selon la proposition de Landis et Koch ($\kappa < 0$: désaccord, $\kappa = 0$ - 0,2 : accord très faible, $\kappa = 0,21 - 0,40$: accord faible, $\kappa = 0,41 - 0,60$: accord modéré, $\kappa = 0,61 - 0,80$: accord fort, $\kappa = 0,81 - 1$: accord presque parfait).

3 Résultats

54 patients ont été inclus dans l'étude. 25 patients ont été opérés par arthroscopie. Parmi ces derniers, 4 n'ont pas pu bénéficier de l'ensemble des examens : deux n'ont pas réalisé l'IRM, un le scanner et un autre l'échographie ; ce qui aboutit à une population étudiée de 23 personnes en IRM et 24 en scanner et échographie. Pour un des patients, l'IRM, de très mauvaise qualité, a rendu impossible l'étude des tendons des muscles sub-scapulaire et du long biceps.

3.1 Population opérée

Tableau 3 : Performances diagnostiques de l'échographie, de l'arthroscanner et de l'arthro-IRM en référence à l'arthroscopie dans la détection d'une rupture, qu'elle soit transfixiante ou non.transfixiante.

	Sensibilité	Spécificité
TENDON SUPRA-EPINEUX		
Echographie	95 (20/21)	67 (2/3)
Arthro-scanner	90 (19/21)	67 (2/3)
Arthro-IRM	100 (21/21)	100 (2/2)
TENDON INFRA-EPINEUX		
Echographie	50 (5/10)	86 (12/14)
Arthro-scanner	78 (7/9)	87 (13/15)
Arthro-IRM	78 (7/9)	79 (11/14)
TENDON SUB-SCAPULAIRE		
Echographie	67 (8/12)	75 (9/12)
Arthro-scanner	91 (10/11)	15 (2/13)
Arthro-IRM	90 (9/10)	24 (5/12)
TENDON DU LONG BICEPS		
Echographie	64 (9/14)	80(8/10)
Arthro-scanner	92 (12/13)	81 (9/11)
Arthro-IRM	77 (10/13)	77 (7/9)

Tableau 4 : Performances diagnostiques de l'échographie, de l'arthroscanner et de l'arthro-IRM en référence à l'arthroscopie dans la détection des ruptures transfixiantes seulement et non transfixiantes seulement.

	Sensibilité	Spécificité
TENDON SUPRA-EPINEUX		
Rupture transfixiante		
Echographie	81 (13/16)	75 (6/8)
Arthro-scanner	88 (14/16)	88 (7/8)
Arthro-IRM	94 (15/16)	86 (6/7)
Rupture non transfixiante		
Echographie	40 (2/5)	79 (15/19)
Arthro-scanner	80 (4/5)	95 (18/19)
Arthro-IRM	80 (4/5)	95 (17/18)
TENDON INFRA-EPINEUX		
Rupture non transfixiante		
Echographie	40 (4/10)	86 (12/14)
Arthro-scanner	78 (7/9)	87 (13/15)
Arthro-IRM	78 (7/9)	79 (11/14)
TENDON SUB-SCAPULAIRE		
Rupture transfixiante		
Echographie	67 (2/3)	95 (20/21)
Arthro-scanner	100 (3/3)	100 (21/21)
Arthro-IRM	100 (3/3)	100 (19/19)
Rupture non transfixiante		
Echographie	56 (5/9)	80 (12/15)
Arthro-scanner	86 (7/8)	31 (5/16)
Arthro-IRM	86 (6/7)	53 (8/15)

3.1.1 Arthroscopie

Sur les 25 patients opérés, 57 ruptures de tendons ont été diagnostiquées : 21 au niveau du tendon supra-épineux (16 transfixiantes et 5 non transfixiantes), 10 au niveau du tendon infra-épineux (10 non transfixiantes), 12 au niveau du tendon subscapulaire (3 transfixiantes et 9 non transfixiantes) et 14 au niveau du tendon du long biceps.

3.1.2 Performances diagnostiques

Avec l'arthroscopie utilisée comme gold standard, ont été d'abord calculées, pour chaque examen, les sensibilités et spécificités des ruptures, en considérant tout type de rupture. Les résultats ont été transposés dans le tableau 3.

Puis, pour chaque tendon, ont été analysées les sensibilités et spécificités des ruptures transfixiantes et non transfixiantes (tableau 4).

3.1.3 Concordance entre arthro-scanner, arthro-IRM, échographie et arthroscopie dans la détection des ruptures

Tableau 5 : Concordance entre arthro-scanner, arthro-IRM, échographie et arthroscopie.

Paramètres	Supra-épineux	Infra-épineux	Sub-scapulaire	Long biceps
Arthro-IRM vs Arthroscopie	0,8506 (0,64-1)	0,5525 (0,2082- 0,8969)	0,5191 (0,2207-0,8175)	0,70 (0,4014-0,9986)
Arthro-Scanner vs Arthroscopie	0,6471 (0,3358-0,9583)	0,644 (0,3279-0,961)	0,2826 (-0, 0328- 0,5976)	0,9076 (0,7313-1)
Echographie vs Arthroscopie	0,5692 (0,2853-0,8531)	0,3425 (0,0124-0,6725)	0,4783 (0,1494-0,8071)	0,5669 (0,2662-0,8677)

Les concordances retrouvées variaient de 0,2826 à 0,9076.

Elles étaient plus importantes pour le tendon supra-épineux et le tendon du long biceps.

3.1.4 Discordance entre arthro-scanner, arthro-irm, échographie et arthroscopie

Dans l'étude du tendon du muscle supra-épineux, ont été objectivés :

- 3 faux positifs et 4 faux négatifs en échographie
- 2 faux positifs et 2 faux négatifs en arthro-scanner
- 1 faux positif et 1 faux négatif à en arthro-IRM

Chez un patient, l'IRM et le scanner étaient en faveur d'une lésion transfixiante non retrouvée à l'arthroscopie.

Parmi les 7 faux négatifs, 3 correspondaient à des ruptures transfixiantes prises pour des ruptures non transfixiantes en échographie, 1 correspondait à un tendon intègre en scanner et transfixiant en chirurgie. Chez un patient, dont la rupture transfixiante distale a été objectivée

en arthroscopie, seules l'IRM et l'échographie diagnostiquaient une rupture non transfixiante de la face bursale.

Dans l'étude du muscle du tendon infra-épineux, ont été objectivés :

- 3 faux positifs et 4 faux négatifs en échographie
- 2 faux positifs et 2 faux négatifs en arthro-scanner
- 3 faux positifs et 2 faux négatifs en arthro-IRM

Les 5 faux positifs en arthro-scanner et arthro-IRM correspondaient à des clivages intra-tendineux (dont 2 discordances IRM/scanner) non objectivés en chirurgie.

Chez un patient, la rupture non transfixiante n'était visualisée ni en scanner ni en IRM.

Dans l'étude du tendon du muscle sub-scapulaire, ont été objectivés :

- 2 faux positifs et 5 faux négatifs en échographie
- 11 faux positifs et 2 faux négatifs en arthro-scanner
- 7 faux positifs et 1 faux négatif en arthro-IRM

L'ensemble des faux positifs a concerné des tendons intègres à l'arthroscopie pour lesquels le radiologue avait objectivé des lésions non transfixiantes. La grande majorité de ces lésions (n=18) était liée au scanner et à l'IRM.

La majorité des faux négatifs (5) a été réalisée en échographie.

Dans l'étude du tendon du muscle long biceps, ont été objectivés :

- 2 faux positifs et 5 faux négatifs en échographie
- 2 faux positifs et 1 faux négatifs en arthro-scanner
- 2 faux positifs et 3 faux négatifs en arthro-IRM

Les 6 faux positifs concernaient deux patients pour lesquels tous les examens tendaient à objectiver une anomalie du tendon du long biceps qui n'a pas été confirmée durant la chirurgie.

3.2 Involution graisseuse : concordance entre arthro-scanner, arthro-irm et échographie

Sur l'ensemble des 54 patients inclus dans l'étude, 4 n'ont pas bénéficié d'arthro-IRM, 5 l'arthro-scanner et 5 l'échographie.

Tableau 6 : Involution graisseuse : Concordance entre arthro-scanner, arthro-IRM et échographie dans la population générale

Paramètres	Supra-épineux	Infra-épineux	Sub-scapulaire
Arthro-IRM vs Arthro-TDM	0,6713 (0.4066-0.9360)	0,4956 (0.1758-0.8154)	0,5912 (0.2748- 0.9076)
Arthro-IRM vs Echographie	0,1730 (-0.1730- 0.5189)	0,2609 (-0.0408-0.5626)	
Arthro-TDM vs Echographie	0,3333 (-0.0005- 0.6672)	0,4744 (-0.1464-1)	

La concordance entre arthro-scanner et arthro-IRM était modérée à forte dans la détection de l'involution graisseuse.

Les concordances avec l'échographie étaient inférieures.

4 Discussion

Notre étude était l'une des seules à comparer dans un même temps la performance diagnostique des lésions de la coiffe des rotateurs en arthro-IRM, arthro-scanner et échographie.

4.1 Sensibilités et spécificités

Omoumi et al. [30] dans une précédente étude analysant 56 patients, n'ont montré aucune différence significative dans la sensibilité et la spécificité de l'arthro-scanner et arthro-IRM dans la détection des ruptures des tendons de la coiffe des rotateurs, qu'elles aient été transfixiantes ou non transfixiantes. Cette étude s'opposait à l'étude de Oh et al [31]. En effet cette dernière qui comparait arthro-scanner et arthro-IRM dans deux groupes distincts de respectivement 78 et 70 patients respectivement, concluait à une comparabilité des examens dans la détection des ruptures transfixiantes. Néanmoins, une infériorité de l'arthro-scanner pour les ruptures non transfixiantes était mise en évidence (respectivement, une sensibilité et une spécificité de 22% et 87% pour l'arthro-scanner contre 74% et 100% pour l'arthro-IRM). Cependant, ces deux études manquaient de puissance, notamment dans l'étude des ruptures non transfixiantes. L'étude de Oh était par ailleurs grandement limitée par le fait qu'elle étudiait deux populations différentes.

Charoussat et al. [32] ont, quant à eux, étudié dans une étude portant sur 259 patients la sensibilité et la spécificité de l'arthro-scanner. Ils ont obtenu des résultats comparables à d'autres études [33]. Les sensibilités et spécificités ont été calculées respectivement à 99% et 100% pour le tendon supra-épineux, 97,4% et 88,18% pour le tendon infra-épineux et 64,7% et 98,2% pour le tendon sub-scapulaire.

Comme attendu lors des précédentes investigations, avec des sensibilités respectivement de 88% et 94% pour le supra-épineux et 100% pour le sub-scapulaire, l'arthro-scanner et l'arthro-IRM [34] ont démontré leur fiabilité dans l'évaluation des ruptures transfixiantes [35-38]. Cependant, notre étude manquant de puissance, il nous est impossible de conclure à une

supériorité d'un examen par rapport à un autre. A la vue de nos résultats, il ne semble exister aucune différence entre l'arthro-scanner et l'arthro-IRM :

- dans l'analyse d'une rupture, quelle qu'elle soit, (90% vs 100% pour le supra-épineux, 78% vs 78% pour l'infra-épineux, 91% vs 90% pour le sub-scapulaire),
- dans la caractérisation des lésions
 - o d'une rupture transfixiante (88% vs 94% pour le supra-épineux, 100% vs 100% pour le sub-scapulaire)
 - o d'une rupture non transfixiante (80% vs 80 % pour le supra-épineux, 78% vs 78% pour l'infra-épineux, 86% vs 86% pour le tendon sub-scapulaire).

L'échographie est relativement sensible dans la détection des lésions de la coiffe des rotateurs avec une sensibilité respectivement mesurée à 95% pour le tendon supra-épineux, 50 % pour le tendon infra-épineux, 67% pour le sub-scapulaire et 64% dans l'étude du long biceps. Cependant, elle semble inférieure aux autres modalités d'imagerie dans la caractérisation des lésions. Cette impression irait dans le même sens que de Jésus et al. . Ces derniers, dans une méta-analyse [39] ont analysé les précédentes études [35-38, 40-42] et comparé les performances diagnostiques de l'IRM, de l'arthro-IRM et de l'échographie. Ils ont conclu à la supériorité de l'arthro-IRM sur l'échographie dans le diagnostic des ruptures transfixiantes et non transfixiantes. Pour l'arthro-IRM, les sensibilités et spécificités étaient de 91,7% et 96,5% lorsque toutes les lésions étaient considérées et de 85,9% et 96% lorsque seulement les lésions non transfixiantes étaient prises en compte. Pour l'échographie les sensibilités et spécificités étaient de 85,1% et 92% lorsque toutes les lésions étaient considérées et de 66,7% et 93,5% lorsque seulement les lésions non transfixiantes étaient prises en compte.

4.2 Concordances arthro-IRM/ arthro-scanner/ échographie vs arthroscopie

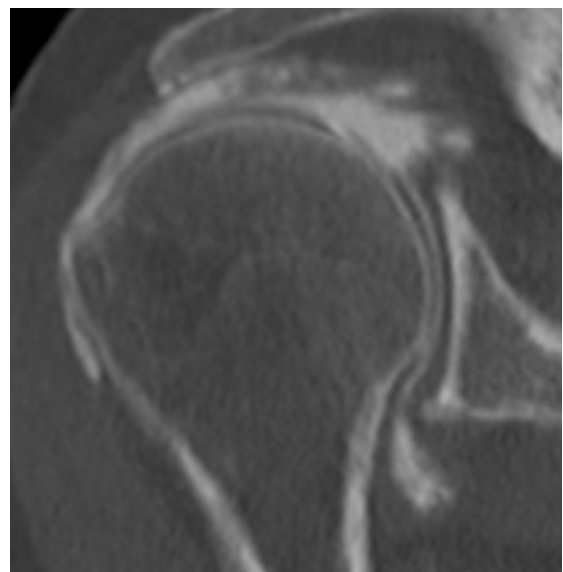
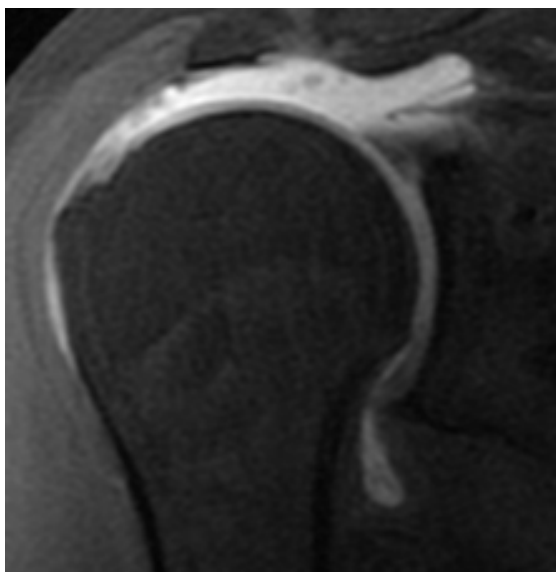
Omoumi et al., dans leur précédente étude, se sont intéressés aux concordances entre arthro-scanner, arthro-IRM et arthroscopie dans la recherche des ruptures des tendons de la coiffe.

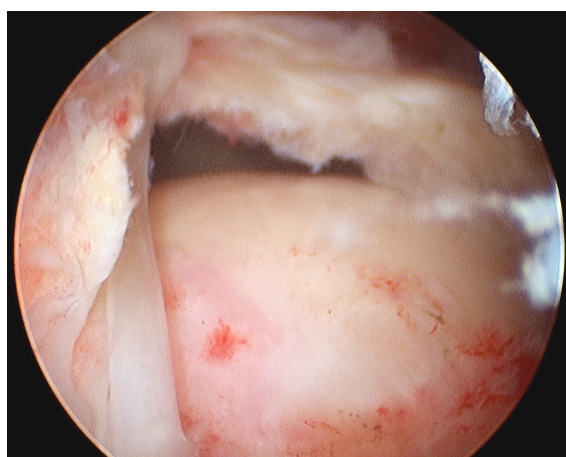
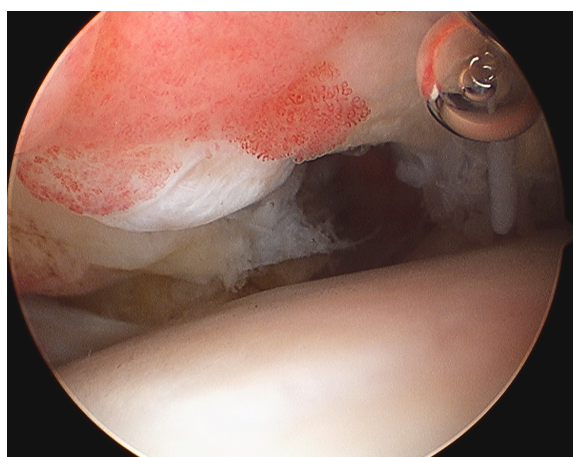
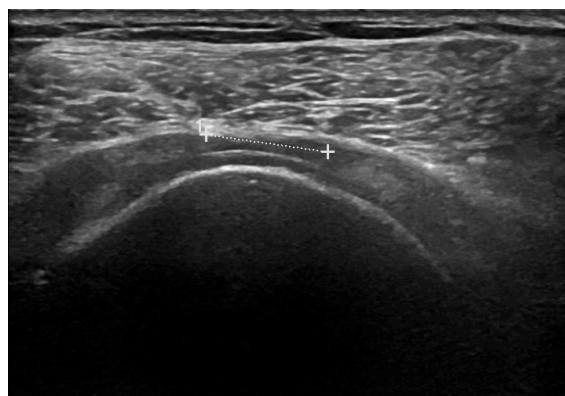
Bien qu'inférieur à leur étude, l'accord retrouvé entre arthroscopie et arthro-scanner et arthro-IRM était fort ou presque parfait pour le supra-épineux (respectivement 0,8506 vs 0,926 et 0,6471 vs 0,926 pour l'arthro-IRM et l'arthro-scanner).

Dans notre étude, les meilleures concordances ont été obtenues pour le supra-épineux et étonnamment pour le tendon du long biceps dont les résultats sont meilleurs que dans les études précédentes.

Comme attendu, l'accord entre arthroscopie et échographie était inférieur aux autres imageries sauf dans l'étude du sub-scapulaire dont les résultats en arthro-scanner ont été très limités par le trop grand nombre de faux positifs.

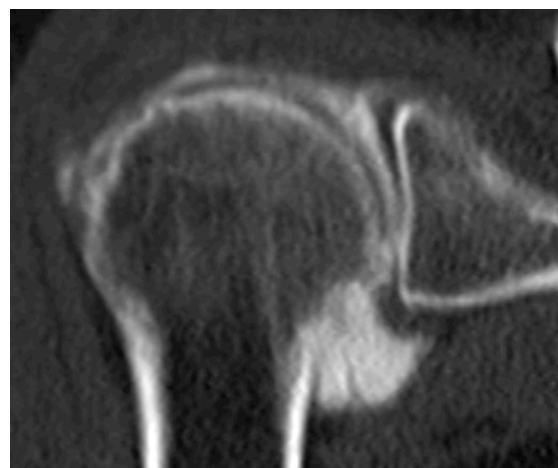
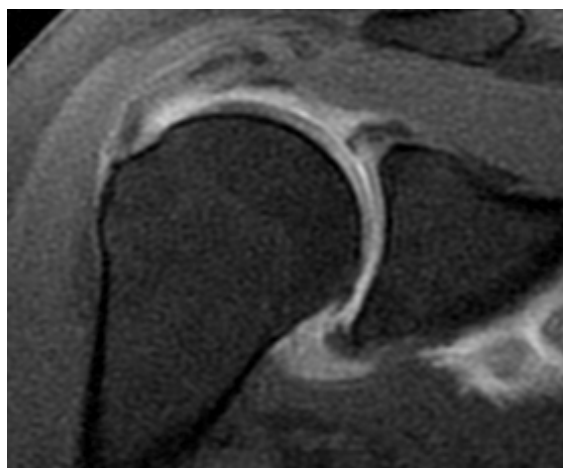
Figure 7 : Exemple de concordance de rupture transfixiante complète du tendon supra-épineux en arthro-IRM (a : séquence coronale), arthro-scanner (b : reconstruction coronale), échographie (c et d) et arthroscopie (e et f)





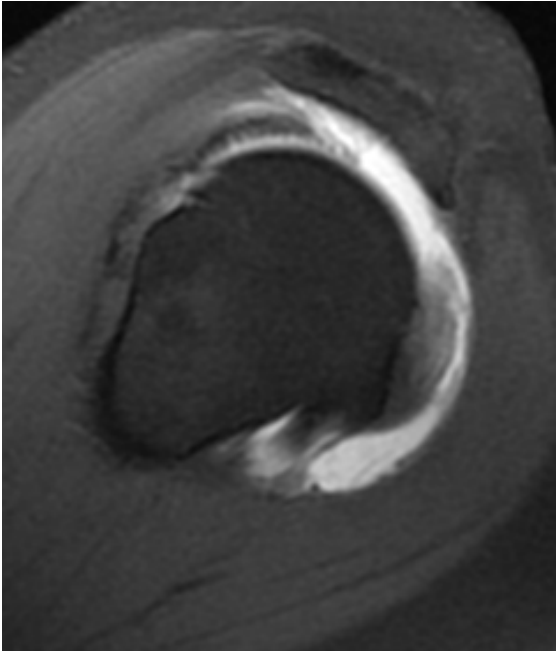
a	b
c	d
e	f

Figure 8 : Exemple de concordance de rupture non transfixiante du tendon supra-épineux en arthro-IRM (a : séquence coronale) et arthro-scanner (b : reconstruction coronale)

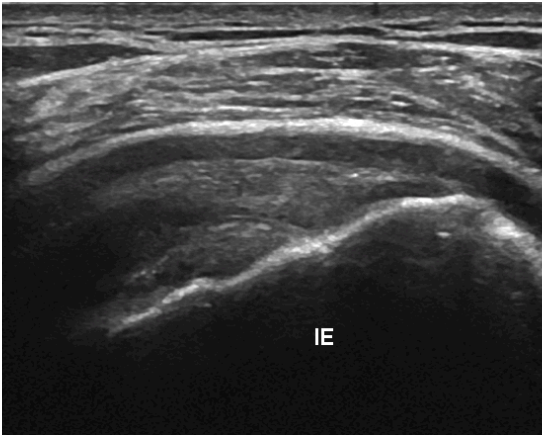


a | b

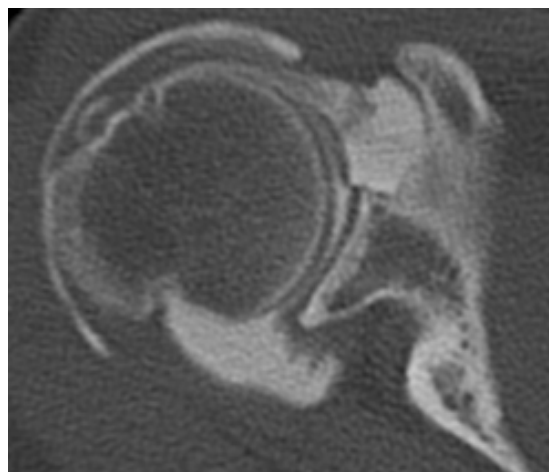
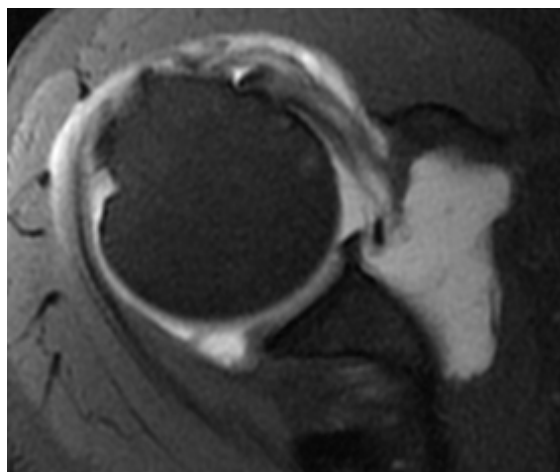
Figure 9 : Exemple de concordance de rupture non transfixiante du tendon infra-épineux entre arthro-IRM (a : séquence sagittale), arthro-scanner (b : reconstruction sagittale) et échographie (c)



a	b
c	



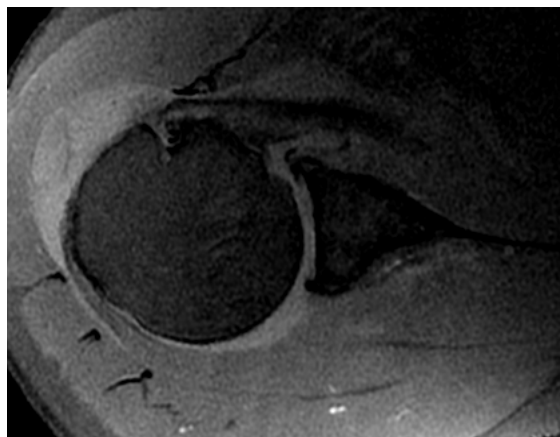
Figures 10: Exemple de concordance de rupture non transfixiante du tendon sub-scapulaire entre arthro-IRM (a : séquence axiale), arthro-scanner (b : reconstruction axiale) et arthroscopie (c)



a	b
c	

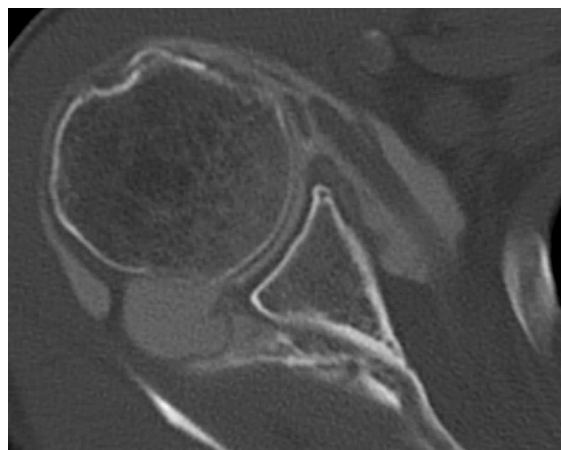
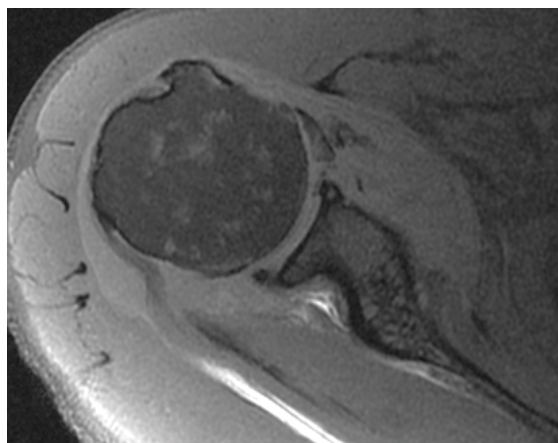


Figures 11: Exemple de concordance de rupture non transfixiante du tendon sub-scapulaire entre arthro-IRM (a : séquence axiale) et échographie (b)



a | b

Figure 12 : Exemple de concordance de rupture transfixiante du tendon sub-scapulaire entre arthro-IRM (a : séquence axiale), arthro-scanner (b : reconstruction axiale), échographie (c)



a | b
c |

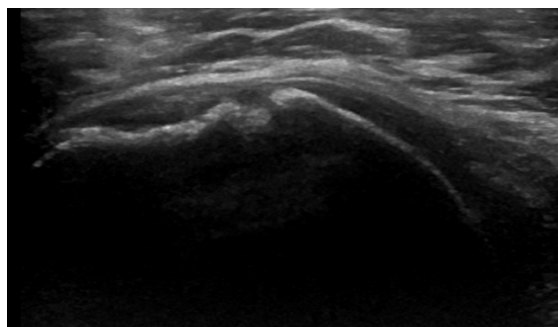
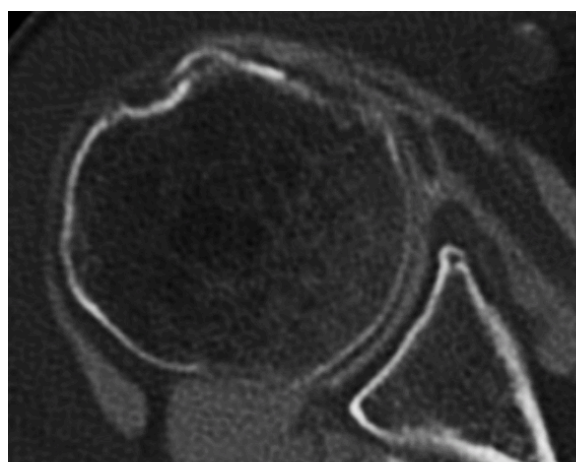
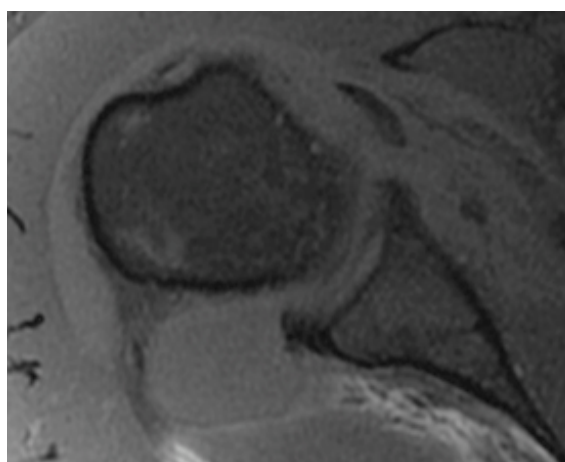
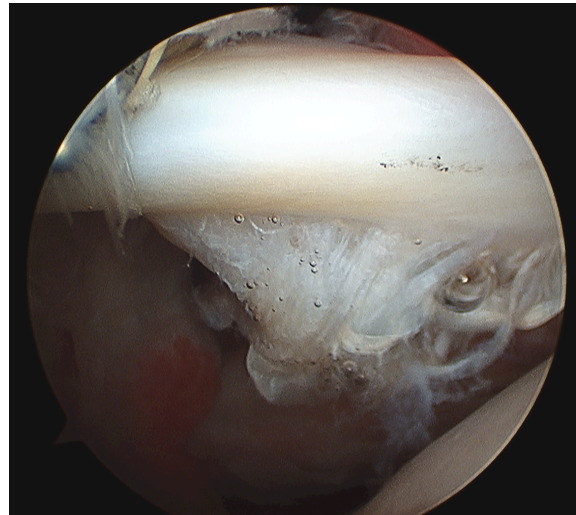
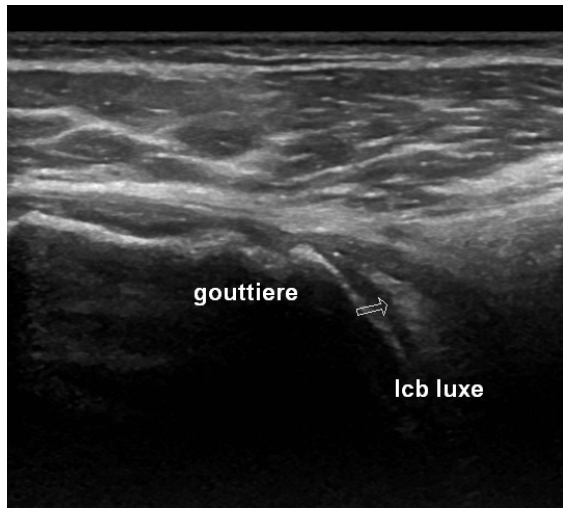


Figure 13 : Exemple de concordance de subluxation du tendon du long biceps arthro-IRM (a : séquence axiale), arthro-scanner (b : reconstruction axiale), échographie (c) et arthroscopie. Aspect « effiloché » du tendon en arthroscopie





a	b
c	d

4.3 Analyse descriptive des discordances

4.3.1 Tendon du muscle supra-épineux

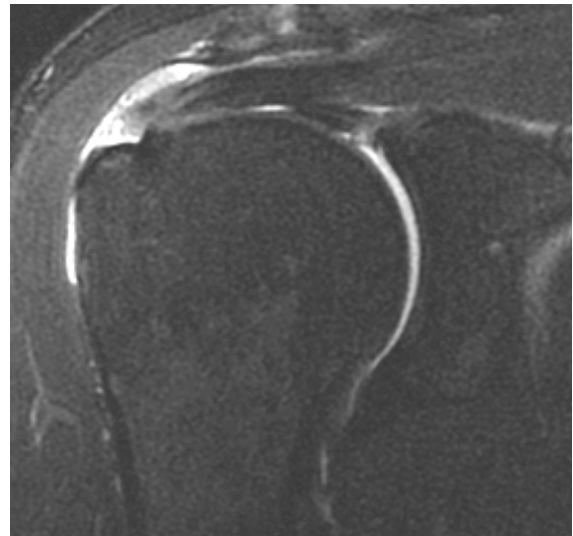
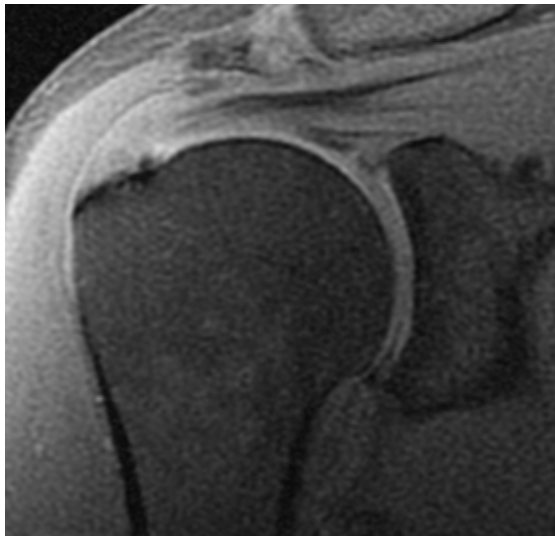
Notre étude confirmait la fiabilité de l'arthro-scanner et de l'arthro-IRM dans la détection des ruptures du supra-épineux, qu'elles aient été transfixiantes ou non transfixiantes ; la concordance entre ces deux imageries étant forte ($\kappa=0,7511$). Les sensibilités obtenues étaient similaires aux précédentes études.

L'étude des faux négatifs a révélé chez un patient, en arthro-IRM, une lésion en hypersignal T2 FAT SAT à l'insertion du tendon supra-épineux à sa face bursale, associée à un épanchement de la bourse sous acromio-deltaïdienne, sans opacification de cette dernière. Cette lésion, mise en évidence en échographie, non visible à l'arthro-scanner correspondait en première hypothèse à une lésion non transfixiante de la face bursale du tendon supra-épineux. En effet, une des limites majeures et connues de l'arthro-scanner, contrairement à l'IRM et

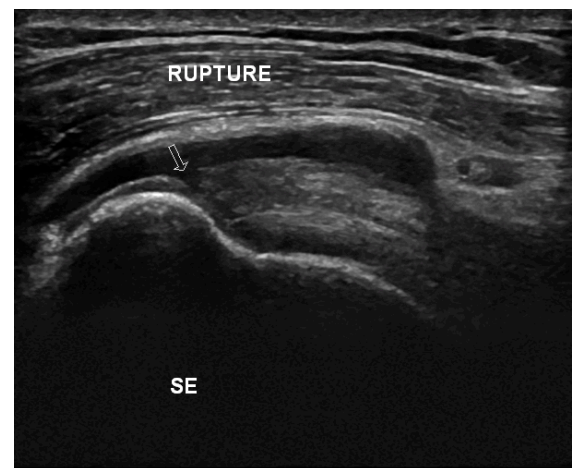
l'arthro-IRM, est la détection des lésions non transfixiantes de la face bursale et purement intratendineuses.

Cependant, à l'arthroscopie, cette lésion correspondait à une lésion transfixiante très distale du tendon supra-épineux, sans doute révélée dans l'intervalle.

Figure 14 : Exemple de discordance de rupture de la face bursale du tendon supra-épineux entre l'arthro-IRM (a : séquence coronale T1FATSAT, b : séquence coronale T2FAT SAT), l'arthro-scanner (c : reconstruction coronale) et l'échographie.



a	b
c	d

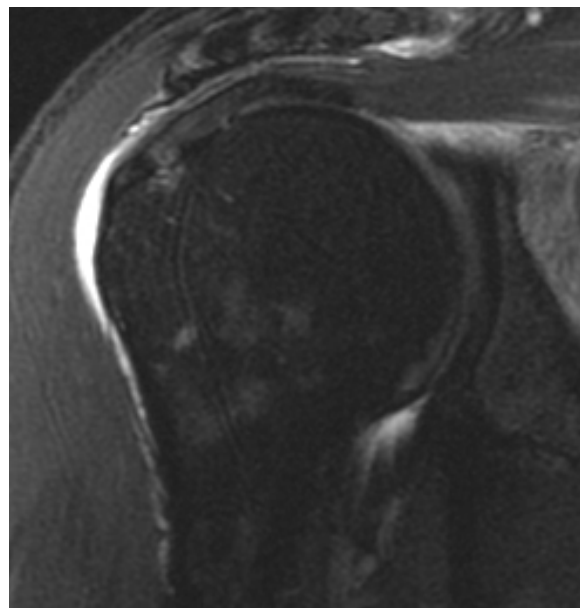
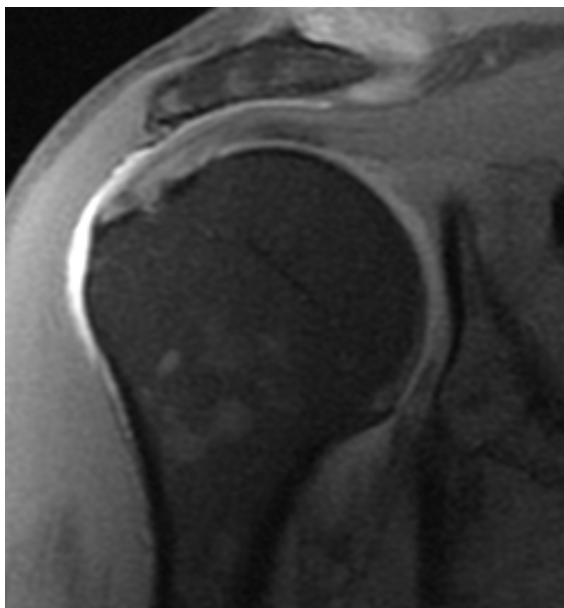


Mis à part une discordance (faux négatif) en arthro-scanner liée à une rupture transfixiante méconnue liée à une opacification de très mauvaise qualité, toutes les autres erreurs sont liées à la mauvaise sensibilité connue de l'échographie.

L'étude des faux positifs a révélé chez un patient une lésion du tendon supra-épineux associée à une opacification de la bourse sous acromio-deltoïdienne sans signe de rupture des autres muscles. Cette lésion objectivée en arthro-scanner et arthro-IRM, compatible avec une rupture transfixiante, n'a pas été retrouvée à l'arthroscopie. L'hypothèse d'un « faux » faux-positif est la plus probable.

Figure 15 : Exemple d'une probable rupture transfixiante du supra-épineux en arthro-IRM (a : séquence coronale T1 FAT SAT, b : séquence coronale T2 FAT SAT) et arthro-scanner (c) non objectivée à l'arthroscopie

a	b
c	





De même, un clivage à l'arthro- scanner n'a pas été objectivé à l'arthroscopie confirmant la difficulté d'évaluation de ce genre de lésions durant le temps opératoire.[30]

Figure 16 : Exemple de clivage intratendineux du tendon supra-épineux objectivé en arthro-scanner (a : reconstructions coronales, b : reconstructions sagittales) sans corrélation arthroscopique



a | b

4.3.2 Tendon du muscle infra-épineux

Sur les 25 patients opérés, aucune rupture transfixiante du tendon infra-épineux n'a été repérée à l'arthroscopie, ce qui est dans la norme des dernières études [30].

Avec une sensibilité de 78% pour l'arthroscanner et l'arthro-IRM et 50% pour l'échographie, ces résultats sont inférieurs aux précédentes études, probablement liés au faible nombre de patients, mais confirment la probable supériorité de l'arthroscanner et de l'arthro-IRM sur l'échographie.

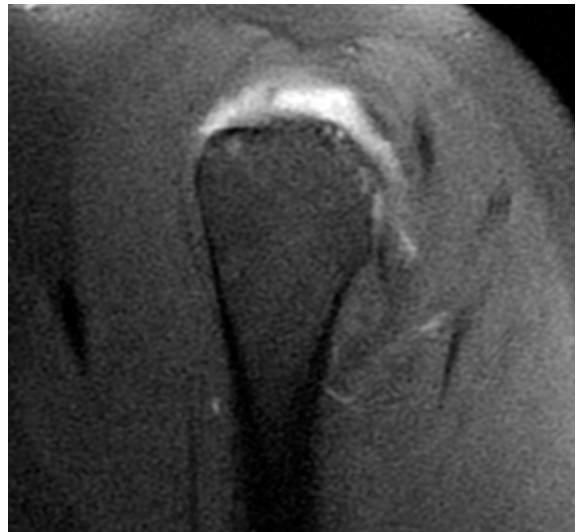
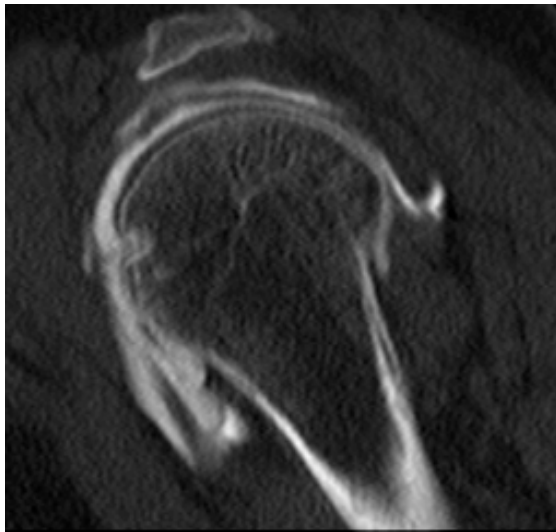
L'étude des faux négatifs a montré pour deux patients une discordance entre arthro-scanner et arthro-IRM. Chez un patient, seule la lésion était visualisée en arthroscopie.

L'étude des faux positifs a révélé des cas de « faux » faux positif avec un clivage intratendineux non retrouvé en arthroscopie dans le cadre d'une rupture du tendon supra-épineux. Cette discordance pourrait être liée à la difficulté chirurgicale de différencier les tendons supra et infra-épineux.

Figures 17: Aspect de clivage du tendon infra-épineux objectivé en arthro-scanner (reconstruction sagittale) non retrouvé en arthroscopie



Figure 18 : Aspect de clivage du tendon infra-épineux objectivé en arthro-scanner (a : reconstruction sagittale) et arthro-IRM (b : séquence sagittale) non retrouvé en arthroscopie



a | b

4.3.3 Tendon du muscle sub-scapulaire

Les ruptures du tendon sub-scapulaire peuvent survenir comme composante d'une lésion large ou associées à une lésion de l'intervalle des rotateurs. Parfois elles apparaissent isolées après un traumatisme [43-46].

De la même manière que dans la littérature [46], dans notre étude, les lésions du tendon sub-scapulaire s'associaient le plus souvent avec des ruptures du tendon supra-épineux.

Nos sensibilités (respectivement 91%, 90% et 67% pour l'arthro-scanner, l'arthro-IRM et l'échographie) sont équivalentes, voire supérieures aux études précédentes [30, 47]. 100% (3/3) des ruptures transfixiantes ont été retrouvées en arthro-scanner et arthro-IRM.

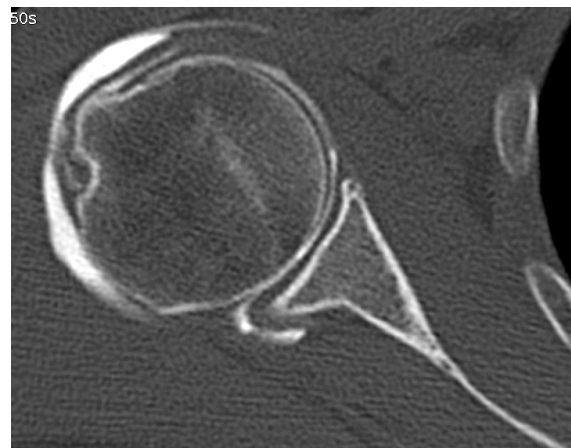
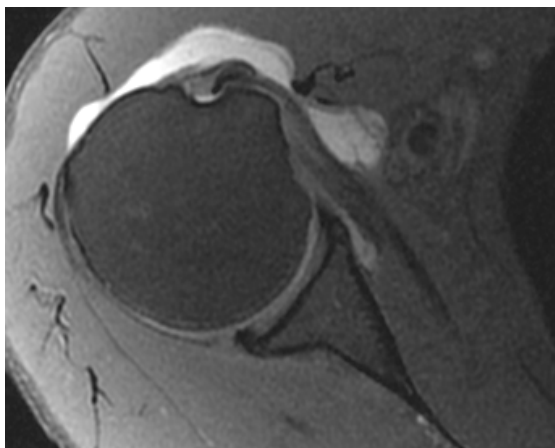
De manière attendue, la sensibilité de l'échographie est bien inférieure à celle de l'imagerie lourde.

Analysant notre très faible spécificité dans les ruptures non transfixiantes (15% pour l'arthro-scanner, 24% pour l'arthro-IRM), il est à considérer que le tendon sub-scapulaire est

plus difficile à évaluer arthroscopiquement que les autres tendons. Ainsi, les ruptures de la portion supérieure peuvent être difficiles à diagnostiquer en arthroscopie [40, 48] [49] même si certaines manœuvres (antépulsion, rotation médiale) peuvent aider au diagnostic. La rétraction possible du tendon sub-scapulaire avec un comblement possible de sa fissuration par du tissu cicatriciel et fibreux peut rendre encore plus difficile le diagnostic. Tous ces éléments peuvent être des explications à l'important nombre de faux positifs objectivés dans notre étude.

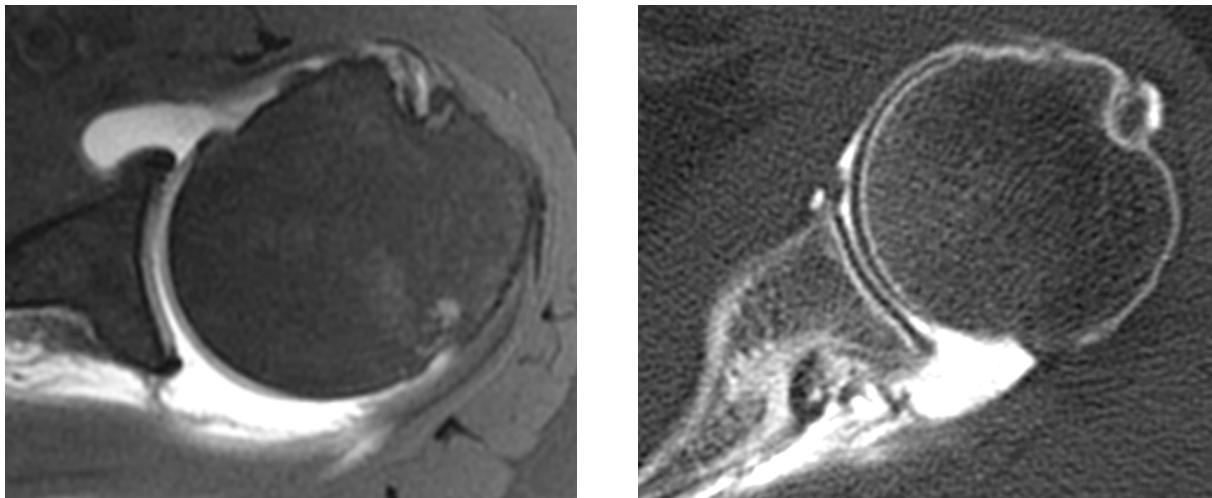
L'étude de ces faux-positifs montre 7 patients pour lesquels le scanner et l'IRM se sont accordés à diagnostiquer une rupture non transfixiante, sans corrélation arthroscopique. L'étude attentive de ces examens a permis de mettre en évidence des lésions infracentimétriques des faces superficielles ou profondes. Cette discordance pourrait donc être secondaire à une surestimation radiologique ou bien une sous-estimation arthroscopique. Des études complémentaires, basées comme dans notre étude sur une arthrographie par voie postérieure, seront nécessaires pour confirmer nos résultats.

Figures 19: Discordance entre arthroscopie, arthro-IRM (a : séquence axiale) et arthro-scanner (b : reconstruction axiale). Sub-luxation du tendon du long biceps associée à un aspect de clivage intra tendineux et d'amincissement du tendon du subscapulaire



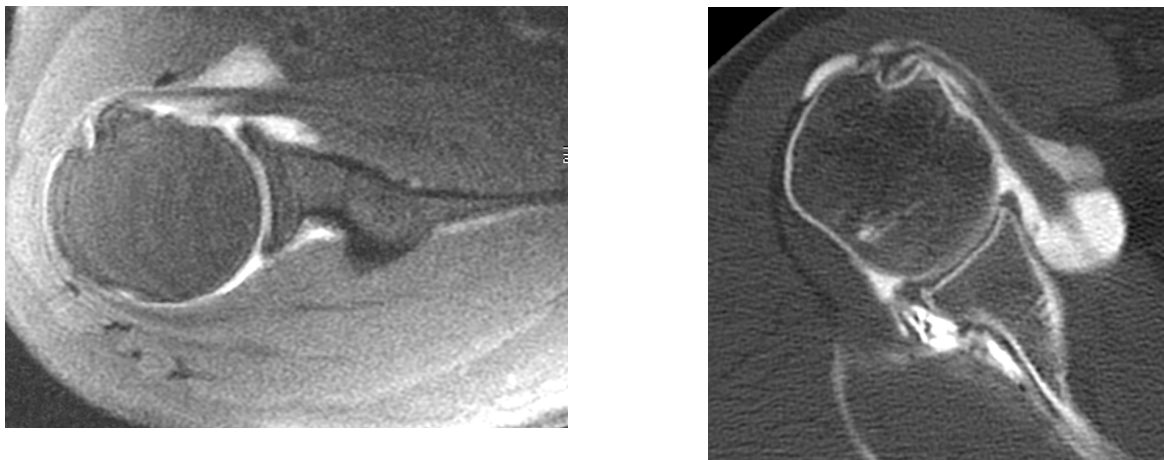
a | b

Figure 20: Discordances entre arthroscopie, arthro-IRM (a : séquence axiale) et arthro-scanner (b : reconstruction axiale) : aspect de fissuration de la face profonde du tendon sub-scapulaire



a | b

Figure 21 : Discordance entre arthroscopie, arthro-IRM (a : séquence axiale) et arthro-scanner (b : reconstruction axiale) : Aspect de désinsertion transversale partielle de la face profonde du tendon subscapulaire



a | b

4.3.4 Tendon du muscle long biceps

Peu d'études s'intéressent au tendon du long biceps. L'une des plus récentes est celle de De Maeseneer [29] qui compara la performance diagnostique de l'arthro-scanner et de l'arthro-IRM 3T. Comportant 36 patients, elle ne trouvait aucune différence significative entre ces

deux examens et concluait que son évaluation était difficile avec une sensibilité basse (31%), proche d'autres études [32] mais une spécificité forte (95%).

D'autres études [30, 50] ont eu des résultats plus proches des nôtres avec des sensibilités supérieures à 65%. Il est à noter que notre étude est la seule montrant une meilleure sensibilité de l'arthro-IRM par rapport à l'arthro-scanner ainsi qu'une concordance très élevée. Ces résultats non significatifs, probablement liés à la faible puissance de l'étude mériteraient une étude complémentaire.

Figure 22 : Discordance entre arthroscopie, arthro-IRM (a : séquence axiale) et arthro-scanner (b : reconstruction axiale). Aspect de luxation du tendon du long biceps.

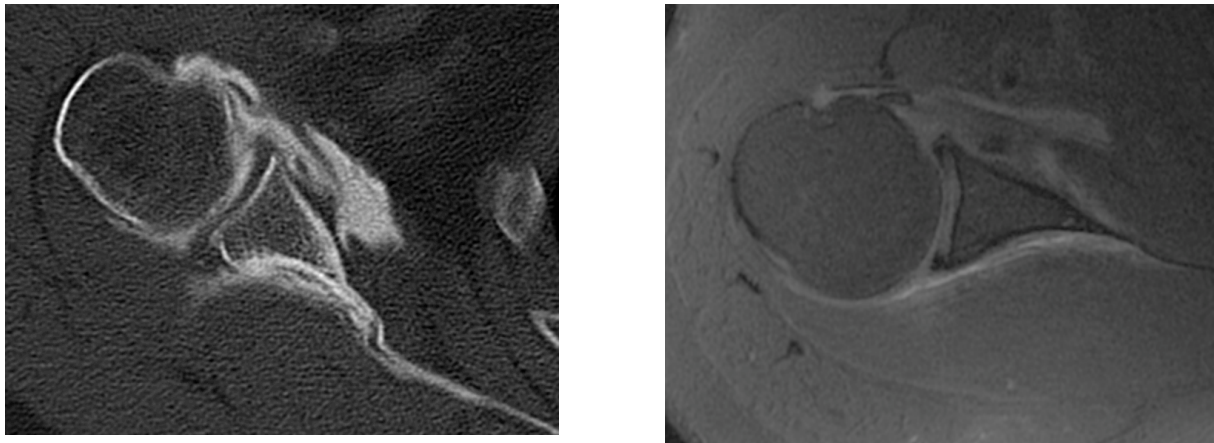
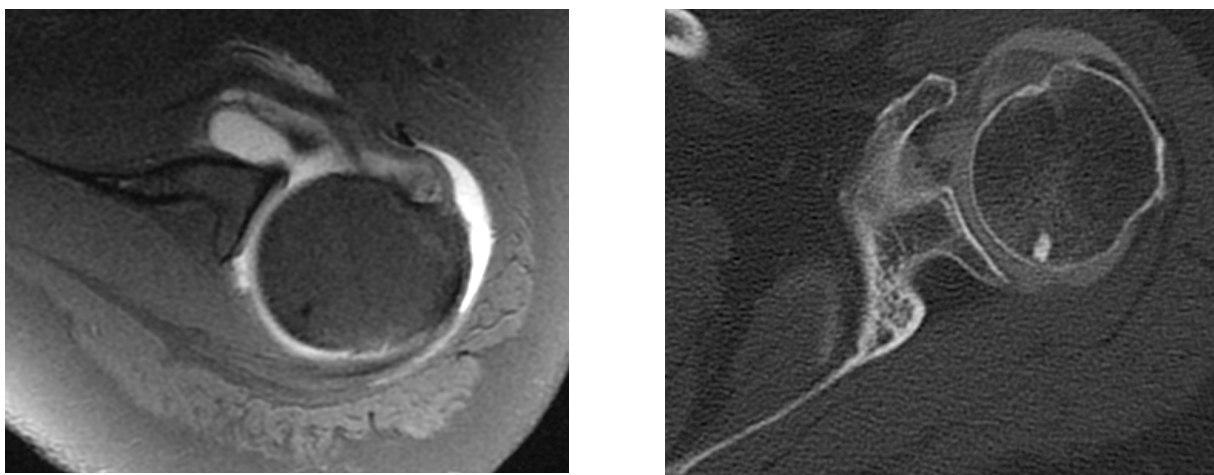


Figure 23 : Discordance entre arthroscopie, arthro-IRM (a : séquence axiale) et arthro-scanner (b : reconstruction axiale) : Aspect de fissuration du tendon du long biceps



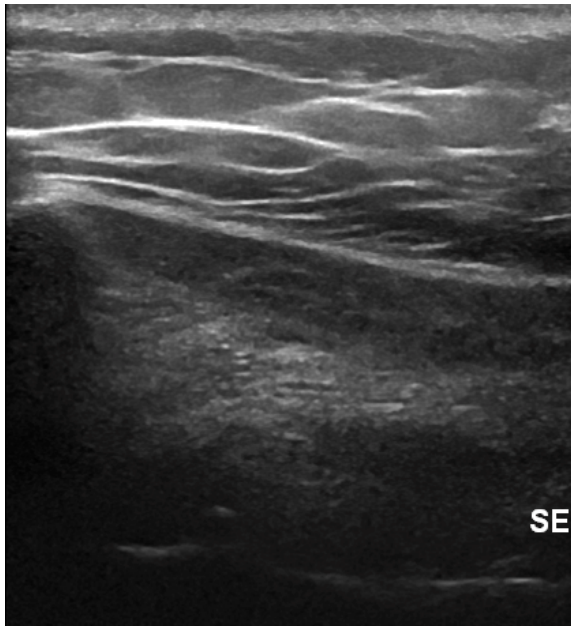
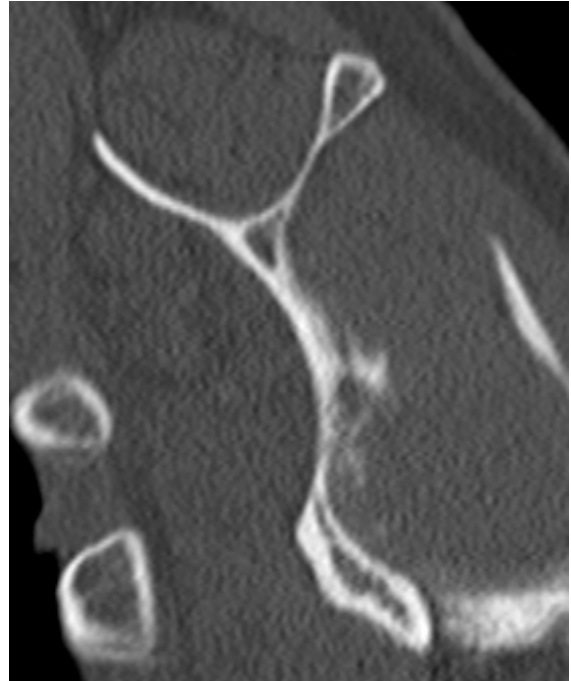
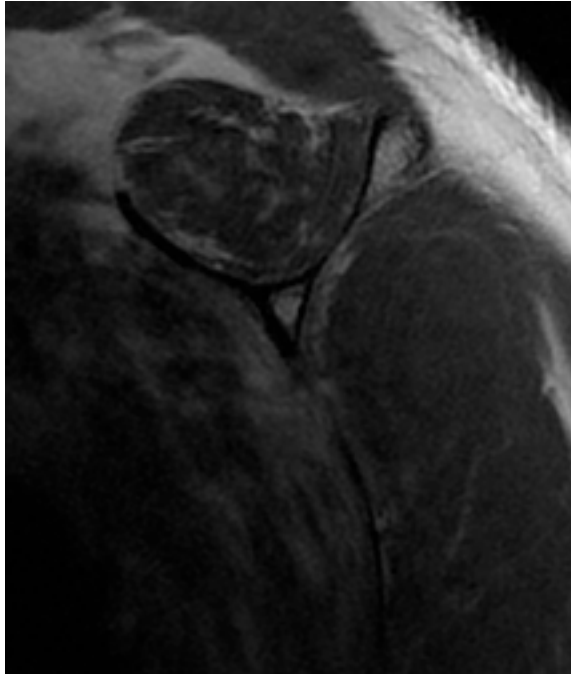
4.4 Dégénérescence graisseuse

L'involution graisseuse résulte en des dépôts de gras dispersés dans le muscle, particulièrement autour du tendon central, réduisant la définition du contour du muscle et la perte de visibilité du tendon central [51, 52]. Elle est une séquelle progressive et irréversible des ruptures tendineuses. Elle est un facteur important dans l'évaluation du pronostic chez les patients bénéficiant d'une prise en charge chirurgicale. Une infiltration graisseuse des muscles supra et infra-épineux cotée à un grade 2 (c'est à dire moins de graisse que de muscle dans le corps musculaire) ou moins est un facteur de bon pronostic opératoire. Un grade supérieur peut au contraire influencer la décision chirurgicale [20, 53-57]. L'involution graisseuse du muscle infra-épineux peut résulter d'une lésion du tendon supra-épineux bien que le tendon lui même reste intact. Il existe une corrélation entre la taille de la rupture et le degré de l'infiltration graisseuse [58].

Nos résultats ont confirmé les précédents travaux, suggérant le besoin d'un meilleur système de graduation de l'infiltration graisseuse, facteur pronostic majeur [59-61]. Nos résultats sont en effet similaires à ceux de Omoumi et al. (concordance arthro-IRM/arthro-scanner respectivement mesurées à 0,545, 0,503 et 0,239) avec un accord modéré entre arthro-scanner et arthro-IRM. Elle est en revanche faible, voire nulle entre arthro-IRM et échographie.

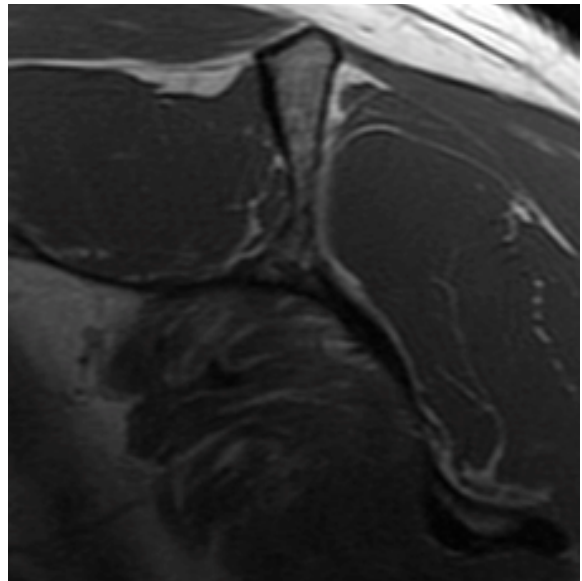
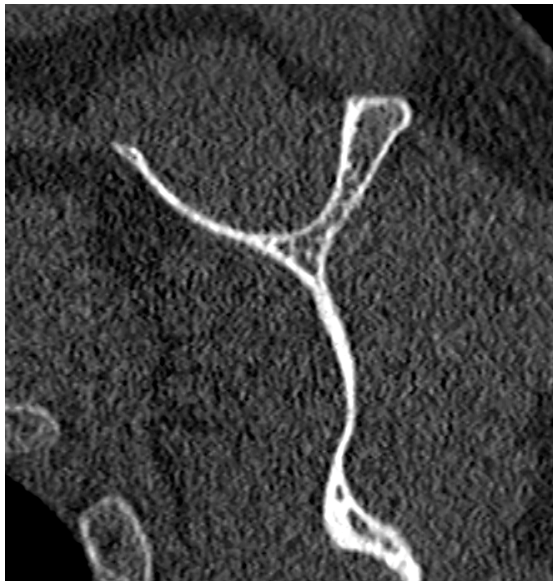
L'amyotrophie, facteur pronostic moins important que la dégénérescence graisseuse [57] peut être évaluée sur les coupes sagittales obliques en IRM en comparant l'aire occupée par le muscle supra-épineux et celle occupée par la fosse supra-épineuse [56]. Ce ratio peut aussi être calculé en échographie sur les coupes sagittales obliques. La corrélation avec l'IRM est bonne [52].

Figure 24 : Dégénérescence graisseuse du tendon supra-épineux : corrélation entre arthro-IRM (a : séquence sagittale), arthro-scanner (b : reconstruction sagittale) et échographie (c)



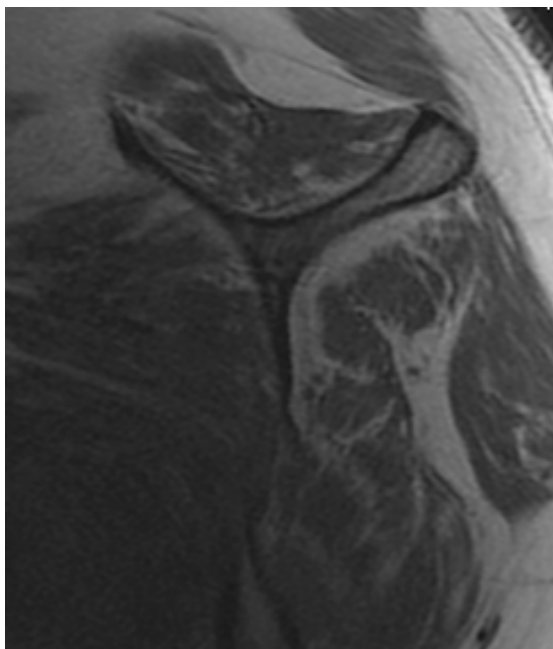
a	b
c	

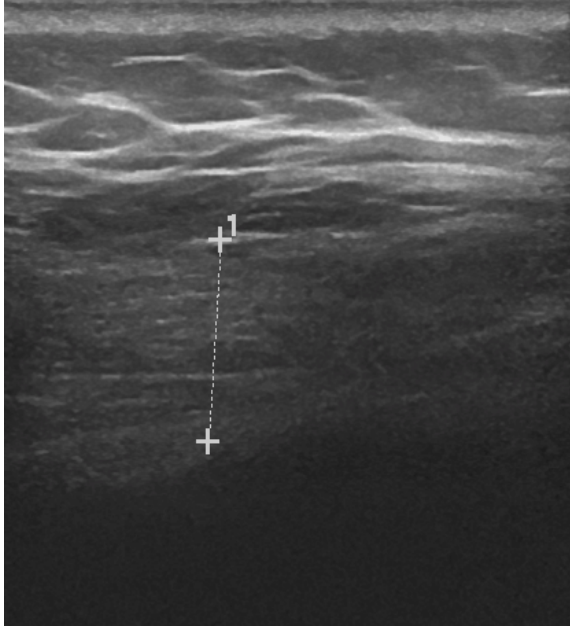
Figure 25 : Dégénérescence graisseuse du tendon sub-scapulaire: corrélation entre arthro-scanner (a: reconstruction sagittale) et arthro-IRM (b : séquence sagittale)



a | b

Figure 26 : Dégénérescence graisseuse du tendon infra-épineux : corrélation entre arthro-IRM (a : séquence sagittale), arthro-scanner (b : reconstruction sagittale) et échographie





$$\frac{a}{c} \mid \frac{b}{c}$$

4.5 Les limites de l'étude

4.5.1 Puissance de l'étude

Notre principale limite a été la puissance de notre étude en raison du faible nombre de patient.

Une étude plus large serait nécessaire pour confirmer nos résultats

4.5.2 Biais et Discordance

L'arthroscopie de l'épaule est indiscutablement le gold standard du diagnostic des lésions de la coiffe des rotateurs. Pour des raisons éthiques évidentes, l'arthroscopie n'était pas réalisée en aveugle, le chirurgien étant informé des lésions retrouvées en imagerie, introduisant inévitablement une potentielle source de biais. Pour s'affranchir de ce ce biais, l'étude aurait

pu se baser sur une corrélation cadavérique. Néanmoins, l'extrapolation des résultats aurait été délicate étant donné l'absence d'artéfacts de mouvement, généralement retrouvés, et la faible représentativité du matériel d'étude.

Le recueil des données peut en partie expliquer certaines discordances. Nous avons ainsi réalisé une grille de lecture pour faciliter et standardiser la réinterprétation des arthro-scanners et des arthro-IRM, et le recueil des données. En revanche, notre étude étant retrospective, aucune grille de lecture n'avait été établie pour la réalisation de l'arthroscopie, compliquant le recueil des données. Une étude prospective améliorerait probablement les résultats.

4.5.3 Concordance inter-observateurs

Aucune concordance inter-observateur n'a été réalisée. Il aurait en effet été intéressant de calculer les différences d'interprétation entre l'interne et le sénior en imagerie ostéo-articulaire.

Ces travaux pourront faire l'objet d'une future étude

4.5.4 Données additionnelles.

Dans l'étude sur le subscapulaire, nous n'avons pas mesuré la distance coraco-humérale. Cette distance peut pourtant être un bon marqueur de conflit antéro médial et d'atteinte du subscapulaire notamment lorsque elle est inférieure à 6mm.

Nous ne nous sommes pas intéressés à la taille des ruptures. Il aurait été très intéressant de comparer les tailles lésionnelles entre les différentes imageries, puis de les corrélérer à l'arthroscopie

5 Conclusion

Dans cette étude nous avons corrélé les lésions de la coiffe des rotateurs retrouvées en arthro-IRM, arthro-scanner et échographie à celles objectivées en arthroscopie, considérée comme le gold standard. Bien que le manque de puissance de notre étude ne nous permette pas de conclure à la supériorité d'un examen par rapport à un autre, elle confirme l'infériorité de l'échographie par rapport aux autres modalités d'imagerie. Cet examen, peu couteux et non invasif garde néanmoins toute sa place dans le "débrouillage" de première intention des douleurs de l'épaule en raison d'une sensibilité élevée dans le diagnostic des lésions tendineuses, leur caractérisation précise semblant plus difficile.

L'arthro-IRM et l'arthro-scanner paraissent similaires, que ce soit dans la recherche de lésions transfixiantes ou non transfixiantes, à l'exception des lésions non transfixiantes de la face bursale et restent indispensables dans le bilan précis des lésions, notamment en pré-opératoire. La prescription de l'un ou l'autre de ces examens invasifs doit donc prendre en considération leurs avantages et inconvénients respectifs.

Notre étude a aussi montré une grande sensibilité de l'arthroscanner et de l'arthro-IRM dans le diagnostic des lésions du sub-scapulaire, ce qui pourrait inciter à privilégier la ponction par voie postérieure lors du temps arthrographique en cas de suspicion clinique de lésion du sub-scapulaire.

La très faible spécificité de l'arthro-scanner et de l'arthro-IRM dans la recherche des lésions du sub-scapulaire sont à confronter à des études ultérieures sur un plus grand échantillon de patient.

Bibliographie

1. Dinnes, J., et al., *The effectiveness of diagnostic tests for the assessment of shoulder pain due to soft tissue disorders: a systematic review*. Health Technol Assess, 2003. 7(29): p. iii, 1-166.
2. Backhaus, M., et al., *Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology*. Ann Rheum Dis, 2001. 60(7): p. 641-9.
3. Lo, I.K. and S.S. Burkhart, *The comma sign: An arthroscopic guide to the torn subscapularis tendon*. Arthroscopy, 2003. 19(3): p. 334-7.
4. Mansat, P., M.A. Frankle, and R.H. Cofield, *Tears in the subscapularis tendon: descriptive analysis and results of surgical repair*. Joint Bone Spine, 2003. 70(5): p. 342-7.
5. Sharkey, N.A., R.A. Marder, and P.B. Hanson, *The entire rotator cuff contributes to elevation of the arm*. J Orthop Res, 1994. 12(5): p. 699-708.
6. Ward, S.R., et al., *Rotator cuff muscle architecture: implications for glenohumeral stability*. Clin Orthop Relat Res, 2006. 448: p. 157-63.
7. Morag, Y., et al., *The subscapularis: anatomy, injury, and imaging*. Skeletal Radiol, 2011. 40(3): p. 255-69.
8. Guckel, C. and A. Nidecker, *Diagnosis of tears in rotator-cuff-injuries*. Eur J Radiol, 1997. 25(3): p. 168-76.
9. Matava, M.J., D.B. Purcell, and J.R. Rudzki, *Partial-thickness rotator cuff tears*. Am J Sports Med, 2005. 33(9): p. 1405-17.
10. Gartsman, G.M., M. Khan, and S.M. Hammerman, *Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff*. J Bone Joint Surg Am, 1998. 80(6): p. 832-40.
11. Mantone, J.K., W.Z. Burkhead, Jr., and J. Noonan, Jr., *Nonoperative treatment of rotator cuff tears*. Orthop Clin North Am, 2000. 31(2): p. 295-311.
12. Ruotolo, C. and W.M. Nottage, *Surgical and nonsurgical management of rotator cuff tears*. Arthroscopy, 2002. 18(5): p. 527-31.
13. Manger, B. and J.R. Kalden, *Joint and connective tissue ultrasonography--a rheumatologic bedside procedure? A German experience*. Arthritis Rheum, 1995. 38(6): p. 736-42.
14. Grassi, W., et al., *Sonographic imaging of normal and osteoarthritic cartilage*. Semin Arthritis Rheum, 1999. 28(6): p. 398-403.
15. Grassi, W., *Clinical evaluation versus ultrasonography: who is the winner?* J Rheumatol, 2003. 30(5): p. 908-9.
16. Hodler, J. and D. Resnick, *Current status of imaging of articular cartilage*. Skeletal Radiol, 1996. 25(8): p. 703-9.
17. Naredo, E., et al., *Ultrasonographic study of painful shoulder*. Ann Rheum Dis, 2003. 62(10): p. 1026-7.
18. Karim, Z., et al., *The impact of ultrasonography on diagnosis and management of patients with musculoskeletal conditions*. Arthritis Rheum, 2001. 44(12): p. 2932-3.
19. Beggs, I., *Shoulder ultrasound*. Semin Ultrasound CT MR, 2011. 32(2): p. 101-13.

20. Goutallier, D., et al., *Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan.* Clin Orthop Relat Res, 1994(304): p. 78-83.
21. Vinson, E.N., C.A. Helms, and L.D. Higgins, *Rim-vent tear of the rotator cuff: a common and easily overlooked partial tear.* AJR Am J Roentgenol, 2007. 189(4): p. 943-6.
22. Jacobson, J.A., et al., *Full-thickness and partial-thickness supraspinatus tendon tears: value of US signs in diagnosis.* Radiology, 2004. 230(1): p. 234-42.
23. Brasseur JL, T.M., *Echographie de l'épaule.* In: Echographie du système locomoteur, 1999(Masson, Paris): p. p87-121.
24. Hollister, M.S., et al., *Association of sonographically detected subacromial/subdeltoid bursal effusion and intraarticular fluid with rotator cuff tear.* AJR Am J Roentgenol, 1995. 165(3): p. 605-8.
25. Arslan, G., et al., *Sonographically detected subacromial/subdeltoid bursal effusion and biceps tendon sheath fluid: reliable signs of rotator cuff tear?* J Clin Ultrasound, 1999. 27(6): p. 335-9.
26. Bouffard, J.A., S.M. Lee, and J. Dhanju, *Ultrasonography of the shoulder.* Semin Ultrasound CT MR, 2000. 21(3): p. 164-91.
27. van Holsbeeck MT, K.P., Eyler WR, Craig JG, Shirazi KK, Habra GK, Vanderschueren GM, Bouffard JA., *US depiction of partial-thickness tear of the rotator cuff.* Radiology, 1995 Nov. 197: p. 443-6.
28. Wohlwend, J.R., et al., *The association between irregular greater tuberosities and rotator cuff tears: a sonographic study.* AJR Am J Roentgenol, 1998. 171(1): p. 229-33.
29. De Maeseneer, M., et al., *Assessment of the long head of the biceps tendon of the shoulder with 3T magnetic resonance arthrography and CT arthrography.* Eur J Radiol, 2012. 81(5): p. 934-9.
30. Omoumi, P., et al., *Evaluation of rotator cuff tendon tears: comparison of multidetector CT arthrography and 1.5-T MR arthrography.* Radiology, 2012. 264(3): p. 812-22.
31. Oh, J.H., et al., *Effectiveness of multidetector computed tomography arthrography for the diagnosis of shoulder pathology: comparison with magnetic resonance imaging with arthroscopic correlation.* J Shoulder Elbow Surg, 2010. 19(1): p. 14-20.
32. Charousset, C., et al., *Accuracy of CT arthrography in the assessment of tears of the rotator cuff.* J Bone Joint Surg Br, 2005. 87(6): p. 824-8.
33. Farin, P.U., et al., *Site and size of rotator-cuff tear. Findings at ultrasound, double-contrast arthrography, and computed tomography arthrography with surgical correlation.* Invest Radiol, 1996. 31(7): p. 387-94.
34. Lecouvet, F.E., et al., *Multidetector spiral CT arthrography of the shoulder. Clinical applications and limits, with MR arthrography and arthroscopic correlations.* Eur J Radiol, 2008. 68(1): p. 120-36.
35. Hodler, J., et al., *Rotator cuff disease: assessment with MR arthrography versus standard MR imaging in 36 patients with arthroscopic confirmation.* Radiology, 1992. 182(2): p. 431-6.
36. Ferrari FS, G.S., Burrese F, Vigni F, Stefani P., *Supraspinatus tendon tears: comparison of US and MR arthrography with surgical correlation.* Eur Radiolog., 2002 12(5): p. 1211-7.

37. Meister, K., et al., *MR arthrography of partial thickness tears of the undersurface of the rotator cuff: an arthroscopic correlation*. Skeletal Radiol, 2004. 33(3): p. 136-41.
38. Palmer, W.E., J.H. Brown, and D.I. Rosenthal, *Rotator cuff: evaluation with fat-suppressed MR arthrography*. Radiology, 1993. 188(3): p. 683-7.
39. de Jesus, J.O., et al., *Accuracy of MRI, MR arthrography, and ultrasound in the diagnosis of rotator cuff tears: a meta-analysis*. AJR Am J Roentgenol, 2009. 192(6): p. 1701-7.
40. Waldt, S., et al., *Rotator cuff tears: assessment with MR arthrography in 275 patients with arthroscopic correlation*. Eur Radiol, 2007. 17(2): p. 491-8.
41. Teefey, S.A., et al., *Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases*. J Bone Joint Surg Am, 2000. 82(4): p. 498-504.
42. Brenneke, S.L. and C.J. Morgan, *Evaluation of ultrasonography as a diagnostic technique in the assessment of rotator cuff tendon tears*. Am J Sports Med, 1992. 20(3): p. 287-9.
43. Gerber, C., O. Hersche, and A. Farron, *Isolated rupture of the subscapularis tendon*. J Bone Joint Surg Am, 1996. 78(7): p. 1015-23.
44. Gerber, C. and R.J. Krushell, *Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases*. J Bone Joint Surg Br, 1991. 73(3): p. 389-94.
45. Mellado, J.M., et al., *MR assessment of the repaired rotator cuff: prevalence, size, location, and clinical relevance of tendon rerupture*. Eur Radiol, 2006. 16(10): p. 2186-96.
46. Warner JJP, A.A., Gerber C, *Diagnosis and management of subscapularis tears*. Tech Orthop, 1994(9): p. 116-125.
47. Pfirrmann, C.W., et al., *Subscapularis tendon tears: detection and grading at MR arthrography*. Radiology, 1999. 213(3): p. 709-14.
48. David, T.S., H. Bravo, and R. Scobercea, *Arthroscopic visualization of subscapularis tendon lesions*. Orthopedics, 2009. 32(9).
49. Wright, J.M., et al., *Arthroscopic visualization of the subscapularis tendon*. Arthroscopy, 2001. 17(7): p. 677-84.
50. Zanetti, M., et al., *Tendinopathy and rupture of the tendon of the long head of the biceps brachii muscle: evaluation with MR arthrography*. AJR Am J Roentgenol, 1998. 170(6): p. 1557-61.
51. Strobel, K., et al., *Fatty atrophy of supraspinatus and infraspinatus muscles: accuracy of US*. Radiology, 2005. 237(2): p. 584-9.
52. Khoury, V., E. Cardinal, and P. Brassard, *Atrophy and fatty infiltration of the supraspinatus muscle: sonography versus MRI*. AJR Am J Roentgenol, 2008. 190(4): p. 1105-11.
53. Goutallier, D., et al., *[Impact of fatty degeneration of the suparspinatus and infraspinatus msucles on the prognosis of surgical repair of the rotator cuff]*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1999. 85(7): p. 668-76.
54. Goutallier, D., et al., *Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears*. J Shoulder Elbow Surg, 2003. 12(6): p. 550-4.
55. Zanetti, M., C. Gerber, and J. Hodler, *Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging*. Invest Radiol, 1998. 33(3): p. 163-70.

56. Thomazeau, H., et al., *Atrophy of the supraspinatus belly. Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology.* Acta Orthop Scand, 1996. 67(3): p. 264-8.
57. Mellado, J.M., et al., *Surgically repaired massive rotator cuff tears: MRI of tendon integrity, muscle fatty degeneration, and muscle atrophy correlated with intraoperative and clinical findings.* AJR Am J Roentgenol, 2005. 184(5): p. 1456-63.
58. Kim, H.M., et al., *Relationship of tear size and location to fatty degeneration of the rotator cuff.* J Bone Joint Surg Am, 2010. 92(4): p. 829-39.
59. Bachmann, G.F., et al., *Diagnosis of rotator cuff lesions: comparison of US and MRI on 38 joint specimens.* Eur Radiol, 1997. 7(2): p. 192-7.
60. Brandt, T.D., et al., *Rotator cuff sonography: a reassessment.* Radiology, 1989. 173(2): p. 323-7.
61. Lewis, J.S., et al., *The prevalence of neovascularity in patients clinically diagnosed with rotator cuff tendinopathy.* BMC Musculoskelet Disord, 2009. 10: p. 163.

ANNEXE : Grille de lecture (arthro-scanner, arthro-IRM)

Tendon du muscle supra-épineux	Intégrité		
	Lésion	Complète	
		Transfixiante	
		Non transfixiante	Face bursale
			Face articulaire
			Clivage
Dégénérescence graisseuse	Oui		
	Non		

Tendon du muscle infra-épineux	Intégrité		
	Lésion	Complète	
		Transfixiante	
		Non transfixiante	Face bursale
			Face articulaire
			Clivage
Dégénérescence graisseuse	Oui		
	Non		

Tendon du muscle sub-scapulaire	Intégrité		
	Lésion	Complète	
		Transfixiante	
		Non transfixiante	Face superficielle
			Face profonde
			Clivage
Dégénérescence graisseuse	Oui		
	Non		

Tendon du muscle long biceps	Intégrité	
	Lésion	Subluxation
		Luxation
	Rupture	

NATAF Arnaud

Date de Soutenance : Jeudi 23 mai 2013

Titre de la Thèse : Tendons de la coiffe des rotateurs : comparaison de l'efficacité diagnostique de l'arthro-scanner, de l'arthro-IRM et de l'échographie.

Cadre de classement : DES Radiodiagnostic et imagerie médicale

Mots-clés : Arthroscopie, Arthro-IRM, Arthro-TDM, Echographie, Coiffe des rotateurs

Résumé :

Introduction :

Le but principal de cette étude était de comparer la performance diagnostique de l'arthro-IRM, de l'arthro-scanner et de l'échographie dans le diagnostic des ruptures des tendons de la coiffe des rotateurs et notamment du tendon du muscle sub-scapulaire, en corrélation avec l'arthroscopie. L'objectif secondaire a été d'évaluer la concordance des résultats entre les différentes imageries dans l'évaluation de l'involution graisseuse.

Matériel et Méthodes :

54 patients avec des signes et des symptômes suggérant des lésions de la coiffe des rotateurs ont été inclus. L'échographie, l'arthro-IRM et l'arthro-scanner ont été analysés de manière indépendante. L'arthrographie était réalisée par voie postérieure afin d'éviter le tatouage du tendon du muscle sub-scapulaire. 25 patients ont finalement été opérés par arthroscopie, considérée comme le standard de référence. Les sensibilités et spécificités dans la détection des ruptures ont été calculées. La concordance entre échographie, arthro-scanner, arthro-IRM et arthroscopie pour le diagnostic de ruptures de la coiffe des rotateurs fut réalisée en utilisant le coefficient κ . Dans la population générale, les concordances entre les différents examens pour l'évaluation de l'involution graisseuse furent calculées en utilisant le coefficient κ .

Résultats :

Les sensibilités et spécificités respectives de l'échographie étaient de 95% et 67% pour le tendon supra-épineux, 50% et 86% pour le tendon infra-épineux, 67% et 75% pour le tendon sub-scapulaire et 64% et 80% pour le tendon du long biceps. Les sensibilités et spécificités respectives de l'arthro-scanner étaient de 90% et 67% pour le tendon supra-épineux, 78% et 87% pour le tendon infra-épineux, 91% et 15% pour le tendon sub-scapulaire et 92% et 81% pour le tendon du long biceps. Les sensibilités et spécificités respectives de l'arthro-IRM étaient de 100% et 100% pour le tendon supra-épineux, 78% et 79% pour le tendon infra-épineux, 90% et 24% pour le tendon sub-scapulaire et 77% et 77% pour le tendon du long biceps. La concordance dans l'étude de l'involution graisseuse était forte entre arthro-scanner et arthro-IRM dans l'étude du supra-épineux mais reste à améliorer pour l'échographie notamment.

Conclusion:

Bien que le manque de puissance de notre étude ne nous permette pas de conclure à la supériorité d'un examen par rapport à un autre, l'échographie semble inférieure aux autres imageries. L'arthro-IRM et l'arthro-scanner paraissent comparables, que ce soit dans la recherche de lésions transfixiantes ou non transfixiantes, à l'exception des lésions non transfixiantes de la face bursale des tendons. Ces données pourraient être confrontées à une étude réalisée sur un plus grand échantillon de patient.

Composition du Jury :

Président : Madame le Professeur Anne COTTEN

Asseseurs : Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION

Monsieur le Professeur Carlos MAYNOU

Monsieur le Docteur Christophe SZYMANSKI

Directeur : Monsieur le Docteur Vincent BALBI

