



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2015

Thèse N° 151

CD-ROM d'autoformation d'échographie de l'épaule : radio-anatomie normale et lésions dégénératives de la coiffe des rotateurs

THESE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 02/12/2015

PAR

M^{me}.

Née le 26/11/1988 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Épaule – anatomie – échographie – lésions dégénératives.

JURY

Mr. Y. NAJEB

Professeur de Traumato-orthopédie

PRÉSIDENT

M^{me}. M. OUALI IDRISI

Professeur agrégée de Radiologie

RAPPORTEUR

Mr. A. EL FIKRI

Professeur de Radiologie

Mr. F. AIT ESSI

Professeur agrégé de Traumato-orthopédie

Mr. K. KOULALI IDRISI

Professeur agrégé de Traumato-orthopédie

JURY

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي
أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَ عَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ
صَالِحاً تَرْضَاهُ وَ أَذْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي
عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ."

صدق الله العظيم

سورة النمل الآية 19



Serment d'hypocrate

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je
m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

*Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes
malades sera mon premier but.*

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles
traditions de la profession médicale.*

Les médecins seront mes frères.

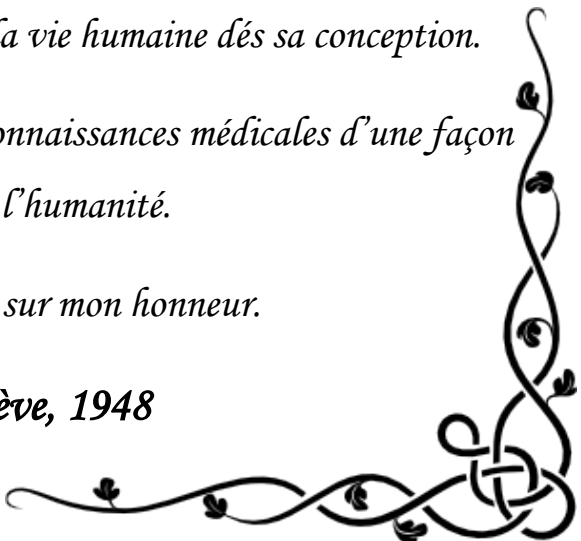
*Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération
politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon
contraire aux lois de l'humanité.*

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948



LISTE DES

PROFESSEURS

UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyen Honoraire

: Pr Badie Azzaman MEHADJI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr.Ag. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogique

: Pr. EL FEZZAZI Redouane

Secrétaire Générale

: Mr Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	FINECH Benasser	Chirurgie – générale
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KISSANI Najib	Neurologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AMAL Said	Dermatologie	LMEJJATI Mohamed	Neurochirurgie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie-obstétrique B	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
ASRI Fatima	Psychiatrie	MAHMAL Lahoucine	Hématologie - clinique
BENELKHAIAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie – générale	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie A	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
CHABAA Laila	Biochimie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique

CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DAHAMI Zakaria	Urologie	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	SARF Ismail	Urologie
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	SBIHI Mohamed	Pédiatrie B
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique A/B
ETTALBI Saloua	Chirurgie réparatrice et plastique	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
FIKRY Tarik	Traumato- orthopédie A		

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie B	EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique A
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique B
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HAOUACH Khalil	Hématologie biologique
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique A	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique B
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique A	JALAL Hicham	Radiologie
AIT ESSI Fouad	Traumato- orthopédie B	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique B
ALAOUI Mustapha	Chirurgie- vasculaire péripherique	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	KOULALI IDRISSEI Khalid	Traumato- orthopédie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie

ARSALANE Lamiae	Microbiologie Virologie	- LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
BAHA ALI Tarik	Ophtalmologie	LAKMICHI Mohamed Amine	Urologie
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique A	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie A
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie orthopédie B	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENJILALI Laila	Médecine interne	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	MOUFID Kamal	Urologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique B	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOUKHIRA Abderrahman	Toxicologie	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOURRAHOUE Aicha	Pédiatrie B	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOURROUS Monir	Pédiatrie A	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	OUALI IDRISSI Mariem	Radiologie
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie A	QACIF Hassan	Médecine interne
CHAFIK Aziz	Chirurgie thoracique	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation
CHERIF IDRISSI EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RADA Nouredine	Pédiatrie A
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie A	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie maladies métaboliques	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SORAA Nabila	Microbiologie - virologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie maladies métaboliques	TASSI Noura	Maladies infectieuses

EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie B	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale		

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	FAKHRI Anass	Histologie- embryologie cytogénétique
ADALI Nawal	Neurologie	FADIL Naima	Chimie de Coordination Bioorganique
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	GHAZI Miriame	Rhumatologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie - Embryologie - Cytogénétique
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ALJ Soumaya	Radiologie	KADDOURI Said	Médecine interne
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie - Réanimation	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BENHADDOU Rajaa	Ophtalmologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	NADOUR Karim	Oto-Rhino - Laryngologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	OUBAHA Sofia	Physiologie
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	OUEIRAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie

DIFFAA Azeddine	Gastro- entérologie	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL HAOUATI Rachid	Chiru Cardio vasculaire	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL HARRECH Youness	Urologie	SERHANE Hind	Pneumo- phtisiologie
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique



DÉDICACES

*Parce que « Même si l'eau bout elle n'oublie jamais qu'elle a été
froide » Proverbe burundais et aussi que
Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut.....
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,
L'amour, le respect, la reconnaissance.
C'est tout simplement que :*



Je dédie cette thèse à ...

A mon très cher père

*Aucun mot ne saurait exprimer mon amour et ma
considération pour ta personne, pour les sacrifices que tu as
consentis pour mon éducation, mon instruction et mon bien
être.*

*Ton honnêteté, ta droiture, ton ardeur au travail, tes grandes
qualités humaines pour moi un bon exemple
Puisse dieu, le tout puissant te procurer bonheur,
Santé et longue vie.*

A ma très chère mère

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour, mon respect
et mon attachement.*

*Ta bonté et ta générosité est sans limites.
Tes prières et tes encouragements ont été pour moi d'un grand
soutien moral au long de mes études.
Que dieu te garde.*

A mes très chers frères

Trouvez en ce travail le témoignage de mon amour et ma reconnaissance pour votre sympathie.

Puisse nos fraternels liens se pérenniser et consolider encore.

Que dieu vous apporte bonheur, prospérité et beaucoup de réussite.

A mon cher époux

En gage de ma profonde estime pour l'aide que tu m'as apporté.

Tu m'as soutenu, réconforté et encouragé.

Que ce travail puisse t'exprimer mon profond amour.

À tous mes oncles et leurs épouses

À toutes mes tantes et leurs époux

À tous cousins et cousines

À toutes la famille ASKAOUI, la famille EL AMRANI, la famille OUALI IDRISSE et la famille AIT BEN ASSILA.

A ma belle famille

En témoignage de mon affection et mon profond respect.

A tous mes amis

Avec fidélité

A tous ceux ou celles qui me sont chers et que j'ai omis involontairement de citer.

REMERCIEMENTS

***A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE MONSIEUR LE
PROFESSEUR Y.NAJEB
PROFESSEUR DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
DE TRAUMATO-ORTHOPÉDIE
CHU MOHAMED VI MARRAKECH***

*Nous sommes très touchés par l'honneur que vous nous faites en
acceptant d'assurer la présidence de cette thèse.
Durant notre passage au service pour le stage d'externat, nous avons eu
le privilège de bénéficier de votre enseignement et d'apprécier votre sens
professionnel.
Permettez-nous de vous exprimer notre gratitude et notre estime.*

***A NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE
MADAME LE PROFESSEUR M.OUALI IDRISI
PROFESSEUR AGREGÉ DE RADIOLOGIE
CHU MOHAMED VI- MARRAKECH***

*Vous m'avez consacré votre temps précieux et votre aimable sollicitude,
sans réserve.
Vous m'avez toujours reçu avec beaucoup de gentillesse et avec
spontanéité.
Je voudrais être digne de la confiance que vous m'avez accordée.
Quels que soient les mots utilisés, je ne saurais vous exprimer
suffisamment mes remerciements et mon témoignage de ma profonde
estime, ma haute considération et ma très haute admiration.*

***A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR A.EL FIKRI.
PROFESSEUR DE RADIOLOGIE***

*Nous vous sommes très reconnaissants de l'honneur que vous nous faites
en acceptant de juger ce travail.
Nous tenons à vous exprimer notre profonde gratitude pour la simplicité
avec laquelle vous nous avez accueillis, votre bienveillance ainsi que les
précieux conseils promulgués pour la réalisation de ce travail.
Veuillez accepter, Cher Maître, l'assurance de notre estime et de notre
profond respect.*

A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR F.AIT ESSI
PROFESSEUR AGREGÉ DE TRAUMATO-ORTHOPÉDIE

Vous nous faites l'honneur de vous intéresser à notre travail et de bien vouloir siéger dans notre jury.

Nous vous remercions pour votre aide dans l'élaboration de ce travail. Lors de notre passage au service, nous avons été impressionnés par votre dynamisme et votre dévouement au travail.

Veillez croire, cher maître, en l'expression de notre grande considération.

A NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR I.KOULALI IDIRISSI
PROFESSEUR AGREGÉ DE TRAUMATO-ORTHOPÉDIE

Nous sommes infiniment sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi notre jury de thèse.

Vos qualités humaines et professionnelles jointes à votre compétence seront pour nous un exemple à suivre dans l'exercice de notre profession. Veillez trouver ici, Cher Maître, le témoignage de notre grande estime et de notre sincère reconnaissance.

A NOTRE MAÎTRE MADAME LE PROFESSEUR
N.CHERIF IDIRISSI GANOUNI.
CHEF DE SERVICE DE RADIOLOGIE

Nous tenons à vous exprimer notre profonde gratitude pour la simplicité avec laquelle vous nous avez accueillis dans votre service, votre bienveillance ainsi que les précieux conseils promulgués pour la réalisation de ce travail.

Veillez accepter, Cher Maître, l'assurance de notre estime et de notre profond respect.

A MADAME LE DR K. JIDDI

Vos conseils nous ont été des plus profitables dans l'élaboration de ce travail en consacrant avec beaucoup d'amabilité une partie de votre temps précieux.

Permettez-moi de vous exprimer toute ma gratitude et l'estime que vous méritiez.

A MADAME LE DR L. BOUHDAÏ

SPECIALISTE EN RADIOLOGIE

Nous tenons à vous exprimer notre profonde gratitude pour la simplicité avec laquelle vous nous avez accueillis, votre bienveillance ainsi que les précieux conseils promulgués pour la réalisation de ce travail.

A DR S. KHAYRALAH, DR Y. ALAMI

***RESIDENTS AU SERVICE DE RADIOLOGIE AU CHU MOHAMED VI
MARRAKECH***

C'est avec beaucoup de gentillesse et de simplicité que vous avez accepté de nous aider à la réalisation de ce travail.

Qu'il nous soit permis de vous témoigner notre gratitude et nos vifs remerciements.

A MR OUAHBI KARIM

CHEF DU SERVICE INFORMATIQUE

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE MARRAKECH

*Nous ne saurions vous remercier pour votre précieuse aide dans
l'élaboration
de ce travail*

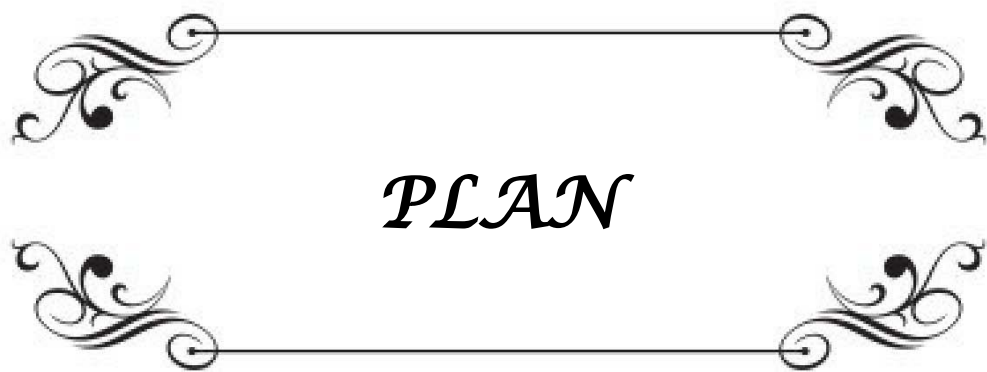
*Veuillez trouver ici le témoignage de notre gratitude
et de notre profond respect.*

***A TOUT LE PERSONNEL MÉDICAL ET PARAMÉDICAL DU SERVICE
DE RADIOLOGIE.***

ABRÉVIATIONS

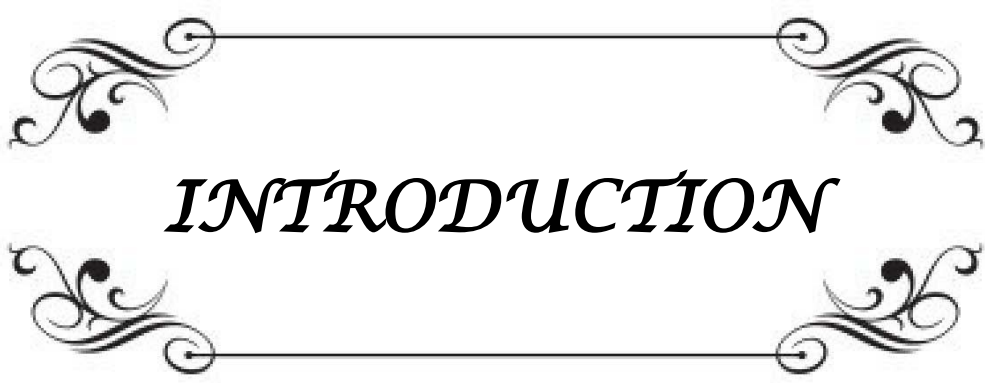
Liste des abréviations:

BSAD	: Bourse sous acromio-deltoidienne.
LAC	: Ligament acromio-claviculaire.
LGHS	: Ligament gléno-huméral supérieur.
LGHM	: Ligament gléno-huméral moyen.
LGHI	: Ligament gléno-huméral inférieur.
TLB	: Tendon de la longue portion du biceps.
IRM	: Imagerie par résonance magnétique.
RE	: Rotation externe.
RI	: Rotation interne.
SLAP	: Labrum antéro-supéro-postérieur.
PLA	: Ponction lavage articulaire.



INTRODUCTION	1
MATÉRIELS & MÉTHODES	4
I. OBJECTIF DU TRAVAIL	5
II. MÉTHODE DE TRAVAIL	5
RÉSULTATS	8
I. Le CD ROM	9
II. Le contenu du CD-ROM	9
1. Les modules théoriques	9
2. L'iconographie	10
3. Le guide d'utilisation du CD-ROM	11
DISCUSSION	14
RAPPEL ANATOMIQUE	15
I. L'articulation gléno-humérale	15
1. Les surfaces articulaires	16
2. Le bourrelet glénoïdien	17
3. La capsule articulaire	17
4. Les ligaments	18
5. Les bourses synoviales péri-articulaires	20
6. La coiffe des rotateurs	23
7. Autres muscles de l'épaule	25
8. L'intervalle des rotateurs	25
II. L'articulation acromio-claviculaire	26
III. L'articulation sterno-claviculaire	27
IV. L'articulation scapulo-thoracique	27
V. L'espace sous acromio-deloïdien	27
VI. Les éléments vasculo-nerveux	28
1. Les éléments vasculaires	28
2. Les éléments nerveux	29
RAPPEL PHYSIOLOGIQUE ET PHYSIOPATHOLOGIQUE	31
I. La stabilité passive et active de l'épaule	31
1. La stabilité passive de l'épaule	31
2. La stabilité active de l'épaule	31
II. La physiopathologie	32
1. La physiopathologie des lésions tendineuses	32
III. RAPPEL DES MANIFESTATIONS CLINIQUES	35
1. L'interrogatoire	35
2. L'examen clinique	35
3. Le bilan général	41
4. Score fonctionnel	41
PLACE DE LA RADIOGRAPHIE STANDARD DANS L'IMAGERIE DE L'EPAULE	43
1. La radiographie de face en double obliquité	43

2. La radiographie de face stricte en décubitus avec rayons droits	45
3. Le profil sous acromial	46
4. Les autres incidences complémentaires.....	47
L'ECHOANATOMIE NORMALE DE L'ÉPAULE.....	49
1. Généralités	49
2. Technique d'examen.....	51
3. Régions explorées	52
4. Les résultats.....	55
SEMILOGIE ECHOGRAPHIQUE DES LÉSIONS DÉGÉNÉRATIVES DE LA COIFFE DES ROTATEURS.....	75
1. L'épanchement intra-articulaire	75
2. La bursite sous acromio-deltôïdienne	76
3. L'enthésopathie.....	77
4. Les tendinopathies.....	80
5. Les ruptures tendineuses.....	82
6. La pathologie de la longue portion du biceps	93
7. L'amyotrophie	95
8. La dégénérescence graisseuse musculaire	95
9. Les anomalies des contours osseux	96
10. Le labrum et les kystes para-articulaires.....	97
11. Les conflits.....	97
12. La capsulite rétractile	101
13. La neuropathie de l'épaule.....	102
L'ÉCHOGRAPHIE INTERVENTIONNELLE.....	104
I. Introduction	104
1. Avantages	104
2. Déroulement du geste	105
3. Critères de réussite	108
II. Différents gestes réalisés.....	109
1. Infiltration de dérivés cortisoniques de la bourse sous-acromio-deltôïdienne	109
2. Ponction-lavage-aspiration.....	110
3. Infiltration de l'articulation acromio-claviculaire.....	111
4. Infiltration de l'articulation gléno-humérale:.....	112
CONCLUSION.....	113
RÉSUMÉS.....	115
BIBLIOGRAPHIE.....	119



INTRODUCTION

La pathologie dégénérative de la coiffe des rotateurs est très fréquente, elle regroupe les lésions tendineuses, ligamentaires, bursales, osseuses et cartilagineuses. Un diagnostic lésionnel mal établi peut conduire à des traitements mal codifiés et par conséquent engendrer des séquelles importantes.

L'échographie constitue, en complémentarité avec les radiographies standards, le gold standard du bilan lésionnel d'une épaule dégénérative ; permettant la distinction des étiologies variées regroupées autrefois sous le terme général de « périarthrite scapulo-humérale ».

Ses intérêts sont nombreux :

- Accessibilité et faible coût.
- Etude comparative et dynamique.
- Bilan exhaustif.
- Interventionnel.

L'objectif du CD-ROM est de fournir un outil pédagogique pratique de la réalisation de l'échographie de l'épaule. Et ce, en mettant à la disposition des médecins radiologues en formation, traumatologues, rhumatologues, médecins de sport et médecins rééducateurs une aide à la compréhension et à l'interprétation sémiologique des différentes lésions.

Le CD-ROM contient les modules théoriques suivants :

- Un rappel anatomique, physiologique et physiopathologique.
- Un rappel des différentes manifestations cliniques.
- La radiographie standard de l'épaule.
- Les avantages, limites et artefacts de l'échographie de l'épaule.
- L'écho-anatomie normale de l'épaule.
- Un chapitre détaillé des lésions dégénératives de l'épaule notamment : les bursites, les enthésopathies, les tendinopathies calcifiantes et non calcifiantes, les ruptures partielles et complètes, les conflits, les lésions osseuses et nerveuses.

- Un chapitre sur l'échographie interventionnelle.

Le tout étant illustré en une iconographie riche faite de plus de 114 images d'échographie normale et pathologique de l'épaule, 109 images colligées en deux ans au service de radiologie, ce qui représente 95,6 % du total des images et uniquement 5 images empruntés à la littérature (4,3 %). 14 schémas illustratifs figurent également dans le CD-ROM.

Des liens hypertextes sont disponibles sur les pages présentées afin de naviguer selon les critères de recherche souhaités.

MATÉRIELS

&

MÉTHODES

I. OBJECTIF DU TRAVAIL:

L'objectif de ce travail est de fournir un outil pédagogique pratique aux médecins radiologues, radiologues en formation, traumatologues, rhumatologues, médecins rééducateurs et médecins du sport. Permettant à la fois l'apprentissage de l'écho-anatomie normale de l'épaule, le démembrement échographique de l'ensemble des pathologies dégénératives ainsi que les modalités thérapeutiques écho-guidées et leurs indications.

II. MÉTHODE DE TRAVAIL:

Le travail comporte deux volets : médical et informatique.

– **Le volet médical** comporte :

- La collecte et l'étude des articles bibliographiques sources.
- L'établissement d'un plan de la question.
- La rédaction des articles constituant de chaque partie.
- La collecte d'iconographies des différentes rubriques à partir de la base de données du service de radiologie du CHU Mohamed VI sur une durée de deux ans.
- Les échographies ont été réalisées avec deux machines : Ultrasonix et Général Electric, avec une sonde linéaire dont la fréquence est de 7,5 MHz.
- Exploration bilatérale, comparative, statique et dynamique.
- Deux plans de coupe sur chaque structure anatomique.
- Tous les patients ont bénéficié de la radiographie standard avant tout bilan.
- Le triage de l'iconographie représentative des thèmes traités.
- L'étude et légende des images et leur référencement aux différentes parties du texte.

- **Le volet informatique** comporte :
 - La modélisation et le développement de l'application informatique.
 - Le codage des données médicales et leur intégration dans l'application.
 - Le traitement des images et photos et leur indexation.
 - La mise en disponibilité sous forme de CD-ROM.
 - Les outils de développement informatique choisis sont :
 - o HTML.
 - o CSS.
 - o Javascript.
 - o Dreamweaver.
 - o Flash.

Le **HTML (HyperText Markup Language)**, est le format de données conçu pour représenter les pages web. C'est un langage de balisage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie, et des programmes informatiques. Il permet de créer des documents interopérables avec des équipements très variés de manière conforme aux exigences de l'accessibilité du web.

Le **CSS (Cascading Style Sheets : feuilles de style en cascade)** est un langage informatique qui sert à décrire la présentation des documents HTML et XML.

Le **JavaScript** est un langage de script incorporé dans un document HTML.

Historiquement il s'agit même du premier langage de script pour le Web. Ce langage est un langage de programmation qui permet d'apporter des améliorations au langage HTML en permettant d'exécuter des commandes du côté client, c'est-à-dire au niveau du navigateur et non du serveur web.

Dreamweaver est un éditeur de site web WYSIWYG, Dreamweaver fut l'un des premiers éditeurs HTML de type « tel affichage, tel résultat », mais également l'un des premiers à intégrer un gestionnaire de site (Cyber Studio GoLive étant le premier).

Adobe Flash ou **Flash** (anciennement **Macromedia Flash**) est une suite de logiciels permettant la manipulation de graphiques vectoriels, de bitmaps et de scripts Action Script, qui sont utilisés pour les applications web, les jeux et les vidéos.

Les fichiers Flash, généralement appelés « animation Flash », comportent l'extension .SWF. Ils peuvent être inclus dans une page web et lus par le plugin Flash du navigateur, ou bien interprétés indépendamment dans le lecteur Flash Player.

L'équipement requis par l'utilisateur final se compose des éléments suivants :

- Une unité centrale dotée de processeur de type Pentium R fonctionnant sous Microsoft Windows R 95 ou version ultérieure.
- Un minimum de 32 Mo de mémoire vive.
- Un lecteur de CD-Rom.
- Un écran vidéo couleur de 14 pouces au minimum.
- Une carte vidéo capable d'un affichage minimum de 65.000 couleurs avec une résolution minimale de 640 par 480 points.
- Une paire de hauts parleurs.
- Une carte son.
- Un navigateur Web de préférence de type Mozilla firefox ou Google Chrome.



RÉSULTATS

I. Le CD ROM :

Le CD-Rom réalisé a un volume total de 32Mo.

II. le contenu du CD-ROM :

1. Les modules théoriques :

Le CD-ROM contient plusieurs modules :

- Un rappel anatomique, physiologique et physiopathologique de l'épaule.
- Un rappel des différentes manifestations cliniques des lésions dégénératives de la coiffe des rotateurs.
- Les anomalies radiographiques de l'épaule
- Les avantages, limites et artefacts de l'examen échographique.
- L'échographie normale de l'épaule.
- Les lésions dégénératives de la coiffe des rotateurs en échographie:
 - Les épanchements et les anomalies bursales.
 - Les lésions des tendons de la coiffe des rotateurs.
 - Les lésions de la longue portion du biceps brachii.
 - L'amyotrophie et la dégénérescence graisseuse.
 - Les lésions osseuses.
 - Les lésions du labrum postérieur et les kystes.
 - Les conflits.
 - La capsulite rétractile.
 - Les lésions nerveuses.
- Un volet thérapeutique non chirurgical des pathologies dégénératives de la coiffe, concernant les infiltrations échoguidées.

2. L'iconographie:

Dans ce CD-ROM, 114 images d'échographie de l'épaule normale et pathologique ont été colligées au service de radiologie du CHU Mohamed VI de Marrakech et 5 images échographiques seulement empruntées de la littérature, soit respectivement 95.6% et 4.3%.

Répartition de l'iconographie en fonction de sa source.

Des schémas illustratifs figurent également dans le CD-ROM.

Tableau n° I: Répartition des types d'images figurant sur le CD-ROM.

Types d'images figurant sur le CD	Nombre
Images d'échographie de l'épaule	114
Schémas illustratifs	14

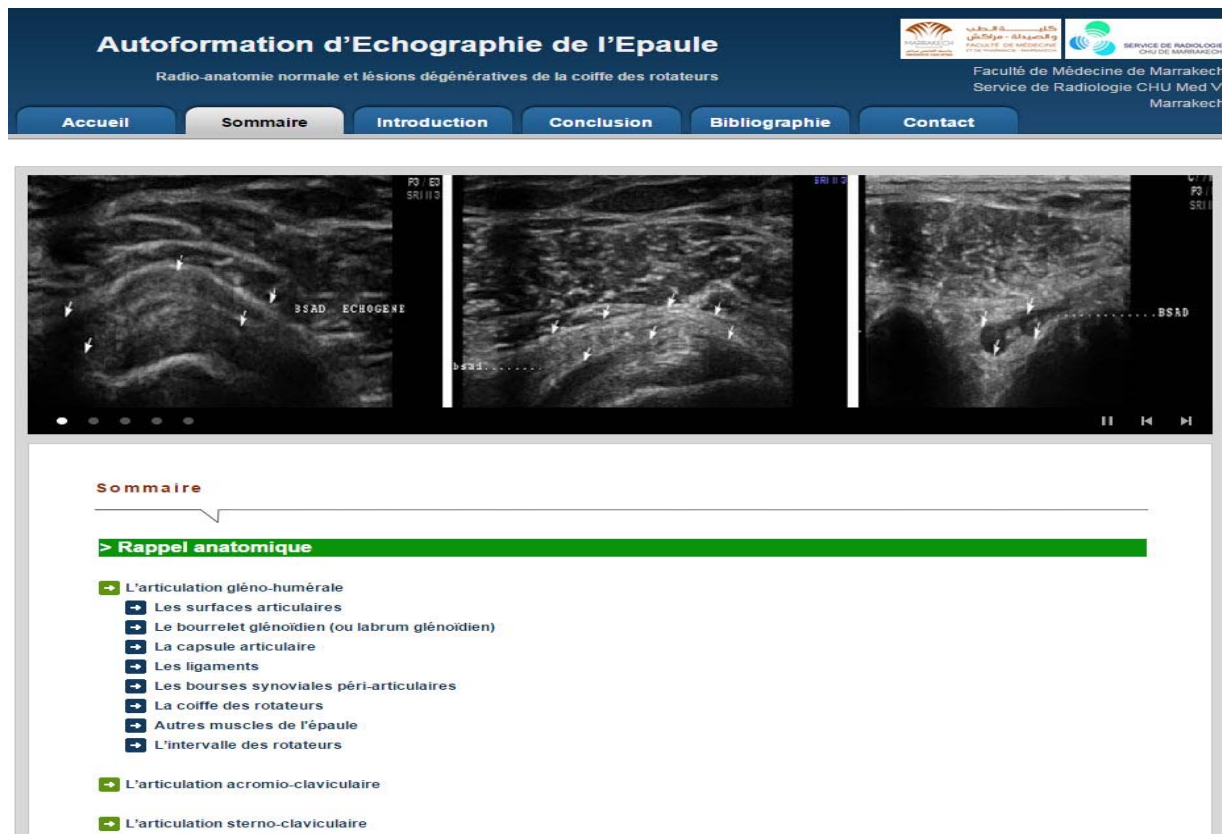
Chaque thème traité est illustré par l'iconographie qui lui correspond, elle est répartie comme mentionné sur le tableau II.

Tableau n°II: Répartition des images figurant dans le CD-ROM en fonction des thèmes traités.

THÈMES	Nombres
Rappel anatomique	14
Technique d'examen	22
Aspect normal sur l'échographie de l'épaule	48
Images pièges	1
Epanchements, bursites et capsulite rétractile	8
L'enthésopathie	8
Les tendinopathies	7
Les ruptures tendineuses	21
La pathologie de la longue portion du biceps brachii	2
Lésions osseuses et cartilagineuses	3
Interventions échoguidées	7
Total	141

3. Guide d'utilisation du CD-ROM :





Sur la barre du menu horizontale en jaune il existe 6 rubriques, dont tout d'abord l'accueil où on retrouve le sujet de thèse, la section du sommaire, la section de l'introduction et de la conclusion, la section bibliographie et enfin le volet contact.

La section du sommaire permet d'accéder aux titres et leurs sous-titres qui renvoient vers le texte concerné.



Autoformation d'Echographie de l'Epaule
Radio-anatomie normale et lésions dégénératives de la coiffe des rotateurs

Faculté de Médecine de Marrakech
Service de Radiologie CHU Med VI
Marrakech

Accueil Sommaire Introduction Conclusion Bibliographie Contact

Introduction

La pathologie dégénérative de la coiffe des rotateurs est très fréquente, elle regroupe les lésions tendineuses, ligamentaires, bursales, osseuses et cartilagineuses. Un diagnostic lésionnel mal établi peut conduire à des traitements mal codifiés et par conséquent engendrer des séquelles importantes.

L'échographie constitue, en complémentarité avec les radiographies standards, le gold standard du bilan lésionnel d'une épaule dégénérative ; permettant la distinction des étiologies variées regroupées autrefois sous le terme général de « périarthrite scapulo-humérale ».

Ses intérêts sont nombreux :

- Accessibilité et faible coût.
- Etude comparative et dynamique.
- Bilan exhaustif.
- Interventionnel.

L'objectif du CD-ROM est de fournir un outil pédagogique pratique de la réalisation de l'échographie de l'épaule. Et ce, en mettant à la disposition des médecins radiologues en formation, traumatologues, rhumatologues, médecins de sport et médecins rééducateurs une aide à la compréhension et à l'interprétation sémiologique des différentes lésions.

L'iconographie y est annexée sous forme de liens figurant au sein même du texte et ouvrant au clic une fenêtre affichant l'image et sa légende.



DISCUSSION

RAPPEL ANATOMIQUE

L'épaule est un complexe articulaire formé de cinq articulations, qui sont :

- L'articulation scapulo-humérale qui est une articulation vraie, jouant le rôle principal.
- L'articulation acromio-claviculaire et l'articulation sterno-claviculaire.
- Les deux espaces de glissement jouant le rôle «d'articulations fonctionnelles», à savoir l'espace scapulo-thoracique et l'espace de glissement sous-deltoidien.

I. L'articulation gléno-humérale :[1]

C'est une énarthrose très mobile, mais assez fragile, comme en témoigne la fréquence des luxations (figure 1).

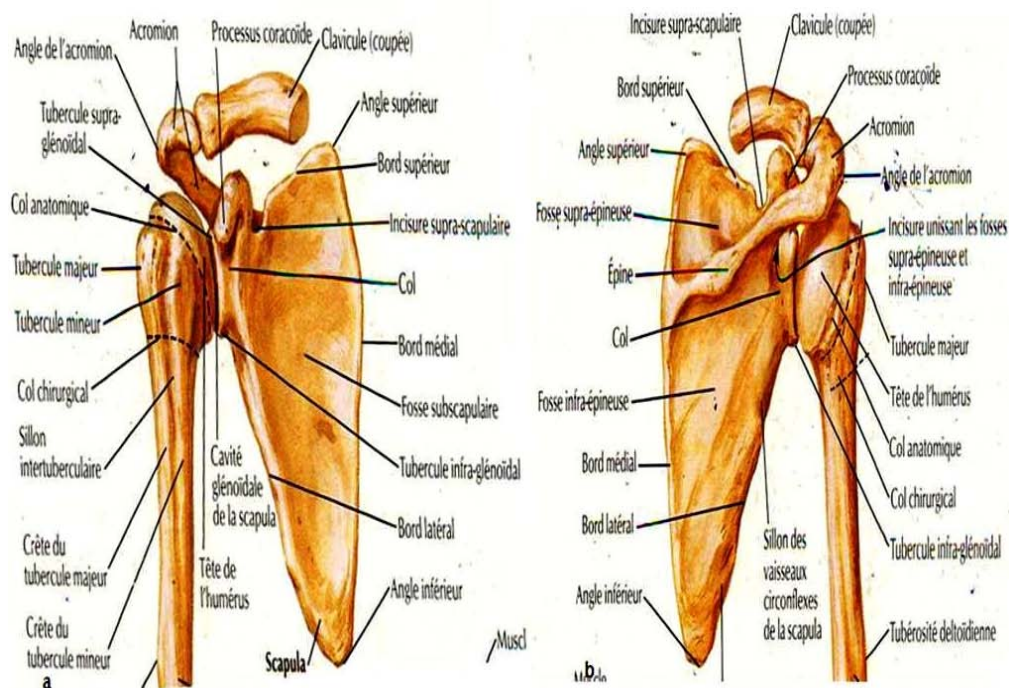


Figure 1 : Vue antérieure (a) et postérieure de l'épaule (b) [5].

1. Les surfaces articulaires :(figure 1,2)

1-1 La tête humérale :

- Elle est sous forme d'un tiers de sphère de 30mm de rayon, encroûtée de cartilage hyalin.
- Elle regarde en haut en dedans et en arrière.
- Elle a un axe qui forme avec celui du corps, un angle de 130°, appelé angle d'inclinaison du col.
- Elle est surmontée de deux tubercules, trochin et trochiter.
- Ces deux tubercules sont séparés par le sillon inter-tuberculaire.

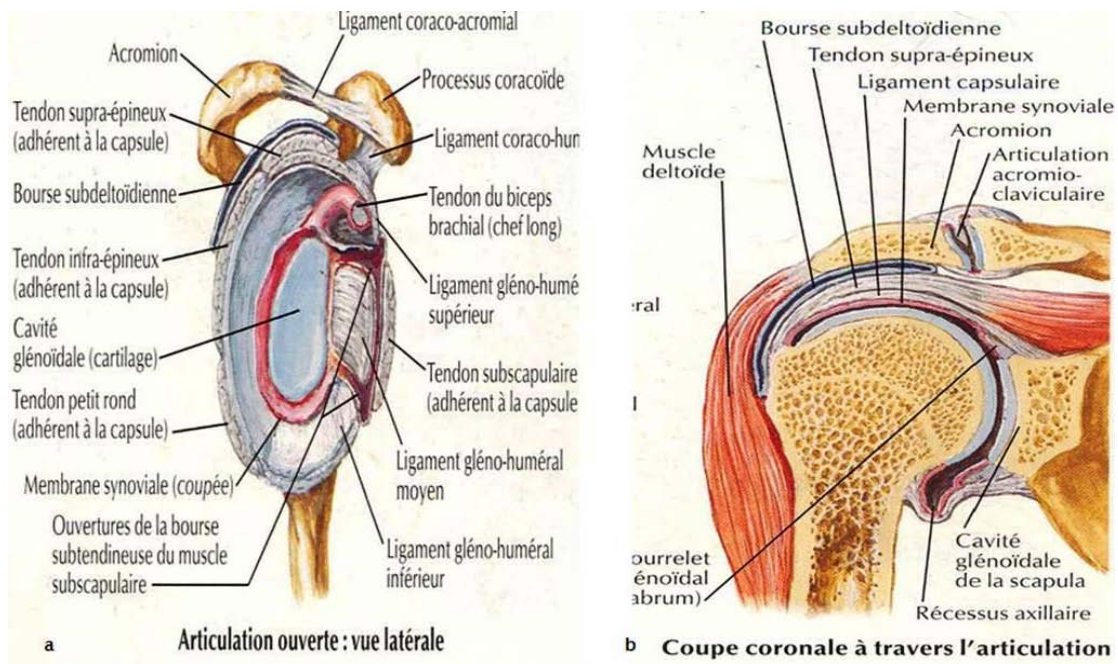


Figure 2 : Vue latérale (a) et coronale (b) de l'articulation gléno-humérale [5].

1-2 La cavité glénoïde de la scapula :

- Elle se situe à l'angle supéro-latéral de la scapula.
- Elle est piriforme, quasi plane, à grand axe verticale, plus large à sa partie caudale.

- Elle regarde en haut, en dehors et en avant (30°).
- Elle présente en son centre le tubercule glénoïdal.
- Au dessus de cette cavité se situe le tubercule supra-glénoïdal et au dessous, le tubercule infra-glénoïdal.

2. Le bourrelet glénoïdien (ou labrum glénoïdien):

- Il est un anneau fibrocartilagineux de section triangulaire appliqué sur le pourtour de la cavité glénoïde et agrandissant cette dernière.
- Il existe un point de faiblesse en avant appelé déhiscence antérieure.
- Il présente trois faces :
 - Un versant articulaire encroûté de cartilage.
 - Un versant glénoïdien, adhérent au cartilage de la glène.
 - Un versant périphérique, adhérent au périoste glénoïdien et à la capsule articulaire.

3. La capsule articulaire :

- Elle est sous forme d'un mince manchon fibreux joignant la glène de la scapula au col anatomique de la tête humérale.
- Elle s'insère sur la scapula autour de la cavité glénoïdale et sur la face périphérique du bourrelet glénoïdal.
- Elle remonte, en haut, jusqu'au processus coracoïde englobant le tendon du chef long du biceps brachial qui est alors intra-articulaire.
- Elle se confond en bas avec le tendon du long chef du triceps brachii, mais le laissant extra-articulaire.
- Elle s'insère aussi bien sur l'humérus, en avant, sur la lèvre latérale du col anatomique et en bas plus loin vers le col chirurgical.

4. Les ligaments : (figure 3)

4-1 Le ligament coraco-huméral :

- Il est épais et rectangulaire.
- Il est placé au dessus de la tête humérale et assurant une véritable suspension de cette dernière : c'est le plus résistant des ligaments de l'épaule.
- Il est composé de deux faisceaux :
 - Supérieur : qui part du processus coracoïde et finit sur le trochiter.
 - Inférieur : qui part du processus coracoïde et finit sur le trochin.
- Ces deux faisceaux sont réunis par le ligament huméral transverse et c'est entre lesquels passe le tendon du long biceps au moment où il quitte la cavité articulaire.

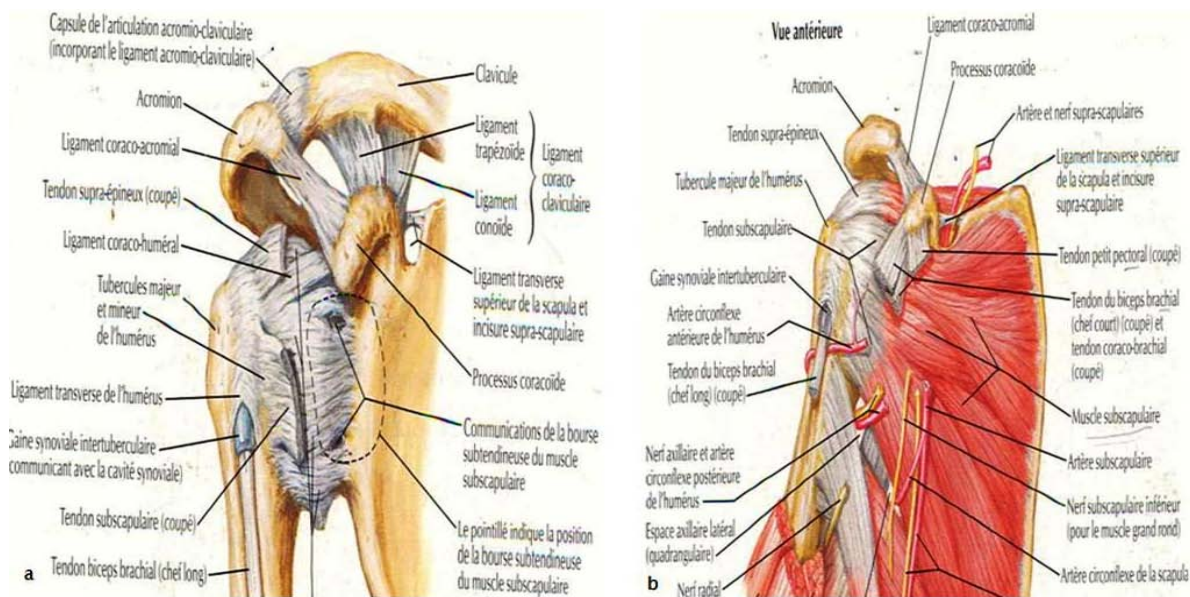


Figure 3 : Vues antérieure (a) et postérieure (b) de l'épaule montrant les structures tendineuses et capsulo-ligamentaires de l'épaule [5].

4-2 Les ligaments gléno-huméraux:

- Ils sont moins bien individualisés que le ligament coraco-huméral.
- Ils se présentent comme de simples renforcements antérieurs de la capsule.
- Ils sont au nombre de trois : supérieur, moyen et inférieur.
- Ils présentent une grande variabilité de forme, de taille, d'épaisseur et de site d'insertion.

a. Le ligament gléno-huméral supérieur :

- Il est normalement fin mais peut être épais en forme de corde, voire même absent.
- Il a une insertion proximale, qui peut être distincte au niveau du labrum glénoïdal antéro-supérieur, comme elle peut être commune avec le tendon du chef long du muscle biceps brachii ou avec le ligament gléno-huméral moyen.
- Il a une insertion distale, qui se fait au niveau du pôle supérieur du trochin.

b. Le ligament gléno-huméral moyen :

- Il est fin, parfois en forme de corde, ou dédoublé à son insertion proximale, ou même absent.
- Il a une insertion proximale qui peut être distincte au niveau du labrum glénoïdal antéro-supérieur, comme elle peut être commune avec le ligament gléno-huméral supérieur ou inférieur.
- Il chemine à la face profonde du tendon subscapularis.
- Il a une insertion distale qui se fait au niveau du trochin.

c. Le ligament gléno-huméral inférieur :

- Il est le ligament le plus résistant des trois.
- Il joue comme rôle, le renforcement de la partie antéro-inférieure de la capsule.

- Il a une insertion proximale qui se fait par deux faisceaux :
 - Le premier antérieur, le plus épais ; part du labrum glénoïdal antéro-supérieur.
 - Le second postérieur, s'insère au niveau du labrum glénoïdal postéro-inférieur.
- Il a une insertion distale qui se fait au niveau du col chirurgical de l'humérus.

La position de ces trois ligaments définit deux points de faiblesse :

- Le foramen ovale (foramen de Weitbrecht), entre les ligaments supérieur et moyen : c'est un triangle à base latérale.
- L'orifice sous-coracoïdien (foramen de Rouvière), entre les ligaments moyen et inférieur : c'est un triangle à base médiale.

4-3 Le ligament acromio-coracoïdien :

- Il relie l'acromion qui est la partie haute de l'omoplate, avec la coracoïde qui est un crochet osseux en avant de l'omoplate.
- Il forme avec l'acromion une voute au dessus de l'articulation gléno-humérale.

5. Les bourses synoviales péri-articulaires : (figure 4)

Ce sont des cavités fermées, constituées de tissu conjonctif et contenant du liquide synovial lubrifiant et facilitant le glissement des muscles et des tendons.

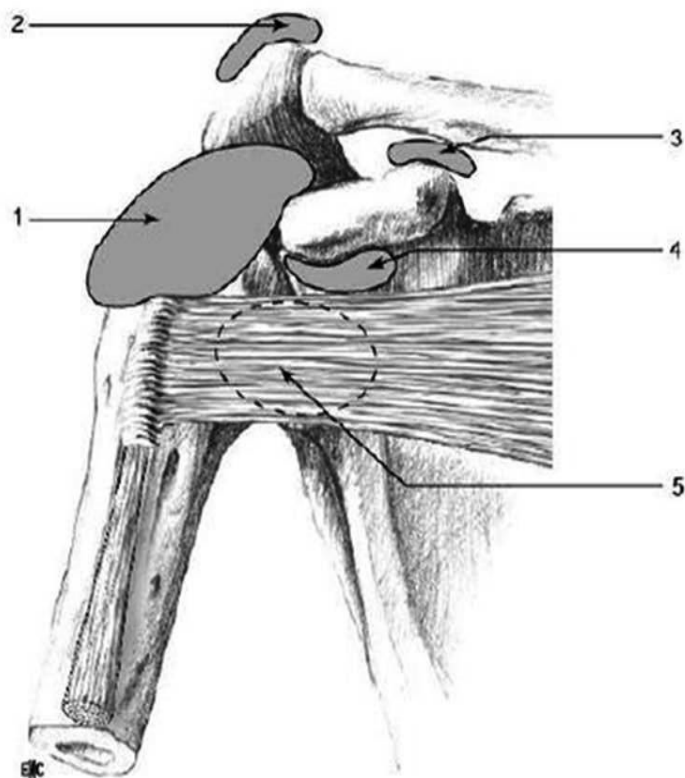


Figure 4: Bourses séreuses de l'épaule. 1. Bourse sous-acromio-deltoïdienne; 2. Bourse sus acromiale; 3. Bourse coracoclaviculaire; 4. Bourse sous coracoïdienne; 5. Bourse sous-scapulaire.

On en site :

5-1 La bourse séreuse sous-acromio-deltoïdienne:

- Est la plus volumineuse bourse de l'épaule.
- Interposée entre l'acromion et la coiffe et permettant le glissement harmonieux entre ces deux surfaces.
- Constituée par les bourses sous-acromiale et sous-deltoïdienne qui communiquent entre elles dans 95 % des cas.
- S'étend :
 - en dehors et en bas, jusqu'à hauteur de la face externe de la métaphyse humérale.
 - en dedans souvent jusque sous l'articulation acromio-claviculaire et juste en dehors du processus coracoïde.

- en avant, elle tapisse la face profonde du deltoïde et couvre le segment intertuberculaire du tendon long biceps ainsi que le subscapularis.
- en arrière, elle recouvre la moitié supérieure du muscle infraspinatus.

Toute affection de la coiffe commencera par une défaillance des capacités fonctionnelles de cette bourse.

5-2 La bourse subscapulaire :

- Située entre le tendon du subscapularis et l'articulation glénohumérale.
- Communique dans 90 % des cas avec la cavité articulaire, le plus souvent par le foramen de Weitbrecht.
- Délimitée par le LGHM et le LGHS.

5-3 La bourse coraco-brachiale :

- Elle est située entre le muscle subscapularis, le muscle coraco-brachialis et la pointe du processus coracoïdien.

5-4 La bourse sous- coracoïdienne:

- Comprise entre la base de la coracoïde, le tendon conjoint de la courte portion du biceps et du coracobrachialis et le bord supérieur du subscapularis.
- Représente un plan de glissement important du tendon du muscle supraspinatus lors du mouvement d'adduction du bras.
- Communique parfois avec la synoviale de l'articulation scapulo-humérale.

5-5 La bourse coraco-claviculaire :

- Située entre la clavicule en haut et le sommet du processus coracoïde en bas.
- Logée entre les ligaments trapézoïde et conoïde.

6. La coiffe des rotateurs :[2] (figure 3,5)

Elle est un manchon tendineux formé par :

- La convergence de quatre muscles, qui prennent origine sur la scapula et viennent se terminer sur le massif des tubercules de la tête humérale.
- Le tendon du chef long du biceps qui passe par le hiatus existant entre le subscapularis et le supraspinatus.

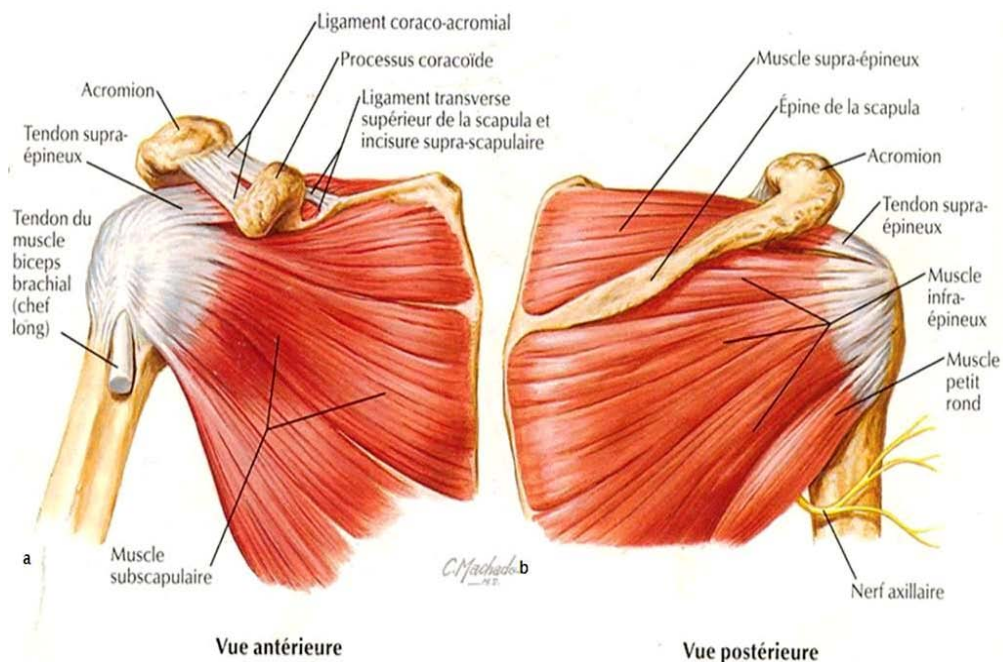


Figure 5 : Vue antérieure (a) et postérieure (b) des muscles de l'épaule [5].

6-1 Le muscle supraspinatus :

- Il provient de la fosse supra-épineuse de l'omoplate.
- Il est recouvert à sa superficie par le trapèze, se dirige vers l'extérieur.
- Il passe sous l'acromion et s'insère sur la face supérieure de la grande tubérosité humérale, à partir du col anatomique de l'humérus.
- Il stabilise l'articulation de l'épaule, en maintenant la tête humérale contre la glène pendant l'abduction.

6-2 Le muscle infraspinatus :

- Il provient de la fosse infra-épineuse de l'omoplate.
- Il est constitué de plusieurs chefs qui se terminent en un seul tendon, dont les fibres terminales s'entrelacent avec celles de la partie la plus postérieure du supraspinatus.
- Il s'insère sur la face postéro-supérieure de le trochiter.
- Il a une action synergique du supraspinatus.
- Il participe à la rotation externe du bras.

6-3 Le muscle teres minor :

- Il naît à partir du bord axillaire de l'omoplate.
- Il suit les fibres les plus inférieures de l'infraspinatus.
- Il s'insère sur la face postéro-inférieure du trochiter.
- Il est synergique de l'infraspinatus.
- Il participe à la rotation externe du bras.

6-4 Le muscle subscapularis :

- Il provient de la partie antérieure de l'omoplate.
- Il passe sous l'apophyse coracoïde, en profondeur par rapport au muscle coraco-brachial et au chef court du biceps.
- Il s'insère sur le trochin.
- Il permet l'adduction et la rotation interne du bras.

6-5 Le tendon du long biceps :

- Il s'insère sur le rebord glénoïdien supérieur (tubercule supra-glénoïdal) et sur la face périphérique du bourrelet supérieur.
- Il perce rapidement la capsule, devenant intra-capsulaire, tout en restant extra-synovial.

- Il s'engage dans le sillon inter-tuberculaire, redevenant extra-capsulaire.
- Il fusionne plus bas avec la courte portion du biceps, à hauteur du « V » deltoïdien.
- Il permet la flexion de l'avant bras sur le bras et stabilise la tête humérale lors de la rotation externe

7. Autres muscles de l'épaule :

7-1 La région latérale :

Le muscle deltoïde : c'est le plus superficiel des muscles de l'épaule, qui vient recouvrir les tendons de la coiffe, dont il est séparé par une bourse séreuse.

7-2 La région postérieure :

Le teres major :

- Il s'insère en dessous et en dehors du muscle petit rond.
- Il rejoint la face postérieure du tendon du muscle grand dorsal pour se terminer sur la lèvre médiale du sillon inter-tuberculaire en arrière du grand dorsal.
- Il est essentiellement rotateur médial du bras, mais aussi extenseur.
- Il est innervé par le nerf subscapularis.

8. L'intervalle des rotateurs : (figure 6)

C'est un espace triangulaire délimité par :

- La partie antérieure du tendon du muscle supraspinatus.
- La partie supérieure du tendon du muscle subscapularis.
- La base qui correspond au processus coracoïde et sa pointe au sillon inter-tuberculaire.

Il comprend :

- Le tendon du chef long biceps brachii.
- Le ligament glénohuméral supérieur.
- Le ligament coraco-huméral.

Ils font à ce niveau une poulie autour du tendon du long biceps et présentant ainsi des rapports très étroits.

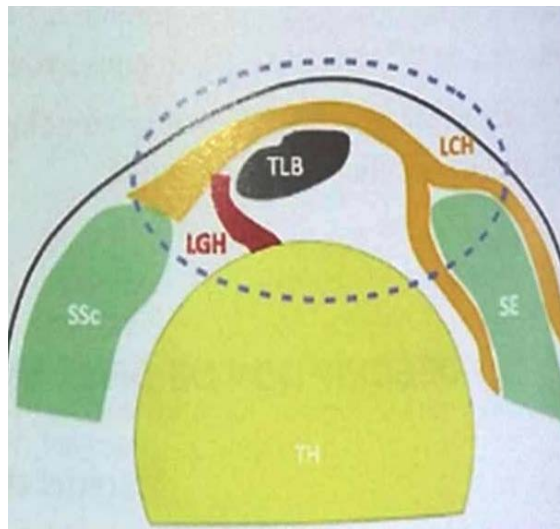


Figure 6 : Schéma illustratif de l'intervalle des rotateurs, plan sagittal oblique [6]:
SE: Tendon supraspinatus, SSc: Tendon subscapularis, TLB: Tendon du long biceps,
LCH: Ligament coraco-huméral, LGH: Ligament gléno-huméral supérieur, Tête humérale.

II. L'articulation acromio-claviculaire:(figure 1,2)

- Elle est formée par l'extrémité distale de la clavicule et l'acromion, ce dernier peut avoir trois formes : plat, courbe et crochu. Entre les deux surfaces s'interpose un disque articulaire ou un ménisque fibro-cartilagineux dans environ 30 % des cas.
- Elle transmet les mouvements de la sterno-claviculaire à la scapula en les amplifiant par le biais de la clavicule qui constitue un bras de levier.

- Elle possède une capsule articulaire périphérique qui est renforcée par les ligaments acromio-claviculaires et surtout les ligaments coraco-claviculaires.

III. L'articulation sterno-claviculaire :

Articulation qui unit la 1ère côte, l'extrémité sternale de la clavicule, et le manubrium sternal.

L'existence d'un ménisque intra-articulaire transforme cette articulation peu mobile en une véritable énarthrose, permettant des mouvements de circumduction.

IV. L'articulation scapulo-thoracique :

- Elle est formée par le glissement de la face antérieure de la scapula sur la partie postéro-externe et supérieure de la cage thoracique.
- Les muscles grand dentelé, rhomboïde, sterno-cléido-mastoïdien et trapèze déterminent le positionnement de la scapula par rapport à la cage thoracique.
- Il existe deux espaces cellulaires disposés de part et d'autre du muscle grand dentelé :
 - La syssarcose serrato-scapulaire, qui est ouverte en avant vers le creux axillaire.
 - La syssarcose serrato-thoracique, qui est ouverte en dorsal.

V. L'espace sous acromio-delhoïdien :

Il contient la bourse sous acromio-delhoïdienne qui permet au muscle supraspinatus, au muscle infraspinatus et au trochiter de glisser sous le muscle deltoïde et sous la voûte acromio-coracoïdienne lors de l'abduction du membre supérieur.

VI. Les éléments vasculo-nerveux:[3]

1. Les éléments vasculaires:(figure 7)

1.1 Artérielle :

Elle provient majoritairement de l'artère circonflexe antérieure (artère axillaire) :

- L'artère axillaire :
 - longe le bord inférieur du muscle sous-scapulaire.
 - donne au niveau du bord externe de la gouttière bicipitale une branche antéro-latérale ascendante. Cette dernière pénètre dans la tête humérale au niveau de la plaque épiphysaire.
- L'artère circonflexe postérieure participe également à la vascularisation de la tête humérale.

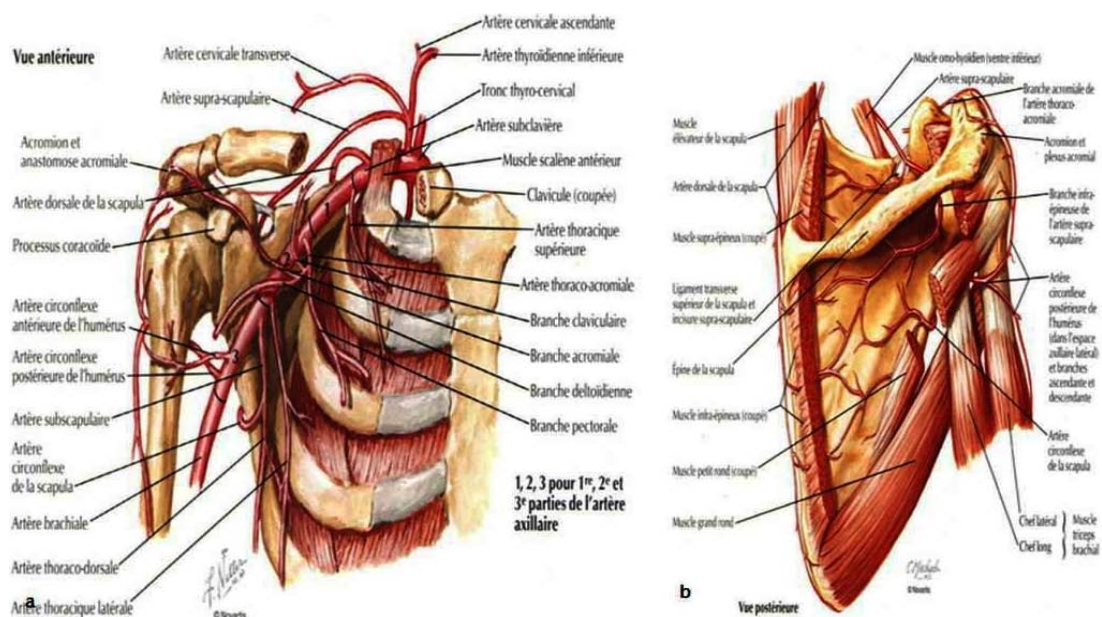


Figure 7 : Vue antérieure et postérieure des artères de l'épaule [5].

2.1 Veineuse :

Le retour veineux est assuré par les veines axillaires.

2. Les éléments nerveux: (figure 8)

Tous les muscles de la coiffe des rotateurs sont innervés par les branches collatérales directes du plexus brachial.[4]

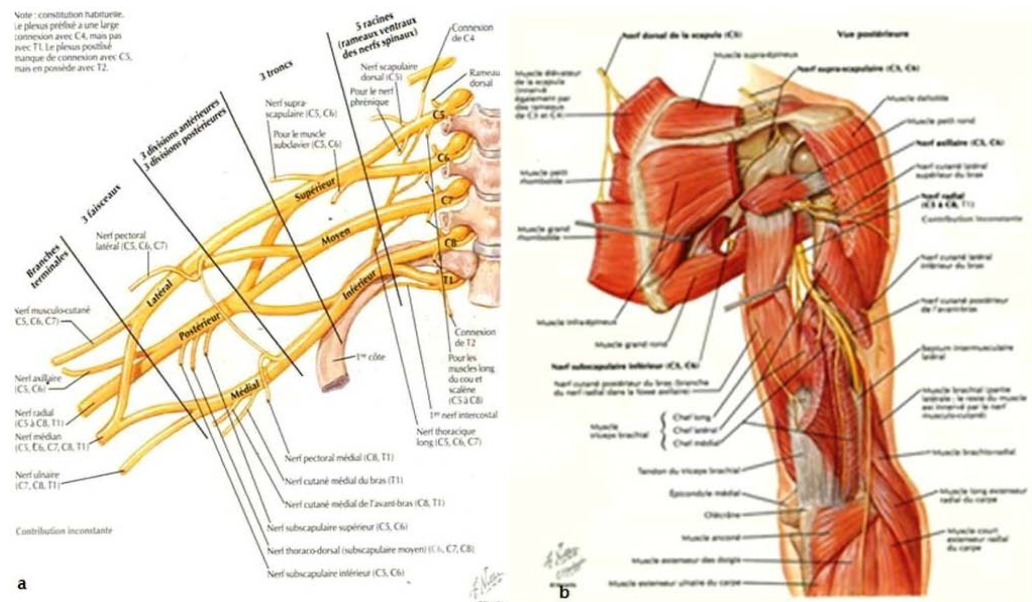


Figure 8: Le plexus brachial (a) et les nerfs du membre supérieur (b) [5].

2.1 Le nerf supra-scapulaire:

- Il est un nerf sensitivo-moteur, donnant deux branches motrices pour les muscles supra et infra-spinatus et une branche sensitive qui court sous l'épine de la scapula pour rejoindre la capsule articulaire.
- Il est issu des racines C5 et C6, parfois de fibres émanant de C4.
- Il est une branche du tronc secondaire antéro-latéral du plexus brachial.
- Il gagne l'échancrure coracoïdienne en arrière du processus coracoïde.
- Il chemine avec l'artère supra-scapulaire sous le tendon du supraspinatus à 15 ou 20 mm en dedans du bord supérieur de la glène.
- Il passe à la face postérieure de la glène, toujours au contact du col chirurgical de la scapula et au contact du pied de l'acromion.

2.2 Le nerf axillaire :

- Il est un nerf sensitivo-moteur.
- Il est issu des racines C5-C6.
- Il innerve les muscles deltoïde, petit rond et subscapularis.
- Il donne la sensibilité du moignon de l'épaule.
- Il naît du tronc secondaire postérieur du plexus brachial dans la région axillaire en même temps que le nerf radial.
- Il se dirige en arrière de l'humérus parcourant la surface du muscle subscapularis.
- Il traverse l'espace quadrilatère puis longe le col chirurgical de l'humérus.
- Il chemine ensuite sous le muscle deltoïde.

RAPPEL PHYSIOLOGIQUE ET PHYSIOPATHOLOGIQUE

I. La stabilité passive et active de l'épaule:^[7]

1. La stabilité passive de l'épaule:

Les structures capsulo-ligamentaires assurent la cohésion des surfaces articulaires et sont donc les éléments essentiels de la stabilité passive de l'épaule :

- D'une part le vide intra-articulaire, la capsule et l'action du pivot de la tête humérale.
- D'autre part les ligaments gléno-huméraux qui fonctionnent comme de véritables « rênes ».

2. La stabilité active de l'épaule:

La stabilité active nécessite l'action de différents muscles qui vont avoir pour rôle de maintenir d'une part l'amplitude de flexion et d'autre part le degré de rotation.

Ils se groupent suivant les systèmes suivants:

- Le long chef du biceps :
 - Il participe essentiellement à l'abduction et à la flexion.
 - Il empêche la luxation de l'épaule en avant par coaptation et compression de la tête humérale sur la glène.
- La coiffe des rotateurs assure :
 - Le centrage de la tête humérale dans la glène.
 - La motricité et la stabilité de l'articulation gléno-humérale.

- L'équilibre entre les forces de compression (prédominantes entre 60° et 90°) qui stabilisent l'articulation et les forces de cisaillement (prédominantes entre 0° et 60° puis entre 90° et 120°) qui la déstabilisent.
- Le deltoïde permet l'abduction et l'élévation du bras.

II. La physiopathologie:

1. La physiopathologie des lésions tendineuses: [8, 9, 10, 11]

Le tendon est la partie fibreuse qui relie le muscle à l'os.

- Il est souvent contenu dans une gaine dans laquelle il glisse.
- Il est composé d'un ensemble de faisceaux tendineux, eux-mêmes constitués de fibres tendineuses faites de collagène type I résistant à la traction.
- Il existe entre ces fibres des ténocytes épars et peu nombreux dans un tissu conjonctif lâche composé essentiellement de collagène type III.

1.1 Le mécanisme lésionnel:

En réalité 4 causes doivent être évoquées et qui interviennent à des degrés variables, à savoir:

- Une cause vasculaire : la portion terminale du supraspinatus est une zone mal vascularisée et donc particulièrement fragile.
- Une cause dégénérative : le vieillissement normal des tendons de cette articulation particulièrement sollicitée.
- Une cause traumatique : qu'il s'agisse d'un traumatisme vrai responsable d'une rupture (cas le plus rare) ou qu'il s'agisse d'une surcharge tendineuse par hyperutilisation de l'épaule chez le sportif par exemple ou chez certains travailleurs manuels.

- Une cause mécanique et anatomique : le conflit avec la voûte ostéo-ligamentaire acromio-coracoïdienne et qui semble être corrélé avec la forme de l'acromion.

1.2 Les résultats :

- Les ténocytes subissent une métaplasie en cellules rondes de type chondrocytes surtout au niveau de la face profonde du tendon.
- Les fibres tendineuses perdent leur ondulation et l'ensemble du tendon devient plus homogène et hyalinisé.
- Les calcifications constituées d'apatite carbonatée apparaissent avec un cycle évolutif en quatre phases : [12]
 - La première pré-calcifiante avasculaire : qui serait due à une hypoxie localisée correspondant à la formation de foyers de métaplasie fibro-cartilagineuse dans le tendon.
 - La seconde est calcifiante : les cristaux calciques remplacent progressivement les zones de fibrocartilage.
 - La troisième phase de résorption : débute après une période de stabilisation ou d'inactivité, c'est la plus symptomatique.
 - La dernière phase de cicatrisation avec réparation complète du tendon, qui peut être contemporaine de la précédente.

Tout déséquilibre entre la coiffe des rotateurs et le deltoïde causé par le surmenage fonctionnel, professionnel ou sportif aboutira à un conflit sous acromial et donc à des microtraumatismes répétés de la coiffe.

Il s'agit alors d'une pathologie « régionale » de l'espace sous-acromial, qui peut évoluer en 3 stades de la tendinopathie à la rupture de la coiffe des rotateurs et parfois à une arthropathie complexe et invalidante.

Le stade I :

Correspond à une irritation de la coiffe, responsable d'œdème et de micro-hémorragies au sein de la bourse sous acromio-deltoïdienne.

Le stade II :

Correspond à une installation de la fibrose de la BSAD avec une tendinite de l'infraspinatus. La bourse perd alors ses capacités de glissement et les tendons sont définitivement fragilisés.

Le stade III :

Les lésions tendineuses sont plus sévères, avec le plus souvent une rupture dégénérative du supraspinatus ou du tendon du long biceps.

N.B : Les trois stades se rencontrent théoriquement à des âges différents :

Stade : I vers 20 ans, le stade II vers 30 ans et le stade III vers 40 ans.

On en distingue:

- Les tendinopathies non rompues calcifiantes de la coiffe, qui représentent environ 7 % des épaules douloureuses, touchant souvent le tendon du supraspinatus et qui sont très rares avant 30 ans et exceptionnelles après 70 ans, avec une prédominance féminine et chez les sédentaires.
- Les tendinopathies non rompues non calcifiantes de la coiffe.
- Les ruptures partielles de la coiffe, qui sont deux fois plus fréquentes que les lésions transfixiantes.
- Les ruptures transfixiantes de la coiffe, dont l'incidence augmente régulièrement avec l'âge et concernent préférentiellement le tendon supraspinatus à son insertion.
- L'arthrose secondaire à la rupture de la coiffe des rotateurs ou omarthrose excentrée.

III. RAPPEL DES MANIFESTATIONS CLINIQUES :

1. L'interrogatoire :[13]

Elle doit ressortir l'âge du patient et sa profession. La notion de traumatisme de l'épaule, les antécédents à la même épaule ou à l'autre, le délai de survenue des symptômes (douleur, impotence fonctionnelle, raideur...). Il faut aussi préciser le siège, les irradiations, la rythmicité, les facteurs aggravants, le type et l'efficacité des traitements antérieurement prescrits.

2. L'examen clinique :[14, 15, 16, 17]

2.1 L'inspection:

Elle doit s'effectuer sur un sujet torse nu, assis sur un tabouret, de manière comparative, en se plaçant en avant, à coté et en arrière du patient. Elle doit être rigoureuse, systématique et toujours bilatérale. On recherche :

- Déformation, ecchymose, tuméfaction ou amyotrophie des fosses sus et sous-épineuses...
- Cicatrice chirurgicale, ou points de feu.
- Rythme scapulo-huméral lors de l'élévation du membre supérieur.

2.2 La palpation :

Mettant en évidence des points douloureux au niveau de certaines « zones critiques » : colonne cervicale, défilé inter-scalénique, contracture du muscle trapèze, ou du coracoïde...

Parfois, lors de la mobilisation en élévation et en rotation, on perçoit des crépitations, voire un ressaut quelquefois audible comme un « accrochage » au passage sous la voûte acromio-coracoïdienne.

2.3 L'étude de la mobilité :

- Elle doit être évaluée en actif (sujet assis et debout) et en passif (position allongée).
- Elle mesure essentiellement 3 mouvements : la rotation interne (RI) niveau main sur rachis, l'élévation antérieure et la rotation externe (RE) coude au corps dite rotation externe en position 1 (notée RE1).
- Celle-ci, peut aussi se mesurer en 2 autres positions notées, RE2 (bras à 90° d'abduction) et RE3 (bras à 90° d'élévation antérieure).

a. L'examen de la mobilité passive :

Une diminution des mobilités passives en RE, RI et en flexion signe la présence d'une capsulite rétractile ou «épaule gelée ». Le reste de l'examen clinique est alors irréalisable dans ce cas.

Si la mobilité passive est normale, et la mobilité active en flexion est diminuée, on parlera alors d'épaule pseudo-paralytique. Il s'agit le plus souvent dans ce cas d'un problème de coiffe des rotateurs.

b. Examen de la mobilité active :

a-1 Les manœuvres dynamiques : recherche d'un conflit sous acromial.

- Le test de Neer: (figure 9)

Il consiste en une élévation antérieure passive mains en pronation tout en bloquant la rotation de l'omoplate.

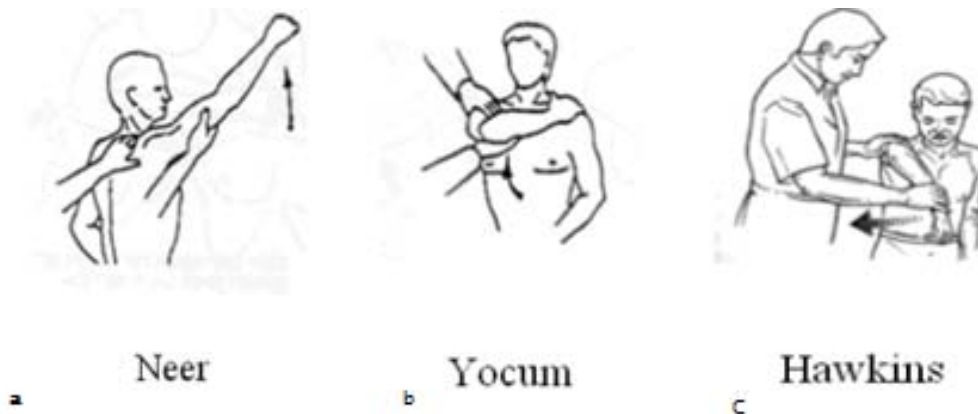


Figure 9: Recherche d'un conflit sous acromial [14] :

a. Test de Neer. b. Signe de Yokum. c. Signe de Hawkins.

Cette manœuvre reproduit le frottement des tendons sous le bord antérieur de l'acromion.

Elle est considérée positive si une douleur survient entre 60° et 120° d'élévation antérieure.

– Le signe de Yocum: (figure 9)

La main du patient est posée sur l'épaule opposée, bras à 90° d'élévation antérieure.

Le patient lève son coude contre une résistance.

Ce signe serait positif en présence de douleur.

– Le signe de Hawkins: (figure 9)

Le bras est mis à 90° d'élévation antérieure, coude fléchi à 90°, mouvement en rotation interne.

On reproduit ainsi le frottement des tendons sous le ligament acromio-coracoïdien.

Test positif s'il déclenche une douleur.

a-2 Étude de la coiffe et de la musculature:

❖ L'infraspinatus:

- La manœuvre de Patte (figure 10) :

Elle permet de tester de manière comparative la force de rotation externe, sur le bras maintenu en antéposition à 90°.

Dans cette position de rotation externe, la résistance que le sujet oppose à l'examineur est grossièrement parallèle à l'état de l'infraspinatus.

On peut également tester le tendon de l'infraspinatus chez le patient assis, coude au corps, avant bras fléchi à 90°.

On demande au patient de faire une rotation externe de l'avant bras et l'examineur s'oppose à ce mouvement en retenant le poignet.

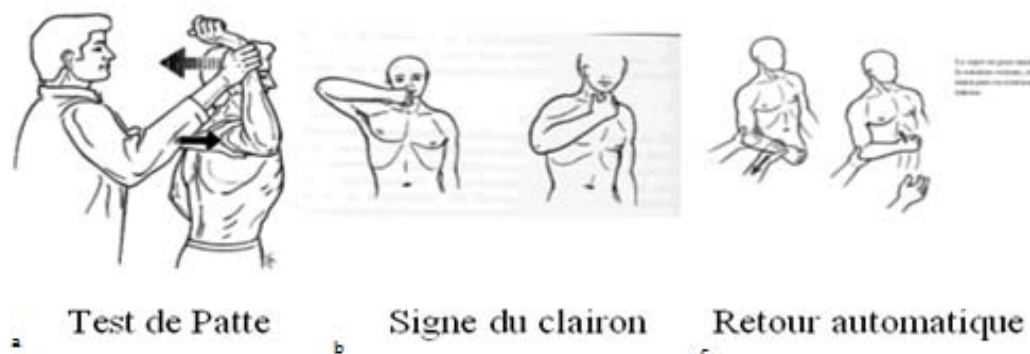


Figure 10: Examen de l'infraspinatus [14] :

- a. Manœuvre de Patte. b. Signe de clairon. c. Retour automatique.

- Le signe de clairon : (figure 10)

En absence de rotateurs externes, pour porter la main à la bouche, le patient devra élever son coude au dessus de l'horizontal.

- Le signe de portillon: (figure 10)

En absence de rotateur externe, le patient ne pourra pas freiner le retour automatique de la main vers l'abdomen.

Partant d'une rotation externe coude au corps, l'examineur lâche la main du patient, et la main de ce dernier vient alors frapper l'abdomen.

❖ Le long biceps:

- La manœuvre de supination contrariée et le palm up test : (figure 11)

Pied face à l'examineur, coude fléchi à 90° de flexion contrariée.

La survenue d'une douleur ou d'une impotence est à priori en rapport avec une atteinte du long biceps. La mise en évidence d'une boule à la partie basse du bras, témoignera de la présence d'une rupture.



Figure 11: Palm up test [14].

❖ Le subscapularis:

- La manœuvre de Gerber: (figure 12)

Le patient passe la main dans le dos au niveau de la ceinture, il doit alors fermer le poing, décoller celui-ci de la ceinture et garder la position.



Figure 12: Signe de Gerber [14].

- ❖ Le supraspinatus:
 - Le signe de JOBE: (figure 13)

Le bras du patient est dans le plan de l'omoplate, 30° vers l'avant et à 90° d'abduction ; le pouce vers le bas en demandant au patient de résister à une pression descendante de l'examineur.

Il est positif en cas de la diminution de la force de résistance du patient.



Figure 13: Manœuvre de Jobe [14].

Au terme de ce bilan clinique, on peut retenir la description « princeps » de l'école française de rhumatologie avec corrélations anatomo-cliniques :

L'épaule « en 4 maux » :

- Épaule « gelée » : rétraction capsulaire, s'il existe une limitation des amplitudes passives
- Épaule aiguë hyperalgique : tendinopathie calcifiante.
- Épaule pseudo-paralytique: rupture massive de la coiffe des rotateurs.
- Épaule douloureuse simple : tendinopathie de la coiffe et de la longue portion du biceps.

3. Le bilan général :

- Toujours évaluer l'ensemble de l'axe cervico-scapulo-brachial.
- Ne pas oublier que de nombreuses douleurs « extrinsèques » sont « rapportées » au niveau de l'épaule: angor, sous-diaphragmatiques, pleuro-pulmonaires (Pancoast-Tobias), neurologiques: névralgie cervico-brachiale, Parsonage et Turner...
- Terminer par un bilan neuro-vasculaire: à la recherche d'une participation radiculaire, un défilé cervico-thoracique...

4. Score fonctionnel :[7]

Au terme de ce bilan, un score fonctionnel devra être établi pour juger ultérieurement de l'évolution et de l'efficacité du traitement proposé.

Le plus utilisé est le score de Constant, adopté par la SECEC (Société Européenne de chirurgie de l'Epaule et du Coude).Il s'agit d'un score sur 100 points avec une pondération possible en fonction de l'âge et du sexe:

- La douleur : 15 points.

- Le niveau d'activité quotidienne: 20 points.
- La mobilité active: 40 points.
- La force musculaire: 25 points.

<u>La douleur (15 points) :</u> 1.1. On demande au patient s'il souffre de douleur, et selon quelle intensité : (D1). 1.2. On évalue la douleur à l'aide d'une échelle dolorimétrique visuelle analogique : (D2). La valeur de la douleur correspond à la formule : $D = D1 + (15 - D2) / 2$.	1.1. D1 : Pas de douleur : 15 points. Douleur légère : 10 points. Douleur moyenne : 5 points. Douleur sévère : 0 points. 1.2. D2 : Il va de 0 à 15 points.
<u>Le niveau d'activité quotidienne (20 points):</u> 2.1. L'handicap professionnel et dans les activités de loisirs sont quottés de 0 à 4 points. 2.2. La gêne durant le sommeil est quottée de 0 à 2 points. 2.3. Le niveau de la main est quotté de 2 à 10 points.	2.1 : Pas de gêne : 4 points. Gêne légère : 3 points. Gêne moyenne : 2 points. Gêne très sévère : 0 points. 2.2 : Aucune gêne : 2 points. Gêne modérée : 1 point. Gêne insomniente : 0 point. 2.3. Le niveau de la main se situe au niveau de: La taille : 2 point. La xiphoïde : 4 point. Le cou : 6 point. La tête : 8 point. Au dessus de la tête : 10 point.
<u>La mobilité active (40 points) :</u> En abduction, en élévation antérieure, en rotation externe, et en rotation interne.	Chaque mouvement est quotté sur 10 points.
<u>La force musculaire (25 points) :</u> Le patient doit résister à la poussée vers le bas qu'impose l'examineur en maintenant le membre supérieur à l'horizontal dans le plan de l'omoplate pendant 5seconds. Répéter trois fois pour apprécier la fatigabilité de l'épaule.	La résistance à la poussée de l'examineur est évaluée grâce à un dynamomètre fixé à l'avant bras. Le maximum théorique en valeur absolue est 12,5Kg soit $12,5 \times 2 = 25$ points. Mais la valeur maximale dépend de l'âge et du sexe.

PLACE DE LA RADIOGRAPHIE STANDARD DANS L'IMAGERIE DE L'EPAULE

La radiographie standard:[21, 22, 23, 24]

- est l'examen de première intention indispensable devant toute épaule douloureuse.
- peut être suffisante pour poser le diagnostic étiologique dans une partie non négligeable des cas.
- étudie les structures osseuses, la congruence articulaire et les parties molles péri-articulaires.

Il existe plusieurs incidences ; seules les radiographies de face en 3 rotations couplées au profil sont demandées en pratique clinique.

1. La radiographie de face en double obliquité :

1-1 La technique : (figure 14)

- Elle doit être réalisée selon des critères précis en double obliquité :
 - Obliquité latérale, en faisant pivoter d'environ 30° le patient du côté à étudier.
 - Obliquité cranio-caudale : le tube incliné vers le bas à 25°.



Figure 14: Radiographie standard en double obliquité:

- a. Rotation neutre.
- b. Rotation externe.
- c. Rotation interne.

- Elle peut être réalisée avec trois rotations du bras : neutre, interne et externe.

1-2 L'intérêt :

Elle permet l'analyse des zones d'insertion des différents tendons de la coiffe des rotateurs.

1-3 Les résultats : (figure 15)

- L'interligne gléno-huméral mesuré normalement à 6 mm et toujours inférieur à 8 mm.
- La présence ou pas de calcifications.
- La rotation neutre explore l'insertion du tendon supraspinatus.
- La rotation interne explore l'insertion du tendon infraspinatus et du teres minor.
- La rotation externe explore l'insertion du tendon subscapulaire et la gouttière bicipitale.



Figure 15: Incidences de face double obliquité [23]:

- a. Rotation neutre : 1-Facette supérieure du trochiter 2-trochin 3-a. coracoïde 4-glène 5-acromion
6-clavicule 7-espace sous acromial 8-interligne gléno-humérale.
- b. Rotation interne: 1-Facette supérieure du trochiter 2-lèvre interne du trochin 3-gouttière bicipitale.
- c. Rotation externe: 1-Trochiter 2-gouttière bicipitale 3-lèvre externe du trochin.

2. La radiographie de face stricte en décubitus avec rayons droits (Railhac) :[27]

(figure 16)

2-1 La technique :

- Le patient est placé en décubitus dorsal.
- Le bras est en rotation neutre avec rayon incident vertical, perpendiculaire au plan de la table.

2-2 L'intérêt :

- Il est un cliché parfaitement reproductible (non opérateur et non patient dépendants).
- Il permet une excellente visualisation de l'espace sous acromial, de l'articulation acromio-claviculaire ainsi que de toutes les structures osseuses de l'épaule.
- Il permet de poser le diagnostic de la subluxation crâniale de la tête humérale (suppression de l'effet pesanteur du bras par le décubitus).

- Il permet de dépister les ruptures massives de la coiffe (diminution de hauteur de l'espace acromio-huméral).



Figure 16: Incidence de face stricte en décubitus dorsal avec rayon droit [23].

3. Le profil sous acromial : profil de Neer, profil de Lamy :(figure 17)

3-1 La technique :

- Le patient est placé en oblique antérieur du côté à radiographier.
- Le rayon incident, parallèle au grand axe du muscle supraspinatus et tangentiel à l'écaille de la scapula.

3-2 L'intérêt :

- Il permet l'étude de la voûte acromio-coracoïdienne.
- Il permet la localisation spatiale des calcifications tendineuses.
- Il permet l'analyse de l'espace coraco-huméral.
- Il permet de poser le diagnostic des luxations antéropostérieures de la tête humérale.
- Il permet l'étude de l'articulation acromio-claviculaire.

3-3 Les résultats :(figure 17)

- L'omoplate est vue de profil sous forme d'une image en Y :
 - Son pied correspond à l'écaille de l'omoplate.
 - Sa branche postérieure correspond à l'épine de l'omoplate.
 - Sa branche antérieure correspond à l'apophyse coracoïde.
- La cavité glénoïde est vue de face à la jonction de ces 3 branches.
- La tête humérale est centrée sur la cavité glénoïde (éliminer une luxation).
- La diaphyse humérale est dégagée de l'omoplate.
- L'espace acromio-huméral est vu de profil.



Figure 17: Incidence de Neer ou profil de coiffe [23].

4. Les autres incidences complémentaires :

Elles ne sont plus réalisées en pratique courante.

4-1 Le profil axillaire :

- Permet l'étude de la morphologie acromiale.
- Permet l'appréciation du centrage de la tête humérale.
- Permet l'étude de l'articulation acromio-claviculaire.
- Permet de visualiser la morphologie du processus coracoïde.

4-2 Le profil Glénoïdien (incidence de Bernageau) :

- Essentiel dans les bilans d'instabilité.
- Permet l'étude des rebords glénoïdiens.

4-3 Le profil Bloom- Obata :

- Utilisé en cas d'épaule immobilisée.
- Permet de faire le bilan d'instabilité postérieure de l'épaule.
- Permet de rechercher une fracture, un enfoncement de la partie antéro-supérieure de la tête humérale.

4-4 L'incidence de Garth :

- Elle permet de faire le bilan des instabilités (encoche humérale de Hill-Sachs).
- Elle permet une bonne visualisation des faces postéro supérieur de la tête humérale et antéro inférieure de la glène.

4-5 La manœuvre de Leclercq :

- C'est une incidence dynamique.
- C'est un cliché de face en rotation neutre sur un bras en abduction contrariée du bras de 20°. Une ascension de la tête humérale avec réduction significative de l'espace sous acromial signe indirectement une large rupture de la coiffe des rotateurs.

L'ECHOANATOMIE NORMALE DE L'EPAULE:

1. Généralités : [30, 31, 32]

1-1 Avantages: [33, 34, 35]

- Examen indolore, multiplanaire et non irradiant.
- De faible coût et disponible.
- Examen qui permet :
 - Une étude statique, bilatérale et comparative.
 - Une étude dynamique avec recherche des conflits.
 - Une étude de la microvascularisation des tissus grâce au Doppler énergie.
 - Une réalisation des gestes écho-guidés (ponctions, infiltrations des bourses, aspirations des tendinopathies calcifiantes, ...) en cas d'indication.

1-2 Limites: [39]

- L'examen est opérateur dépendant.
- L'analyse partielle des différents éléments anatomiques.
- L'involution graisseuse musculaire.
- L'obésité.
- L'analyse de l'os.

1-3 Images pièges: [40, 41]

- L'artéfact d'anisotropie : il se manifeste par des fausses images hypoéchogènes dès que la sonde n'est plus strictement perpendiculaire au trajet tendineux. (figure 18)



Figure 18: Anisotropie: l'inclinaison de la sonde de quelques degrés objective un tendon hypoéchogène.

Pour ce, il est impératif que la sonde soit perpendiculaire à l'axe des fibres. L'aspect pathologique ne doit être retenu que s'il est retrouvé sur les deux plans de coupe.

- Les fibres musculaires existantes au sein des tendons chez les patients musclés peuvent donner de fausses images de clivage. Pour ce, il faut réaliser des manœuvres dynamiques.
- L'excès de rotation interne du bras peut masquer une rupture antérieure (portion tendineuse sous la coracoïde).
- L'adduction insuffisante du bras peut méconnaître une rupture à distance de l'insertion, au niveau de la jonction myotendineuse.
- L'amincissement du tendon (< 3mm) peut être en rapport avec des séquelles de luxation ou une polyarthrite rhumatoïde, sans qu'il y ait pour autant une rupture.

- La rupture du supraspinatus peut être simulée par l'interface entre ce dernier et l'infraspinatus sur les coupes frontales postérieures du supraspinatus.

1-4 Appareillage: (figure 19)

L'examen par ultrasons est idéalement réalisé à l'aide d'une sonde barrette linéaire de haute fréquence, minimum 7 MHZ, la plus large possible.



Figure 19: Les échographes utilisés.

- a. Général Electrique.
- b. Ultrasonix.

2. Technique d'examen:

- Étude d'abord statique ensuite dynamique, bilatérale et comparative.
- Réalisation de coupes systématiques en suivant la succession habituelle de ces coupes.
- Examen de chaque structure sur deux plans orthogonaux.
- Doppler énergie qui amplifie les petites vascularisations, permettant de dévoiler les sites anatomiques inflammatoires souvent douloureux.

3. Régions explorées :

3.1 La région antérieure : (figure 20)

a. La position :

- Le patient est face à l'opérateur.
- Le bras le long du corps avec coude fléchi à 90°.
- Le dos de la main est mis sur le versant antérieur de la cuisse.



Figure 20: Exploration de la région antérieure: Patient face à l'opérateur, bras le long du corps avec coude fléchi à 90°.

b. Les structures analysables :

- Le tendon du long biceps.
- La bourse sous acromio-deltoïdienne.
- Le tendon du muscle subscapularis et son tendon.
- Les corticales osseuses.
- La recherche d'un conflit antéro-interne.

3.2 La région antéro-supérieure : (figure 21)

a. La position :

- La main du patient est à plat contre la fesse.
- Le coude est rétro-pulsé.
- Ou, mieux la main placée entre les deux omoplates.



Figure 21: Exploration de la région antéro-supérieure:
Main à plat contre la fesse, coude en rétropulsion.

b. Les structures analysables :

- Le tendon supraspinatus et son corps musculaire.
- Le ligament acromio-coracoïdien.
- La portion intra-articulaire du tendon long biceps.
- L'intervalle des rotateurs.
- L'articulation acromio-claviculaire.
- La corticale osseuse.
- La recherche du conflit antéro-supérieur.

3.3 La région postérieure : (figure 22)

a. La position :

- Le patient tourne le dos à l'examineur.
- Le patient met la paume de sa main sur l'épaule opposée.
- Ou bien, le bras tendu en rotation interne.

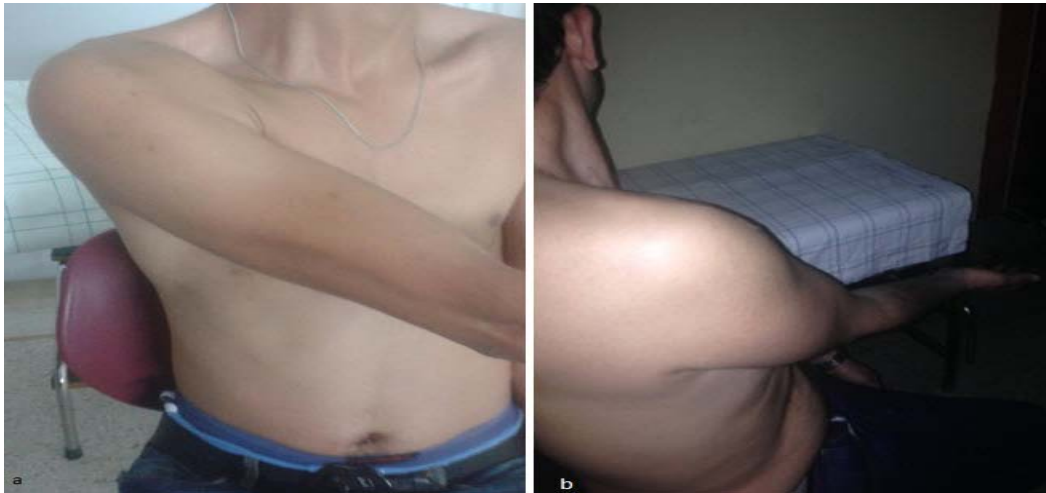


Figure 22: Exploration de la région postérieure:

- a. Le bras du patient est tendu en rotation interne.
- b. Le patient tourne le dos à l'examineur, le bras tendu en rotation interne.

b. Les structures analysables :

- Le tendon infraspinatus et son corps musculaire.
- Le bourrelet postérieur.
- L'échancrure spino-glénoïdienne.
- Le cartilage.
- Le teres minor.
- La corticale osseuse.
- Le conflit postéro-supérieur de Walch.

4. Les résultats: [42, 43, 44, 45]

4.1. La région antérieure :

4.1.1. Le tendon du long chef du biceps : (figure 23, 24, 25)

a. Position :

- Le patient est face à l'opérateur.
- Le bras est placé le long du corps avec coude fléchi à 90°.
- Le dos de la main est mis sur le versant antérieur de la cuisse.



Figure 23: a. Coupe axiale de la LPB dans sa coulisse.

b. Coupe longitudinale de la longue portion du biceps et sa jonction myo-tendineuse.

b. Technique:

- On positionne horizontalement la sonde sur le versant antérieur de la partie haute du bras.
- On repère le tendon long biceps au niveau de la coulisse bicipitale, où il est suivi jusqu'à sa jonction myo-tendineuse.
- On descend vers le bas en dessous du passage du long biceps sous le grand pectoral.

c. Résultat :

- En coupe axiale dans la coulisse bicipitale:

Le tendon paraît comme :

- Une structure ovale, bien limitée, nettement plus écho-gène que les autres tendons de la coiffe rendant sa reconnaissance plus facile.
- Une petite artère (branche de l'artère circonflexe) est en dehors.
- Un triangle hypoéchogène appelé : triangle de sécurité le sépare de la berge médiale de la coulisse bicipitale.
- Une très petite quantité de liquide articulaire entre 3 et 4 mm d'épaisseur. l'entoure de façon physiologique.

- En coupe sagittale : le tendon a un aspect fibrillaire hyperéchogène.

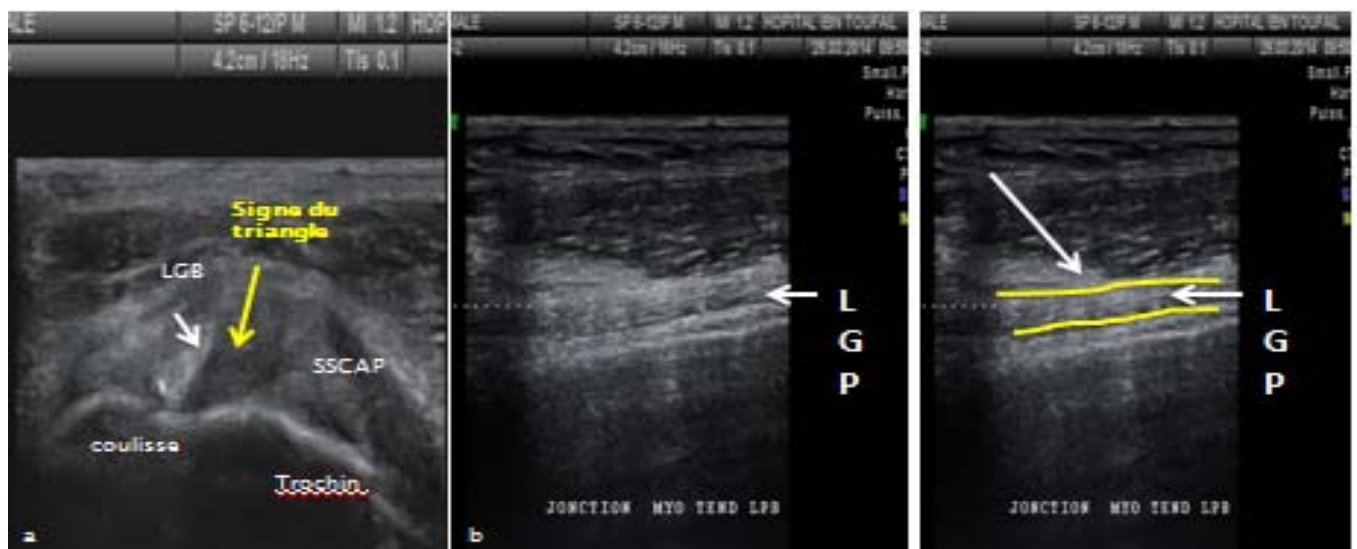


Figure 24 :

- a. Coupe axiale du tendon de la LPB dans sa coulisse: aspect ovale hyperéchogène séparé de la berge médiale de la coulisse par une zone hypoéchogène appelée triangle de sécurité.
- b. Coupe longitudinale du long biceps montrant la jonction myo-tendineuse du biceps.

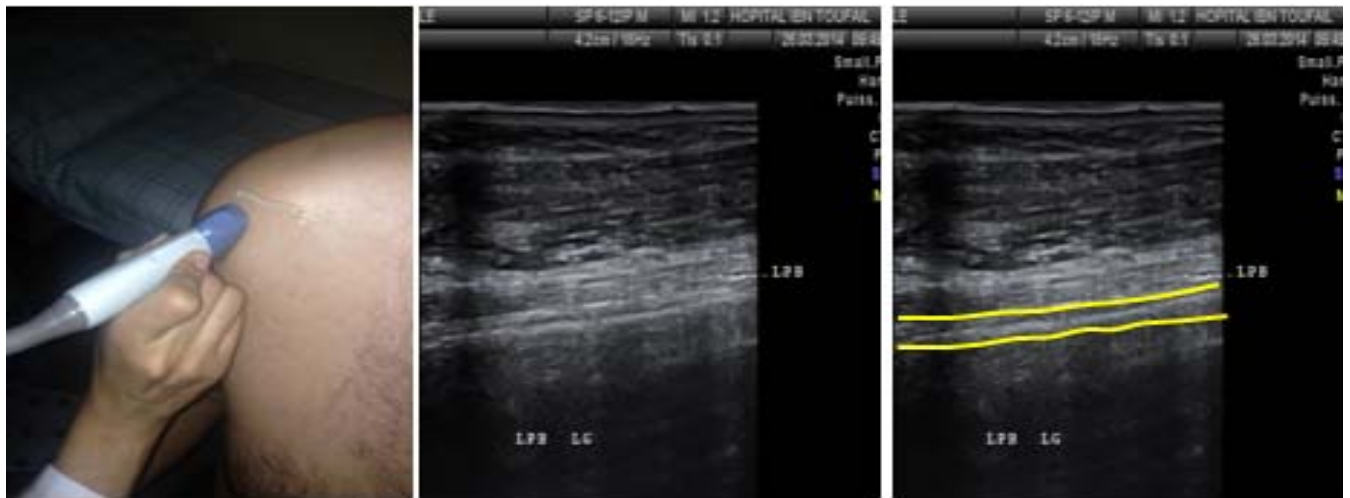


Figure 25: Coupe sagittale de la longue portion du biceps: aspect fibrillaire hyperéchogène.

4.1.2. Le tendon du muscle subscapularis : (figure 26, 27)

a. Position :

- Le patient est face à l'opérateur.
- Le bras est mis le long du corps en rotation externe.
- Une légère supination de la main peut être utile.

b. Technique :

- La position de la sonde est en dedans par rapport à la précédente.
- La coupe est transversale puis sagittale.
- La sonde doit être glissée de haut en bas, au niveau de son insertion distale sur la facette antérieure du trochin et de dehors en dedans afin de voir tout le tendon.
- Le patient doit réaliser des manœuvres de rotation interne et externe pour éviter l'anisotropie.

c. Résultat :



Figure 26: Coupe axiale du subscapularis: Aspect fibrillaire hyperéchogène du tendon subscapularis (flèche jaune); la corticale osseuse du trochin est régulière (flèches blanches).

- En coupe axiale:
 - Sa facette d'insertion est fine, hyperéchogène et régulière.
 - Son versant antérieur est convexe et régulier.
 - Son épaisseur reste quasi constante depuis son passage en arrière de la coracoïde jusqu'à son insertion sur la facette antérieure du trochin et qui est de l'ordre de 4 à 5 mm.
- En coupe sagittale: sa structure présente à décrire plusieurs digitations hyperéchogènes arrondies.(figure 27)

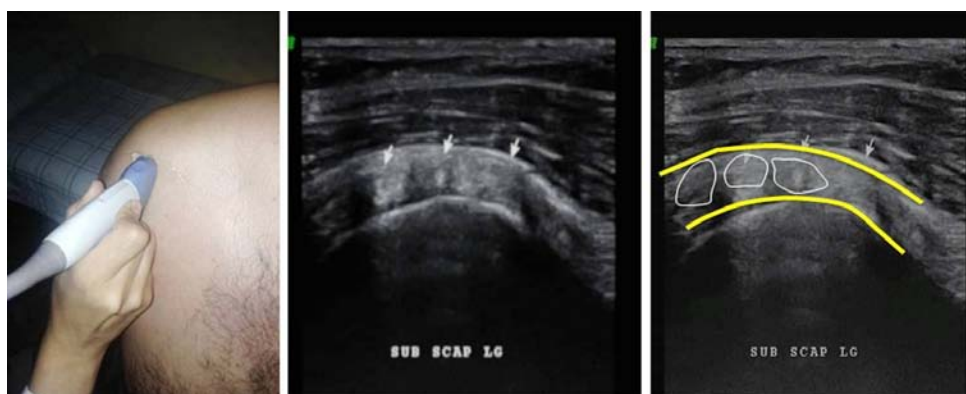


Figure 27: Coupe sagittale du subscapularis: digitations hyperéchogènes avec versant antérieur convexe et régulier.

4.1.3. La bourse sous acromio-deltoïdienne : (figure 28)

a. Position :

- Le patient est face à l'opérateur.
- Le bras est placé le long du corps avec coude fléchi à 90°.
- Le dos de la main est mis sur le versant antérieur de la cuisse.

b. Technique :

La sonde est horizontale.

c. Résultat :

- La BSAD descend très bas, venant recouvrir le tendon bicipital et le subscapularis.
- La bourse peut être visible à l'état normal si elle contient du liquide de façon physiologique.

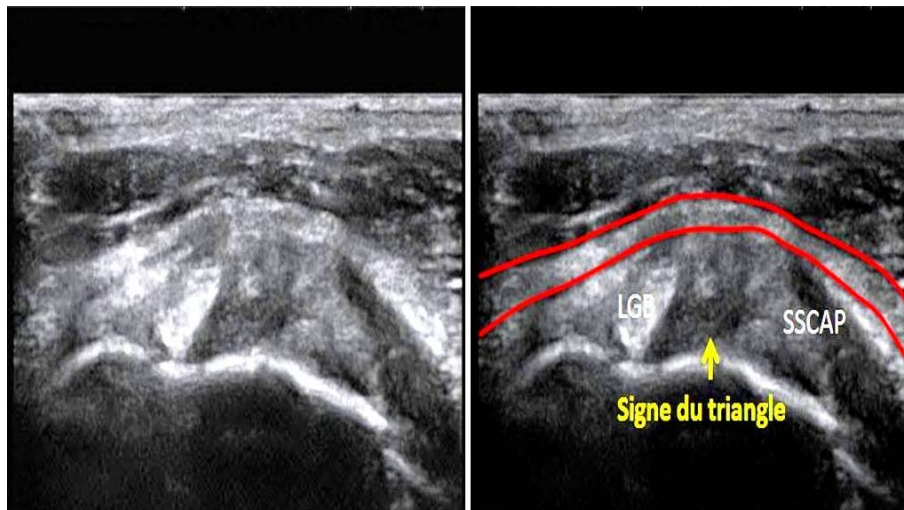


Figure 28: Coupe axiale du tendon de la longue portion du biceps: La BSAD recouvrant le tendon du long biceps et le subscapularis (double ligne rouge).

4.1.4. La recherche du conflit antéro-interne : (figure 29)

Conflit sous acromial, de Neer également nommé impingement syndrome.

a. Position :

- Le patient est face à l'opérateur.
- Le bras est en extension complète, en rotation externe le long du corps.

b. Technique:

- On positionne la sonde horizontalement, parallèle puis perpendiculaire au LAC.
- On effectue des mouvements de rotations interne et externe.
- On déplace un peu la sonde en dedans.

c. Résultat :

- En coupe axiale: glissement harmonieux du tendon subscapularis sous la coracoïde (éliminant le conflit antérieur de Gerber).



Figure 29: Coupes axiales discrètement en dedans du tendon subscapularis en rotation interne (a) et externe (b): On vérifie le bon glissement du subscapularis sous la coracoïde (flèches bleues).

4.2. La région antéro-supérieure :

4.2.1. le supraspinatus :(figure 30-33)

a. Position :

- La main du patient doit être placée entre les deux omoplates.
- Ou bien, la paume de la main est placée sur la fesse homolatérale.
- Ou bien, le dos de la main est placé sur la fesse opposée (rotation interne forcée) et sans écarter le coude de la paroi thoracique pour mettre le supraspinatus en tension.
- Ou bien, on demande au patient d'attraper sa ceinture.

b. Technique:

- La coupe coronale oblique s'effectue par voie supérieure (sonde perpendiculaire à la clavicule) en prenant le tendon du biceps comme repère.
- La coupe sagittale parallèle à la clavicule, avec balayage de l'ensemble du tendon.

c. Résultat :

- Coronale oblique dans l'axe de ses fibres, le tendon apparaît comme :
 - Une structure homogène avec facette d'insertion régulière.
 - Une structure faite de plusieurs couches d'échogénicité variable (myofibrilles et fibres tendineuses).
 - Une structure avec un versant superficiel convexe vers le haut, faisant sa distinction avec le tendon infraspinatus.

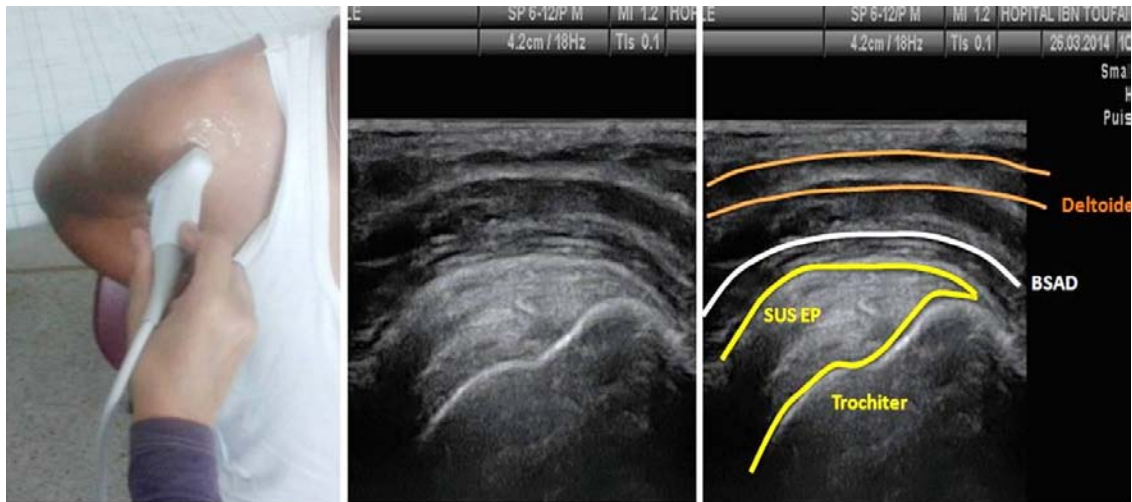


Figure 30 : Coupe coronale oblique du supraspinatus: Tendon homogène avec facette d'insertion régulière.

- sagittale oblique perpendiculaire à la précédente permettant l'analyse de l'intervalle des rotateurs :
 - Le tendon du long biceps se situe entre les tendons subscapularis, supraspinatus et le tendon acromio-huméral.
 - L'épaisseur du tendon supraspinatus mesurée au niveau de la fossette du col anatomique de l'humérus est comprise entre 3,5 et 7 mm.
 - Le tendon devra s'amincir régulièrement depuis le col anatomique jusqu'à l'extrémité de la grande tubérosité humérale (2mm).
 - Le ligament coraco-huméral et le gléno-huméral supérieur entourent la longue portion du biceps et forment le hamac ligamentaire de l'intervalle des rotateurs.

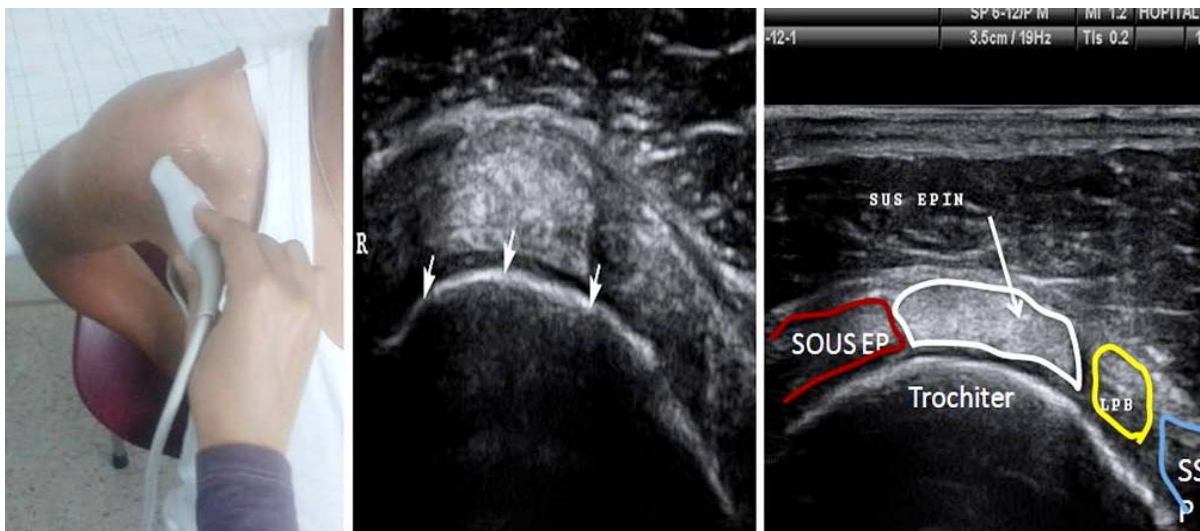


Figure 31 : Coupe sagittale oblique sur l'intervalle des rotateurs montrant les tendons de la coiffe et la corticale du trochiter (flèches blanches).

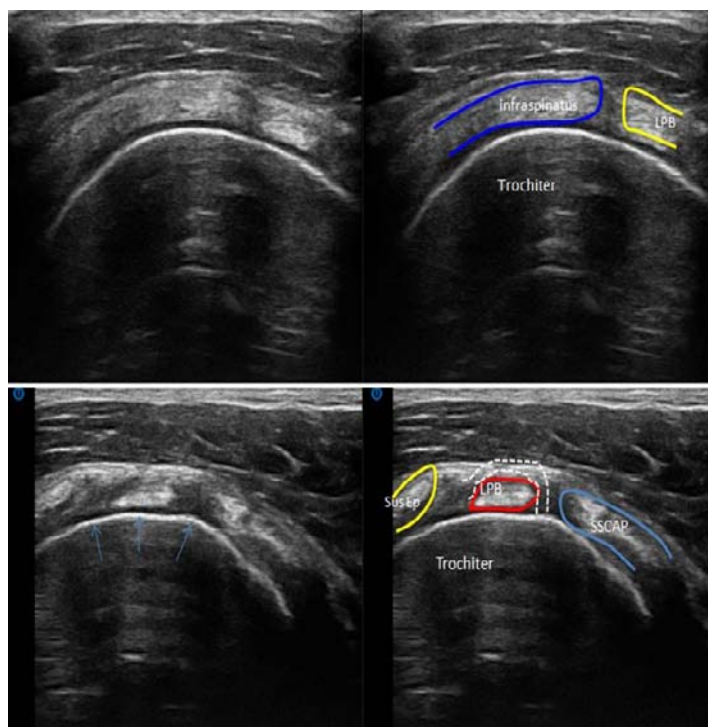


Figure 32 : Coupe sagittale oblique sur l'intervalle des rotateurs montrant de haut en bas : les tendons du supraspinatus, du long biceps, du subscapularis et la corticale du trochiter (flèches bleues). Les ligaments coraco-huméral et gléno-huméral supérieur (pointillés).

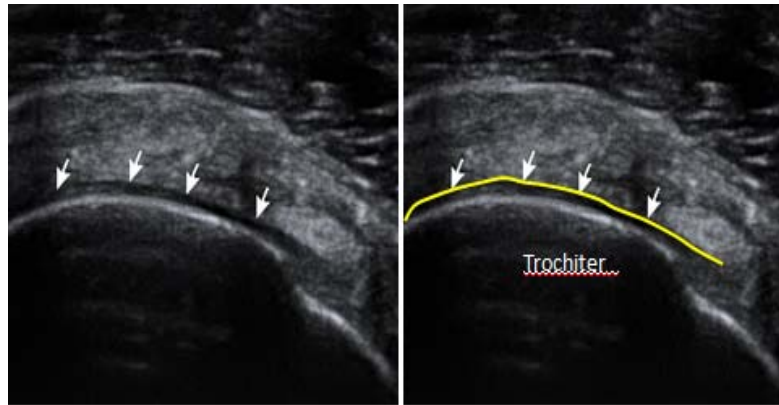


Figure 33: Coupe sagittale oblique sur l'intervalle des rotateurs montrant le cartilage de la tête ayant un aspect hypoéchogène et régulier (flèches blanches).

4.2. 2. Le ligament acromio-coracoïdien:(figure 34, 35, 36)

a. Position :

- Même position précédente.

b. Technique :

- Sonde oblique en bas et en dedans, entre l'acromion et la coracoïde.

c. Résultat :

- Le LAC apparait comme une bande hyperéchogène tendue entre les deux reliefs osseux, rectiligne ou concave en haut.
- La longueur et l'épaisseur de la bourse sous acromio-deltôïdienne peuvent être également mesurées.
- L'angulation des facettes du trochiter et la différence d'orientation des fibres des tendons supra-et infraspinatus, peuvent servir de repère à la distinction de ces deux derniers.

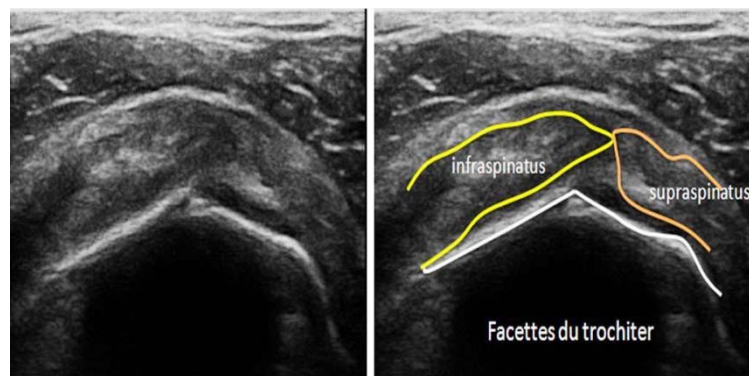


Figure 34: Coupe sagittale distale: Facette d'insertion du tendon supraspinatus et infraspinatus sur les facettes du trochiter (ligne blanche).

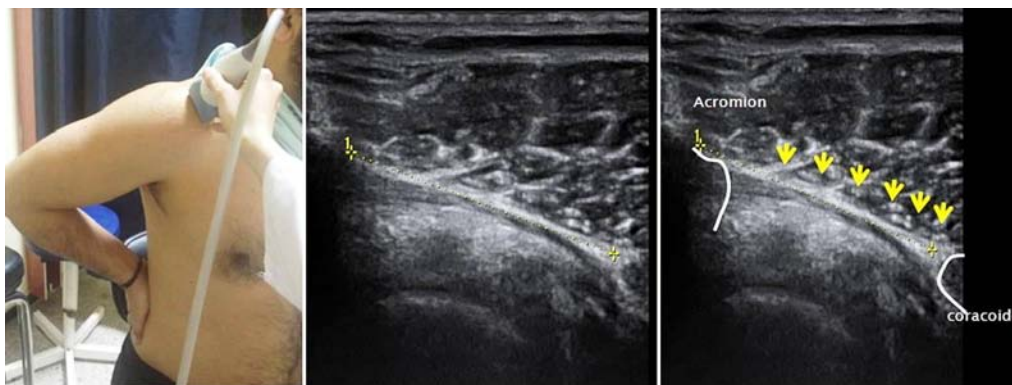


Figure 35: Coupe longitudinale du LAC (têtes de flèche):
Bande hyperéchogène rectiligne tendue entre les reliefs osseux de l'acromion et de la coracoïde.



Figure 36: Coupe axiale du LAC (lignes rouges): Bande hyperéchogène entre la coracoïde et l'acromion, concave vers le haut.

4.2.3. La portion intra-articulaire du long biceps brachii : (figure 37)

a. Position :

- Le coude est en rétropulsion maximale.
- La paume de la main est sur la fesse homolatérale, en la remontant au maximum le long du dos.

b. Technique :

- Le tendon est repéré et la sonde sera positionnée le long de son axe afin de le suivre jusqu'à son insertion glénoïdienne supérieure.

c. Résultat :

- Coupes transverse et longitudinale : le tendon a un aspect fibrillaire hyperéchogène caractéristique.

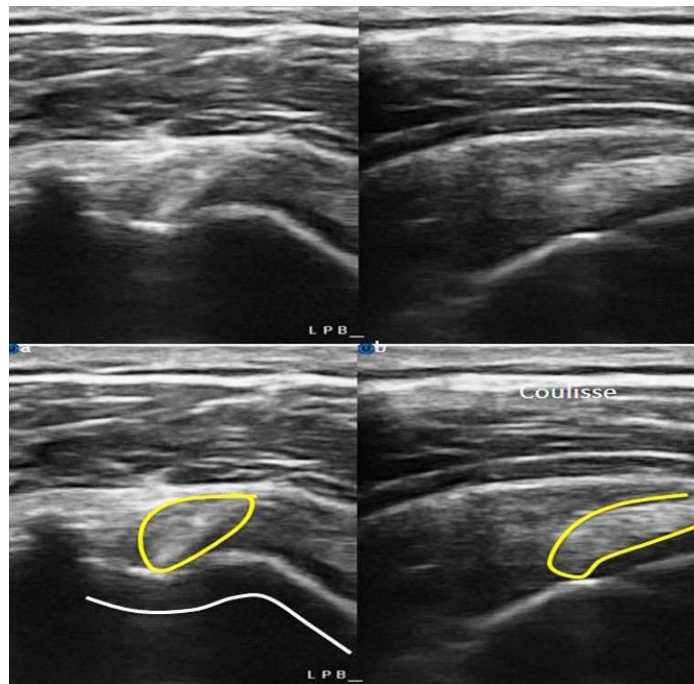


Figure 37: Coupes transverse (a) et longitudinale (b) de la portion intra-articulaire du LPB: Aspect fibrillaire hyperéchogène caractéristique.

4.2.4. L'articulation acromio-claviculaire : (figure 38)

a. Position :

Le bras du patient est mis le long du corps.

b. Technique :

- Les berges osseuses de l'articulation sont repérées à la palpation.
- L'articulation acromio-claviculaire est étudiée sur une coupe frontale supérieure.
- Les manœuvres dynamiques sont réalisés afin d'éliminer une subluxation.

c. Résultat :

Coupe frontale : visualisation de la corticale supérieure de l'acromion (ligne hyperéchogène régulière), l'extrémité distale de la clavicule et le récessus articulaire supérieur.

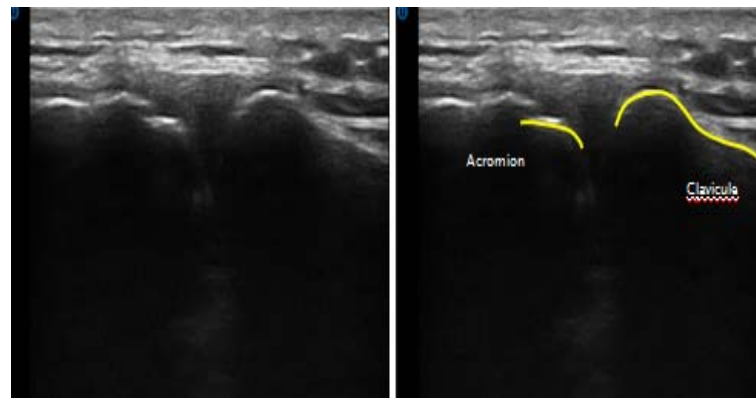


Figure 38: Coupe frontale supérieure montrant l'articulation acromio-claviculaire. Corticale supérieure de l'acromion et extrémité distale de la clavicule: lignes hyperéchogènes régulières.

4.2. 5. Le conflit antéro-supérieur : (figure 39)

a. Position :

Même position précédente.

b. Technique :

- On place la sonde perpendiculairement au ligament acromio-coracoïdien, dans l'axe des fibres du supraspinatus.
- On réalise des manœuvres de rotation interne et externe.

c. Résultat :

- Le supraspinatus coulisse harmonieusement sous le LAC sans ressaut à l'état normal et sans aspect d'hypervascularisation des parois de la BSAD au Doppler énergie.



Figure 39: Coupe perpendiculaire au LAC avec manœuvre de rotation externe (a) et interne (b) à la recherche d'un conflit antéro-supérieur: Le supraspinatus (flèches blanches) coulisse harmonieusement sous le LAC (flèches bleues) sans ressaut.

4.2.6. Le corps charnu du supraspinatus : (figure 40)

- Le supraspinatus paraît en coupe sagittale comme une structure échogène biconvexe.
- L'analyse de son épaisseur permet la détection d'une amyotrophie témoignant de la présence d'une rupture de l'un des tendons de la coiffe.



Figure 40: Corps charnu du supraspinatus.

4.3. La région postérieure :

4.3.1. L'infraspinatus: (figure 41)

a. Position :

- Le patient tourne le dos à l'examineur.
- La paume de sa main sur l'épaule opposée.
- Le bras en rotation interne.
- Ou bien, mettre la main du patient sur son flanc opposé.
- Le bras en abduction et en rotation externe.

b. Technique :

La sonde est placée sous l'épine de l'omoplate (repère pour suivre les fibres de l'infraspinatus qui naissent sous celle-ci).

c. Résultat :

- En coupe sagittale: le tendon de l'infraspinatus est nettement plus long et plus mince que le supraspinatus, mesurant de 2 à 4 mm d'épaisseur.

- En coupe horizontale: tendon hyperéchogène entouré de fibres musculaires hypoéchogènes arrivant jusqu'à sa zone d'insertion et qui va se ramifier au sein du corps charnu.

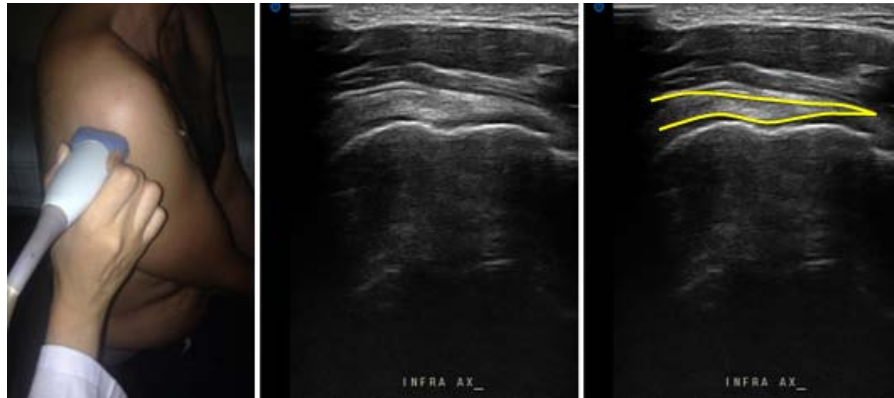


Figure 41: Coupe axiale du tendon de l'infraspinatus: Tendon hyperéchogène entouré de fibres musculaires hypoéchogènes arrivant jusqu'à sa zone d'insertion au niveau du trochiter de l'humérus.

4.3.2. Le bourrelet postérieur : (figure 42)

a. Position :

- On réalise la même position précédente.
- On translate la sonde en dedans.

b. Technique :

- La sonde doit être transversale avec nécessité d'augmenter la profondeur du champ d'exploration.

c. Résultat :

- Le bourrelet glénoïdien paraît comme un triangle hyperéchogène.
- La tête est convexe, recouverte de cartilage qui paraît anéchogène avec une ligne de réflexion superficielle hyperéchogène et une lame osseuse sous-chondrale plus épaisse, régulière et hyperéchogène.

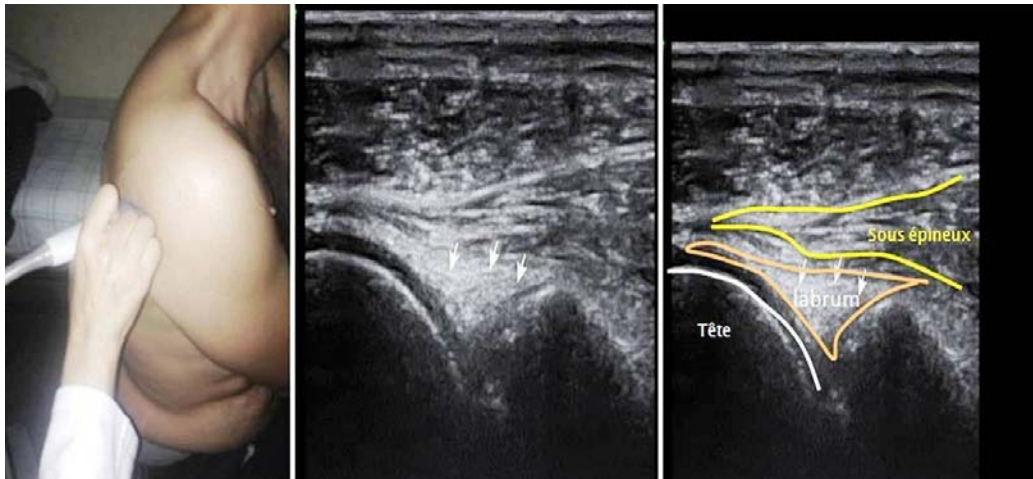


Figure 42: Coupe axiale sur le labrum postérieur (ligne rouge)
et le cartilage de la tête humérale (ligne blanche).

4.3.3. L'échancrure spino-glénoïdienne :(figure 43)

a. Position :

Même position que le précédent.

b. Technique :

- La sonde est axiale postérieure.
- La sonde est basculée plus médialement, en augmentant la profondeur du champ d'exploration.

c. Résultat :

- Elle parait comme une dépression hyperéchogène à la face postérieure de la glène, auprès du bourrelet postérieur.
- Elle contient le nerf supra-scapulaire accompagné de son artère et de sa veine satellites.

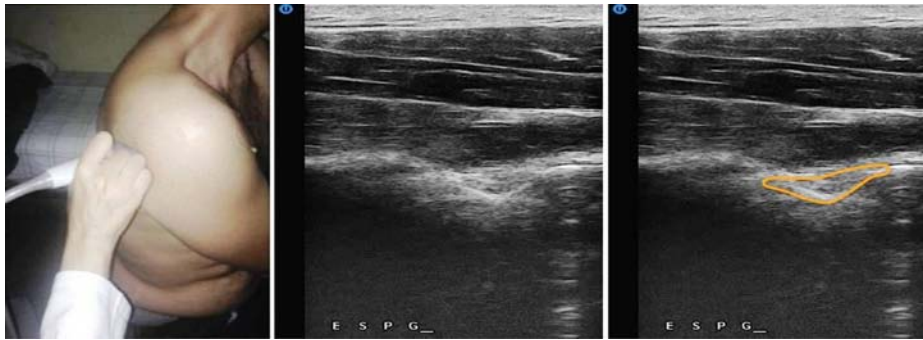


Figure 43: Coupe axiale postérieure de l'échancrure spino-glénoïdienne: Dépression hyperéchogène à la face postérieure de la glène, auprès du bourrelet postérieur, contenant le nerf supra-scapulaire accompagné de son artère et de sa veine satellites.

4.3.4. Le teres minor : (figure 44)

a. Position :

- Le patient tourne le dos à l'examineur.
- La paume de sa main sur l'épaule opposée.
- Le bras en rotation interne.
- Ou bien, la main du patient est mise sur son flanc opposé.
- Le bras en abduction et en rotation externe.

b. Technique :

La sonde est posée sur l'épine de la scapula.

c. Résultat :

Sur coupe transversale :

- Il paraît comme une structure arrondie.
- Il est plus profond que le deltoïde.
- Il est plus petit que l'infraspinatus.
- Il est caractérisé par un centre aponévrotique.

L'étude du teres minor s'impose en cas de rupture de l'un des tendons de la coiffe et ce à la recherche d'une amyotrophie grasseuse hyperéchogène pouvant influencer le traitement.

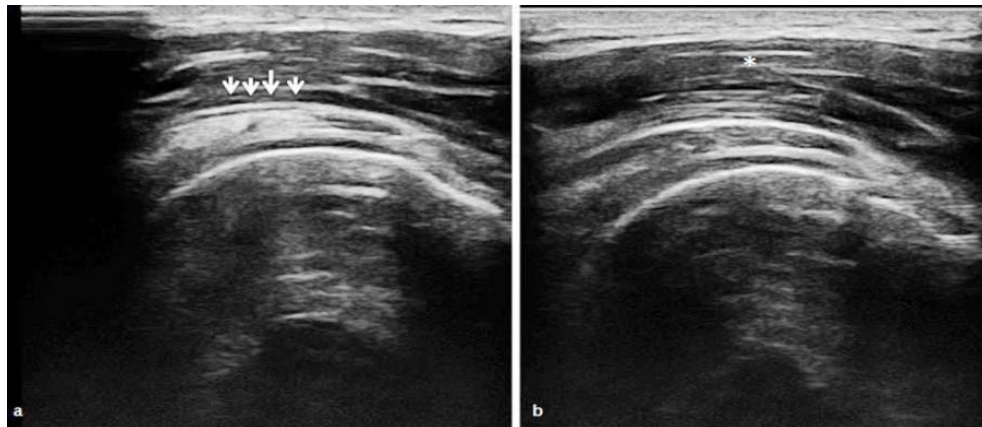


Figure 44: Coupe longitudinale (a) et axiale (b) du muscle teres minor: Aspect arrondi hyperéchogène sur la coupe longitudinale (flèches blanches) et plus profond que le muscle deltoïde (*).

4.3.5. La capsule articulaire :

La capsule paraît comme :

- Une ligne hyperéchogène.
- Un aspect variable selon les sondes utilisées des zones de renforcement par les ligaments.
- Une épaisseur mesurée depuis n'importe quelle berge osseuse autour de l'espace articulaire est au maximum de 4,5 mm.

4.3.6. Le corps musculaire de l'infraspinatus :(figure 45)

- L'étude du corps charnu de l'infraspinatus portera sur :
 - Son épaisseur par rapport au coté contrelatéral.
 - Son aspect (biconvexe à l'état normal).
 - Son échogénicité.

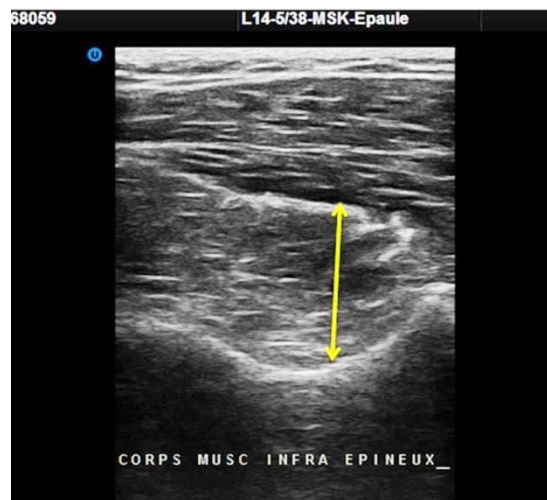


Figure 45: Coupe axiale postérieure montrant le corps musculaire de l'infraspinatus.

4.3.7. Le conflit de Walch :

a. Position :

Position d'armer du bras.

b. Technique :

Réalisation de manœuvres de rotation interne et externe.

c. Résultat :

A l'état normal, l'échographie montrera :

- L'absence de lésion du versant articulaire du supraspinatus.
- L'absence de distension capsulaire antérieure.
- L'absence d'irrégularité du contour osseux adjacent.

SEMILOGIE ECHOGRAPHIQUE DES LESIONS DEGENERATIVES DE LA COIFFE DES ROTATEURS:

1. L'épanchement intra-articulaire : [50, 51, 52] (figure 46)

L'épanchement intra-articulaire est une situation fréquente.

- Il doit être évalué par comparaison au côté controlatéral, puisqu'il est physiologique dans 7% des cas.
- Il traduit une souffrance articulaire et, ou tendineuse.
- Il est visualisé dans la gaine du tendon long biceps, car il existe une communication physiologique entre l'articulation et la gaine du tendon dans 7% des cas.
- Il sera significatif s'il est supérieur à 2mm.



Figure 46: Coupe axiale antérieure (a) et sagittale (b) du tendon du long biceps: Epanchement qui entoure la longue portion du biceps: péri-articulaire (*), intra-articulaire (**).

2. La bursite sous acromio-deltoïdienne : (figure 47-49)

Elle parait comme :

- Un épaissement qui peut être régulier ou irrégulier de la BSAD et ou un épanchement qui peut être anéchogène, échogène ou hyperéchogène, hétérogène avec ou sans dépôts fibrineux.

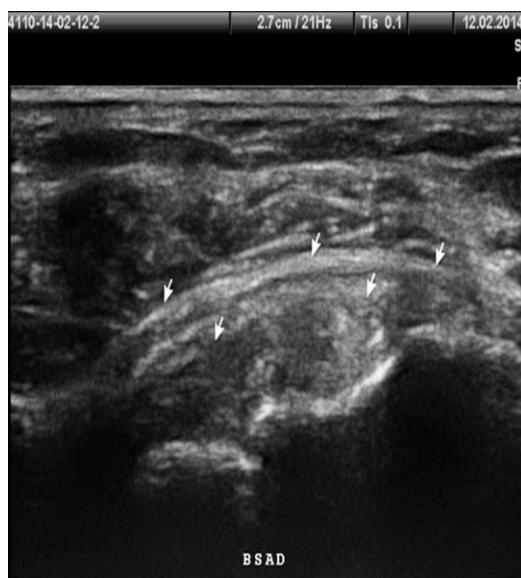


Figure 47: Coupe axiale antéro-supérieure: Bursite sous acromio- deltoïdienne avec un épaissement régulier de ses deux feuillets.

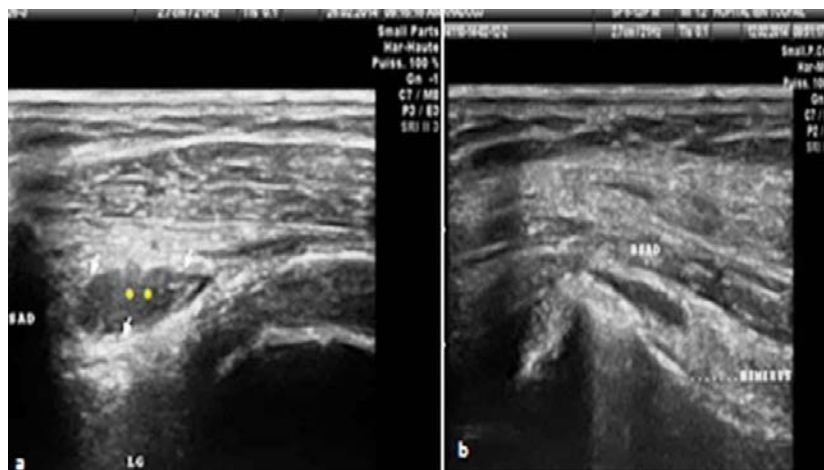


Figure 48: Coupe axiale antérieure supérieure (a), coupe longitudinale antérieure passant par l'humérus(b): BSAD à contenu échogène (**).

- Un contenu calcique hyperéchogène (migration des calcifications tendineuses) et parfois associé.
- Elle peut siéger en antérieur, antéro-interne et antéro-externe, et pouvant être un signe indirect de pathologie tendineuse sous jacente.
- Une lésion transfixiante est suspectée si la bursite est associée à un épanchement intra-articulaire (signe du double épanchement).(figure 46)

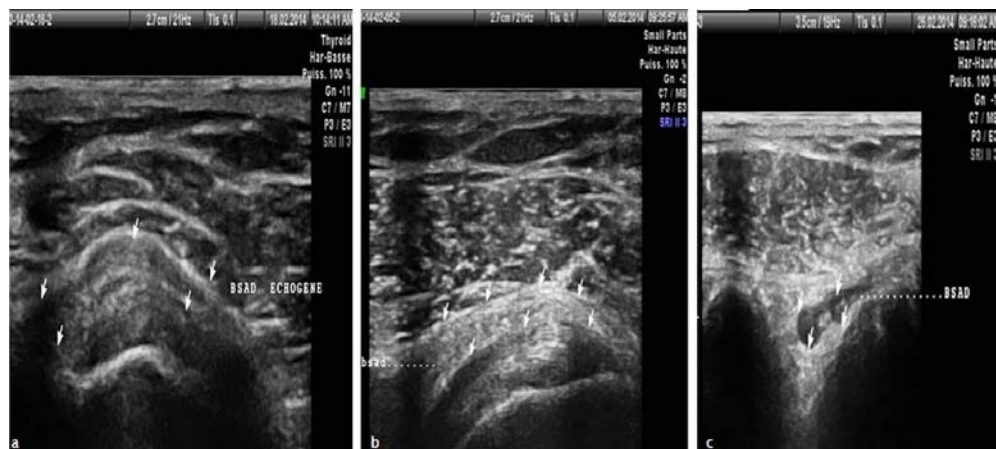


Figure 49: Coupe axiale antérieure: a. BSAD à contenu échogène.

b. BSAD à contenu hyperéchogène. c. BSAD antérieure à contenu anéchogène siège de fibrine.

3. L'enthésopathie: (figure 50-53)

Au stade aigu :

Elle se présente comme un épaissement hypoéchogène de l'enthèse sur les deux plans orthogonaux, avec présence parfois de phénomène de néovascularisation au doppler énergie.

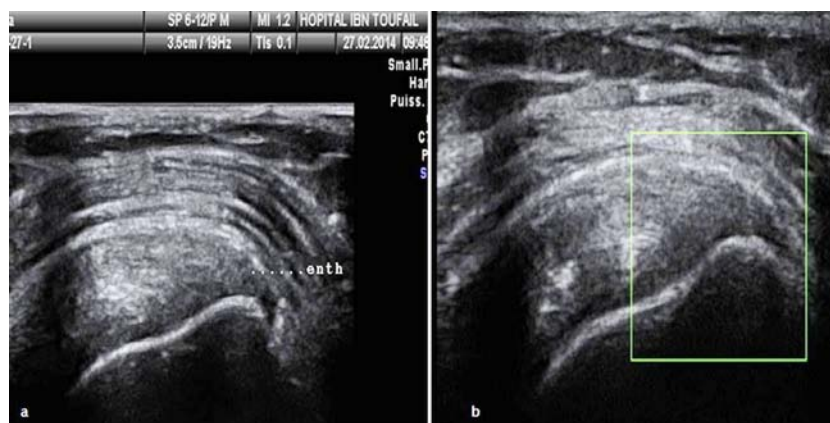


Figure 50: Coupe coronale oblique du supraspinatus: Entésopathie non active au doppler énergie: épaissement hypoéchogène de l'enthèse (a), sans phénomène de néovascularisation (b).



Figure 51 : Coupes longitudinale (a) et axiale (b) du subscapularis: Enthésopathie non calcifiante : zones hypoéchogènes et hétérogènes de l'enthèse du subscapularis sur deux coupes orthogonales.

Au stade chronique :

La lésion prend un aspect hétérogène, accompagné de fines calcifications curvilignes ou de petites spicules ossifiées rejoignant la corticale (enthésopathies calcifiantes), ou d'une hypertrophie de la zone d'insertion.

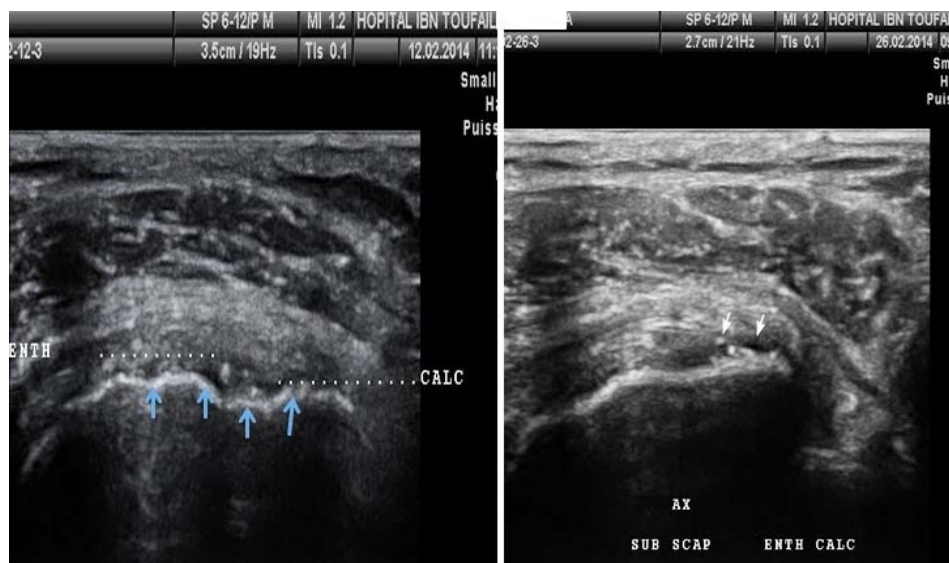


Figure 52: Coupe axiale du subscapularis : Enthésopathie calcifiante: zones hypoéchogènes au niveau de l'enthèse du subscapularis siégeant de microcalcifications (flèches blanches) associées à des irrégularités de la corticale osseuse (flèches bleues).

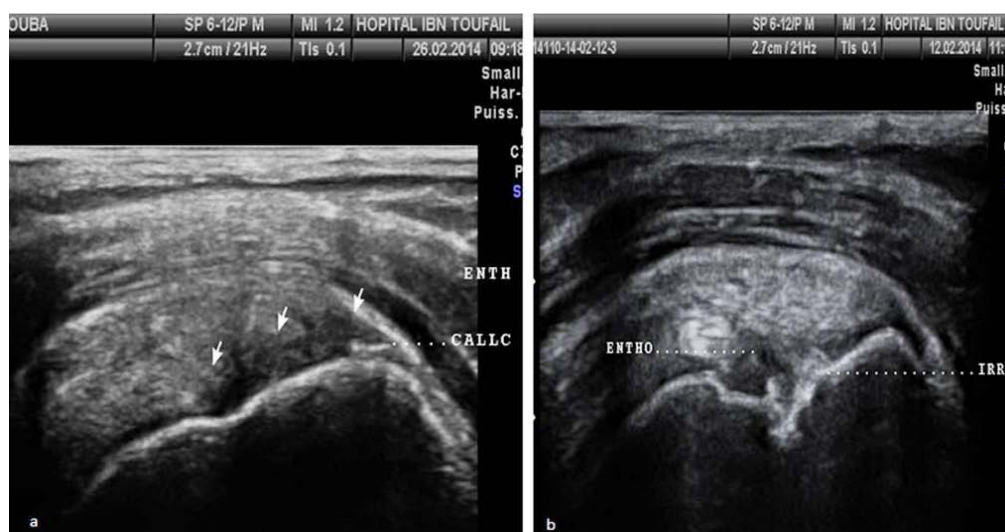


Figure 53: Coupe coronale oblique du supraspinatus: a. Enthésopathie calcifiante: zones hypoéchogènes, siégeant de microcalcifications à l'insertion du supraspinatus. b. Enthésopathie non calcifiante: zone hypoéchogène à l'insertion du supraspinatus associée à des irrégularités de la corticale.

4. Les tendinopathies: [54, 55, 56, 57]

4.1. La tendinopathie: (figure 54)

Elle se présente comme :

- Un épaissement souvent diffus.
- Une structure hypoéchogène parfois hétérogène (perte du parallélisme des fibres).
- Un remaniement de la bourse sous acromio-deltaïdienne peut être associé.
- Une hyperhémie peut être décelée en doppler énergie.

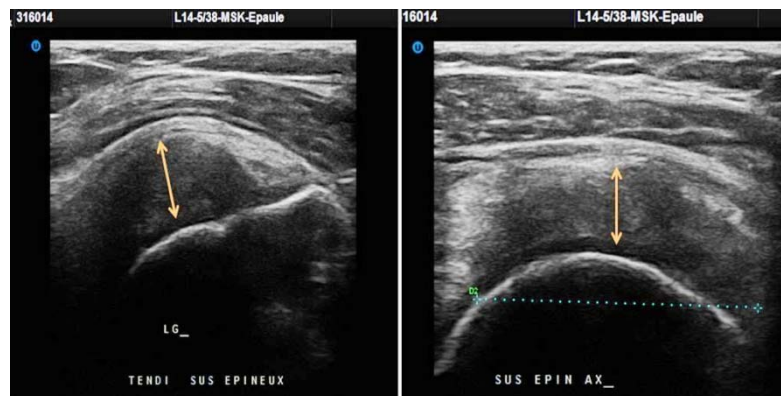


Figure 54: Coupes coronale oblique (a) et sagittale (b) oblique du supraspinatus: Tendinopathie non calcifiante: épaissement hypoéchogène du tendon du supraspinatus visible sur deux coupes orthogonales.

4.2. La tendinopathie calcifiante: [61] (figure 55–57)

- Elle est très fréquente.
- Elle peut être sensible au passage de la sonde.
- Elle peut entraîner une réaction inflammatoire périphérique révélée en mode Doppler énergie par la présence d'une hyperhémie des contours du tendon.
- Les calcifications passent par 4 stades :
 - Calcifications sous la BSAD.
 - Calcifications dans la BSAD.

- Liquéfaction de ces calcifications.
- Migration de ces calcifications dans l'os.

Elles apparaissent en échographie sous forme :

- Un amas assez limité, plus ou moins hyperéchogène.
- Une taille très variable, avec ou sans cône d'ombre.
- Un conflit peut être associé si elles sont de grande taille.
- Une migration dans la BSAD de ces calcifications est possible, ou même au sein du trochiter.
- Une hyperhémie de ses contours au Doppler, témoignera de la présence d'inflammation.

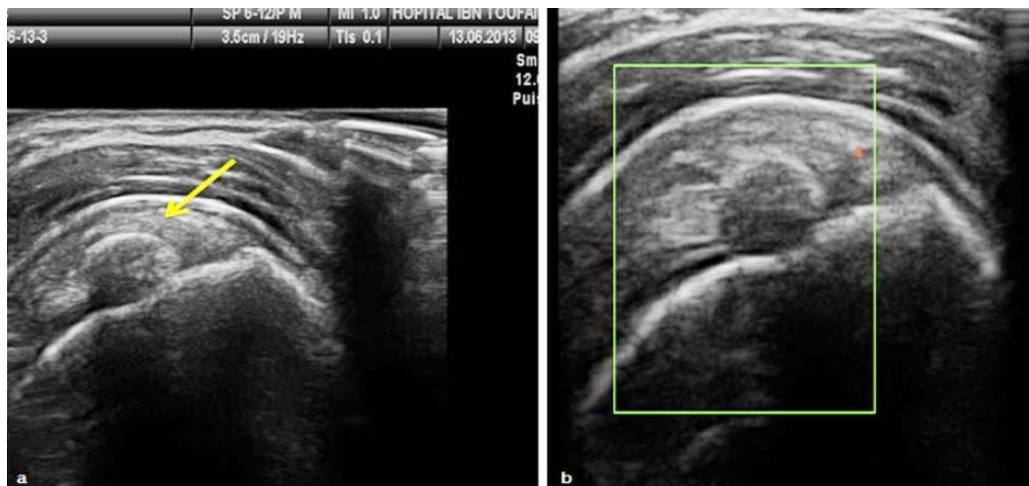


Figure 55: Coupe coronale oblique du supraspinatus. Tendinopathie calcifiante: épaississement hypoéchogène avec calcification intra-tendineuse (a) –flèche jaune– non active au doppler énergie (b).

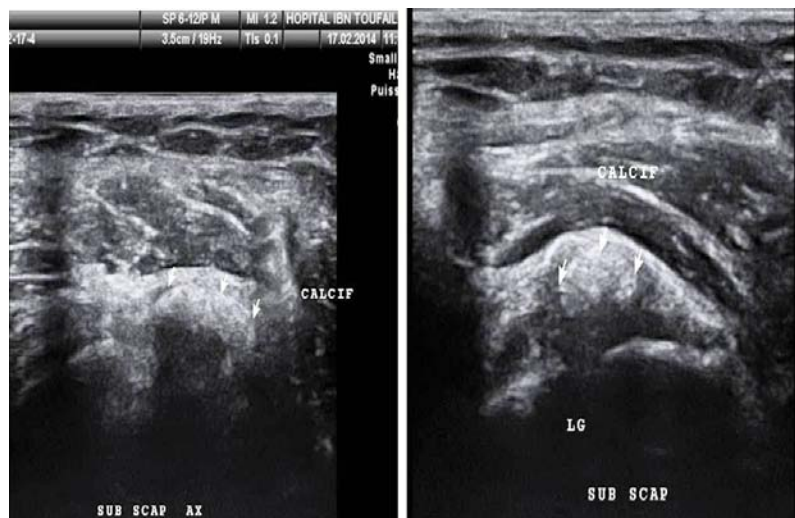


Figure 56: Coupe axiale et longitudinale antérieure du subscapularis. Tendinopathie calcifiante: volumineuse calcification du tendon subscapularis (flèche blanches).

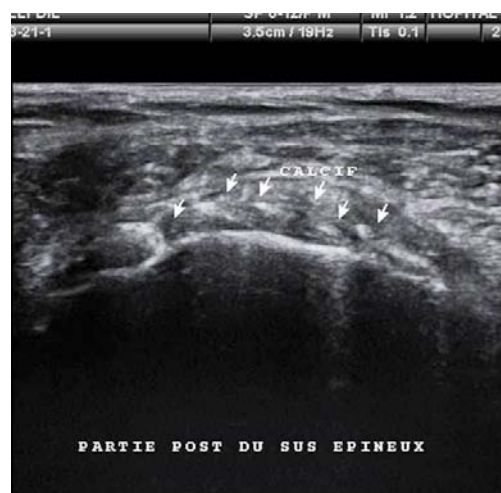


Figure 57: Coupe coronale oblique passant par la partie postérieure du tendon supraspinatus. Tendinopathie calcifiante: zones hypoéchogènes avec calcifications au niveau de la partie postérieure du tendon supraspinatus.

5. Les ruptures tendineuses:(figure 58)

- L'atteinte du tiers antérieur du tendon supraspinatus représente la localisation de prédilection des ruptures de la coiffe.

- Les lésions partielles peuvent souvent se compléter pour devenir transfixiantes, avec un potentiel d'extension postérieure au tendon infraspinatus, au teres minor, ou rarement en avant, aux tendons de la longue portion du biceps et au subscapularis.
- Les signes échographiques de lésions tendineuses sont identiques aux différents tendons de la coiffe des rotateurs, hormis quelques particularités.

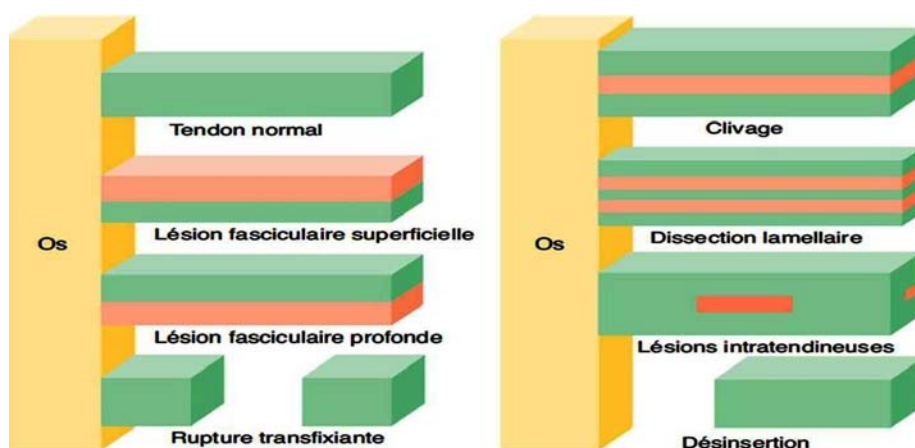


Figure 58: Différentes lésions anatomiques d'un tendon (enthèse et corps tendineux) [10].

5.1. La rupture du tendon supraspinatus : [58, 59, 60]

a. La rupture non transfixiante :

Elle se regroupe en trois types de lésions :

a-1 La fissure intra-tendineuse : (figure 59-61)

- Elle se développe dans les fibres tendineuses (laissant le bord superficiel et le bord capsulaire exempts de lésion).
- Elle se présente comme une zone arciforme linéaire hypoéchogène.
- Elle est mieux visible si le patient est détendu (position du bras le long du corps).

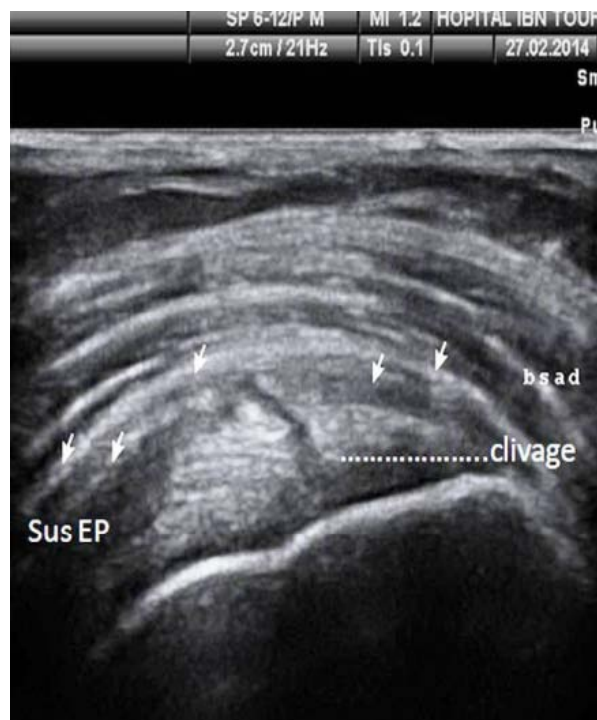


Figure 59: Coupe coronale oblique du supraspinatus. Tendinopathie non calcifiante: clivage dans l'épaisseur du tendon du supraspinatus associé à une BSAD.

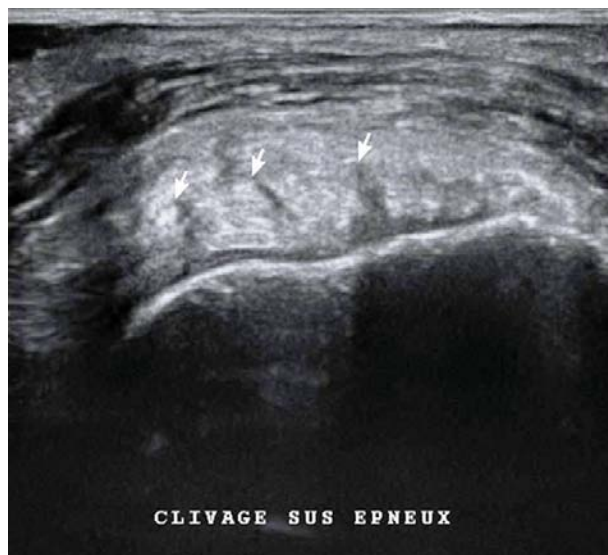


Figure 60 : Coupe coronale oblique du supraspinatus : Tendinopathie avec plusieurs lignes de clivage dans l'épaisseur du tendon du supraspinatus.

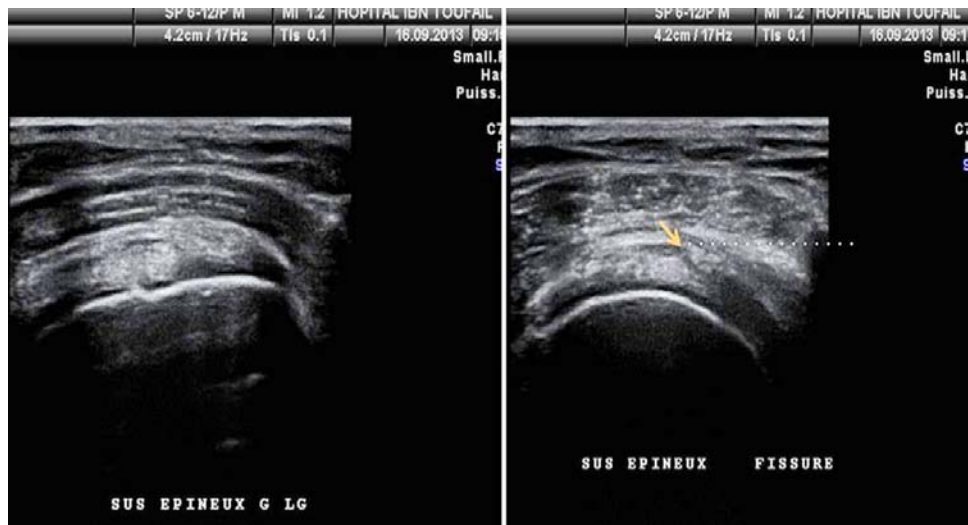


Figure 61 : Coupe coronale oblique du supraspinatus. Fissuration intra-tendineuse: zone hypoéchogène de forme linéaire (flèche).

a-2 Les ruptures partielles :

❖ La rupture partielle superficielle : (figure 62)

- Elle atteint préférentiellement la moitié antérieure du supraspinatus, rendant parfois sa distinction d'une tendinopathie focale difficile.
- Elle n'intéresse que le bord superficiel du tendon.
- Elle se voit bien dans les deux plans de coupe.
- Elle doit être suspecte devant :
 - Des signes directs :
 - o Remaniement hypoéchogène focal le plus souvent à proximité du trochiter.
 - o Perte de la convexité du tendon.
 - o Perte focale de la convexité normale de la graisse péri-bursale sous forme d'un méplat, voire d'une dépression.
 - Des signes indirects :
 - o L'amaigrissement du tendon.

- o Les désinsertions des fibres superficielles
- o L'épanchement de la BSAD.
- o Le conflit sous acromial associé, responsable de la perte de la convexité du tendon.

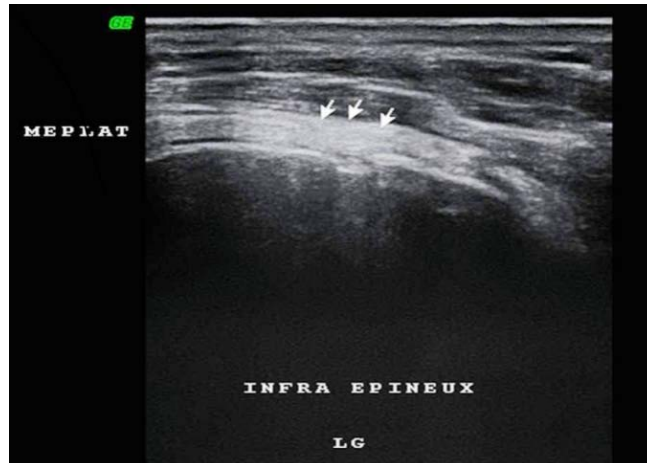


Figure 62 : Coupe axiale du tendon infraspinatus: Rupture partielle superficielle du tendon infraspinatus réalisant un méplat de la face superficielle du tendon.

❖ La rupture partielle profonde: (figure 63)

- Elle siège à la jonction entre cartilage céphalique et partie médiale de la zone d'insertion.
- Elle est secondaire souvent à des lésions d'enthésopathie.
- Elle se voit mieux sur les coupes longitudinales.

Son diagnostic est posé devant :

- Des signes directs:
 - o Une zone hypoéchogène, voire hétérogène au niveau de l'enthèse, correspondant à une interruption partielle des fibres tendineuses.
 - o Un épanchement intra-articulaire.
- Des signes indirects :
 - o Présence d'un épanchement intra-articulaire.

- o Irrégularité de la surface osseuse (corticale de la grosse tubérosité).
- o Interface hyperéchogène à la surface du cartilage.



Figure 63: Coupe coronale oblique du supraspinatus : Rupture partielle profonde: zone anéchogène entraînant une perte de la régularité des fibres tendineuses.

b. La rupture transfixiante :(figure 64-71)

- C'est une rupture qui traverse toute l'épaisseur du tendon, allant donc de la face superficielle à la face profonde et se voit dans les deux plans de coupe.

Au stade aigu :

- La rupture tendineuse prend un aspect tuméfié hypoéchogène et hétérogène.
- Le siège exact est parfois difficile à préciser. Ainsi, son diagnostic est fondé sur un ensemble de signes :
 - Des signes directs :
 - o L'absence de visualisation de fibres continues.
 - o Le défaut anéchogène pouvant contenir des microbulles, ou hypoéchogène bien limité, parfois hyperéchogène au sein du tendon avec ou sans rétraction de ce dernier.
 - o Les zones anéchogènes traversant le tendon.

- o L'amincissement, ou la pseudo-atrophie du tendon correspond au remplacement incomplet du défaut par un matériel échogène (fibrose, synoviale épaissie...)
- o Le méplat tendineux ou marche d'escalier.



Figure 64: Coupe sagittale oblique du supraspinatus: Rupture transfixiante: aspect concave du tendon du supraspinatus « méplat » avec interruption complète des fibres tendineuses remplacée par une zone liquidienne anéchogène (flèches blanches) associé à des irrégularités de la corticale osseuse (flèches bleues).

- Des signes indirects :
 - o L'érosion du tubercule majeur.
 - o L'épanchement intra-articulaire, associé à la bursite sous acromio-deltoïdienne.
 - o Le signe de l'interface cartilagineuse (signe du double cortical).
 - o L'absence de jonction entre le versant superficiel du supraspinatus et la partie latérale de la zone d'insertion.
 - o L'hernie du deltoïde (bombement vers le bas de ses fibres profondes).
 - o L'atrophie musculaire.

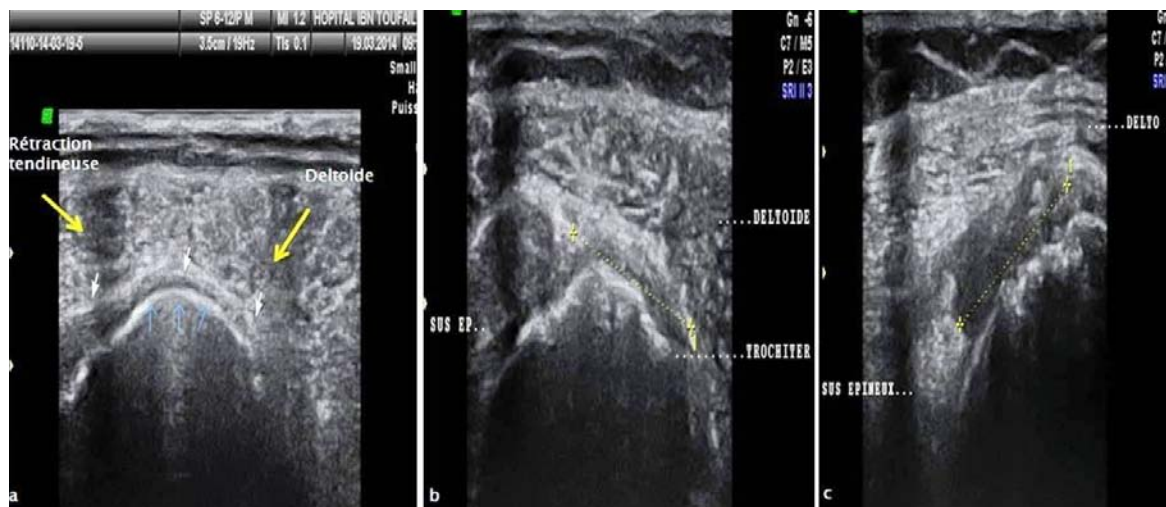


Figure 65: Coupe coronale oblique (a, b) et sagittale oblique (c) du supraspinatus: Rupture transfixiante: défaut du tendon supraspinatus avec rétraction tendineuse et contact de la tête humérale (flèches bleues) avec le deltoïde.



Figure 66: Coupe coronale oblique du supraspinatus: Rupture transfixiante: interruption des fibres tendineuses « méplat » (flèches blanches) avec irrégularité des corticales osseuses en regard (***).



Figure 67: Coupe sagittale oblique du supraspinatus. Rupture transfixiante avec individualisation de l'interface os-cartilage.



Figure 68: Coupe coronale oblique (a) et sagittale oblique (b) du supraspinatus. Rupture transfixiante: solution de continuité au niveau du tendon du supraspinatus réalisant un méplat (flèches blanches) avec rétraction tendineuse (**).

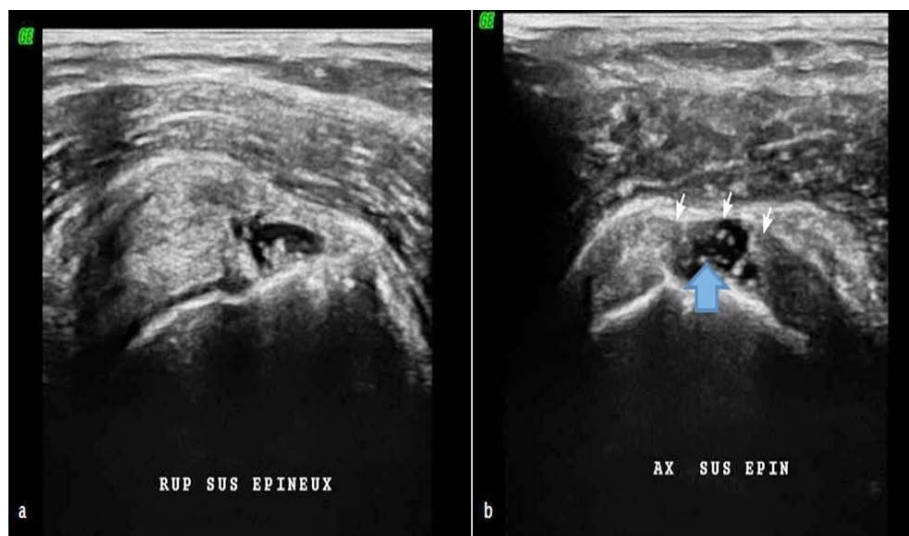


Figure 69: Coupe coronale oblique (a) et sagittale oblique (b) du supraspinatus. Rupture transfixiante : solution de continuité au niveau du tendon du supraspinatus remplacée par une zone anéchogène (flèches blanches) qui contient des microbulles (flèche bleue).

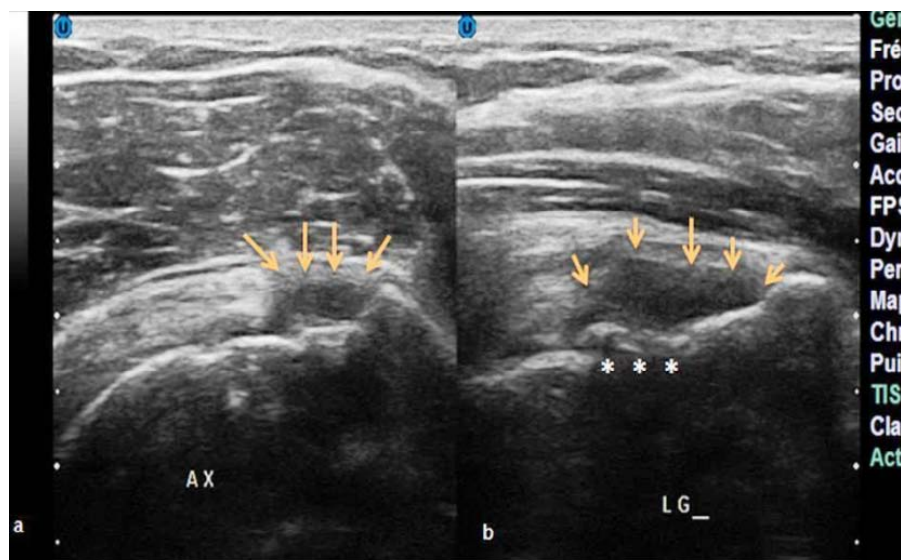


Figure 70: Coupe axiale (a) et longitudinale du subscapularis. Rupture transfixiante: défaut du tendon remplacé par une zone anéchogène (flèches oranges), corticale irrégulière (***)

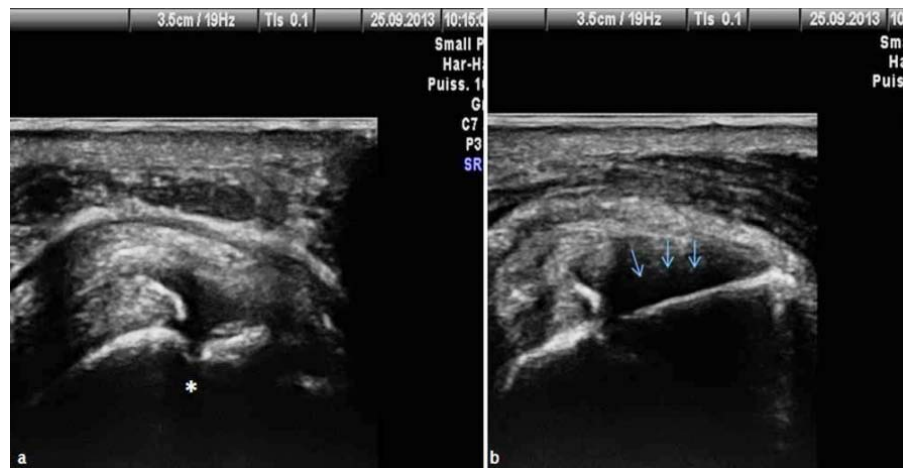


Figure 71: Coupe axiale (a) et longitudinale (b) du subscapularis. Rupture transfixiante: défaut anéchogène du tendon subscapularis (flèches bleues), corticale irrégulière (*).

5.2. Cas particuliers :

a. La rupture transfixiante du tendon de l'infraspinatus :

- Diagnostiquer au stade aigu (absence du méplat et ou disparition tendineuse).
- Conclure devant la présence de signes indirects :
 - Tuméfaction hypoéchogène diffuse
 - Signe du double épanchement.
 - Absence de croisement.
 - Trop belle visualisation du cartilage huméral.

b. La désinsertion du subscapularis:

Les signes échographiques en faveur sont :

- La présence d'une tuméfaction mal limitée, hypoéchogène et hétérogène au près de la facette d'insertion du trochin.
- Luxation médiale du tendon du chef long du biceps.

6. La pathologie de la longue portion du biceps : [62]

6-1 La tendinopathie: (figure 72)

– Les signes échographiques en faveur de la tendinopathie de la longue portion du biceps sont :

- La perte du caractère ovalaire du tendon ; devenant arrondie, épais et hypoéchogène.
- La présence parfois d'un épanchement liquidien réactionnel qui l'entoure.
- La présence parfois de microvacuoles et de fissurations intra-tendineuses.



Figure 72: Coupe longitudinale du tendon du long biceps.
Tendinopathie du LBP: tendon épaissi hypoéchogène.

6-2. La ténosynovite:

Mêmes signes échographiques précédents associés à une vascularisation périphérique au doppler énergie.

6-3 La rupture :

- Elle est fréquente chez l'homme plus que la femme.

- Elle survient le plus souvent sur une coiffe dégénérative lors de mouvement de supination, de lancer, ou la chute bras en extension.
- Elle se manifeste par l'absence du tendon au niveau de la gouttière bicipitale.

6-4 La luxation et la subluxation: (figure 73)

- Elles se définissent comme tel :
 - La subluxation, c'est quand le tendon est accolé à la berge médiale de la coulisse, associé à une perte du triangle hypoéchogène de séparation.
 - La luxation correspond au déplacement du tendon en dedans ou médialement à la coulisse.
 - La luxation peut accompagner une pathologie du tendon du subscapularis (rupture, désinsertion), ou une lésion de la poulie ligamentaire de l'intervalle des rotateurs.



Figure 73: Coupe axiale de la longue portion du biceps. Subluxation du tendon du long biceps: perte du caractère ovalaire du tendon qui est dévié de la coulisse avec perte du triangle de sécurité.

7. L'amyotrophie : [63, 64, 65] (figure 74)

- L'analyse de l'épaisseur des fibres musculaires est à la base du diagnostic de l'amyotrophie.
- Les muscles par la suite apparaîtront :
 - Plus minces et plus échogènes que du côté normal.
 - Avec perte de leur aspect biconvexe.

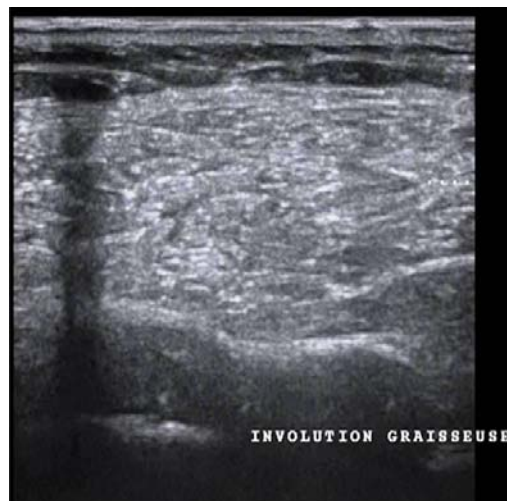


Figure 74: Coupe axiale antéro-supérieure. Dégénérescence graisseuse: hypotrophie et infiltration graisseuse du corps musculaire.

8. La dégénérescence graisseuse musculaire :[63, 64, 65] (figure 74)

- Les signes échographiques en faveur d'une dégénérescence graisseuse sont :
 - La perte du volume musculaire par rapport au coté contre-latérale.
 - La présence d'un remaniement hyperéchogène.
 - La perte de la différenciation entre les fibres musculaires et les cloisons fibro-conjonctives.

9. Les anomalies des contours osseux : (figure 75)

- Le remaniement dégénératif du trochiter donne un aspect irrégulier et hypertrophique en cas de souffrance de la coiffe des rotateurs.
- L'irrégularité des berges osseuses de la coulisse bicipitale peut participer à l'irritation du tendon long biceps.
- L'articulation acromio-claviculaire peut être siège de :
 - Lésions d'arthrose (irrégularités des corticales, ostéophytes) pouvant être source de conflit antéro-supérieur.
 - Synovite active ou non active au doppler couleur.
 - Tuméfaction ou épanchement de l'articulation.

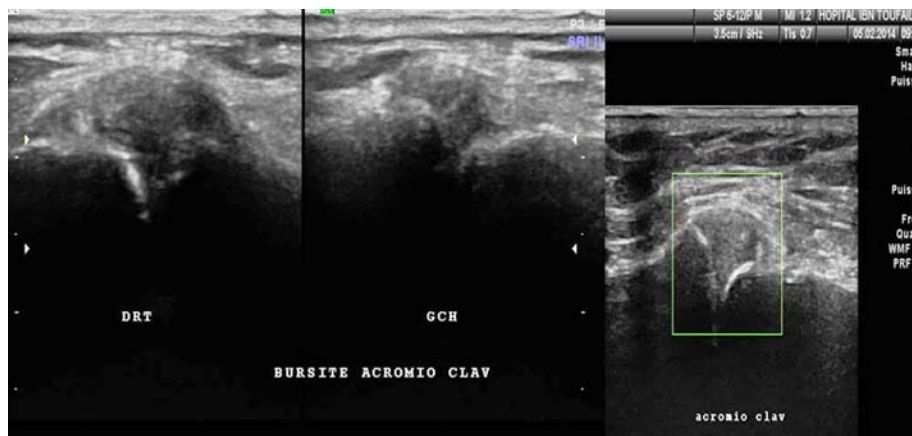


Figure 75: Coupe axiale supérieure sur les deux articulations acromio-claviculaires :
Synovite de l'articulation acromio-claviculaire droite non active au doppler couleur.

- Diastasis, décalage des corticales, ou d'un signe de Geyser (kyste intra-synovial) témoignant d'une rupture ancienne de la coiffe.

10. Le labrum et les kystes para-articulaires : [66]

La réalisation de coupe postérieure horizontale passant par l'échancrure spino-glénoïdienne permet de rechercher un kyste postérieur, pouvant comprimer le nerf suprascapulaire.

Mais on ne peut pas encore se fier à cette technique pour rechercher une pathologie spécifique du labrum.

L'arthro-scanner et l'IRM restent les plus performants dans la détection des différentes lésions labrales.

11. Les conflits : [67, 68, 69]

Ils sont mis en évidence par les manœuvres dynamiques.

11-1 Le conflit antéro-supérieur : (figure 76, 77)

Conflit sous acromial, conflit de Neer ou également nommé impingement syndrome.

- Le conflit antéro-supérieur se manifeste par un défaut de glissement du tendon supraspinatus sous la voute acromiale, prolongée vers l'avant par le ligament acromio-coracoïdien.
- Le siège exact de ce conflit est repéré par l'échographie dynamique.
- Les étiologies de ce conflit sont :
 - L'épaississement ou l'épanchement de la BSAD > 2mm.
 - L'épaississement du LAC.
 - La brièveté du LAC (<20 mm).
 - L'hypertrophie du trochiter.
 - L'acromion agressif.
 - L'hypertrophie ou les calcifications intra-tendineuses du supraspinatus.

- La présence d'ostéophytes en sous acromial.
- Les lésions de la face superficielle ou la rupture du supraspinatus.
- Le contact anormal entre le supraspinatus, l'acromion et le LAC.

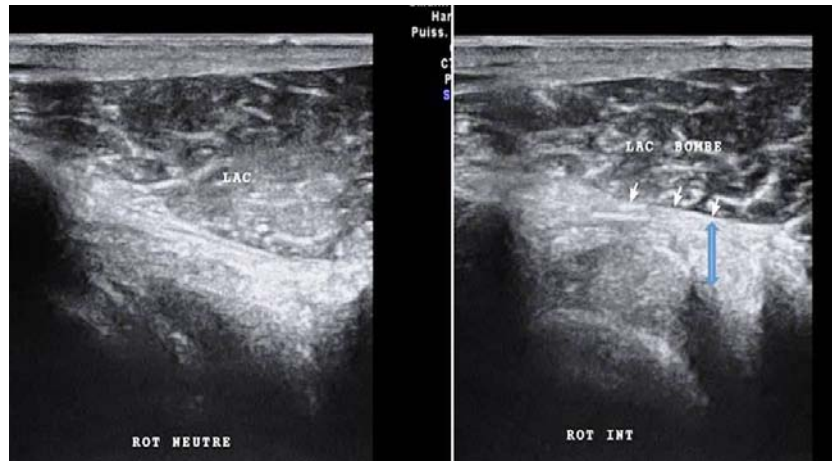


Figure 76: Coupes dynamiques axiale antéro-supérieure en rotation interne: Aspect épaissi (flèche bleue) et bombé du LAC.

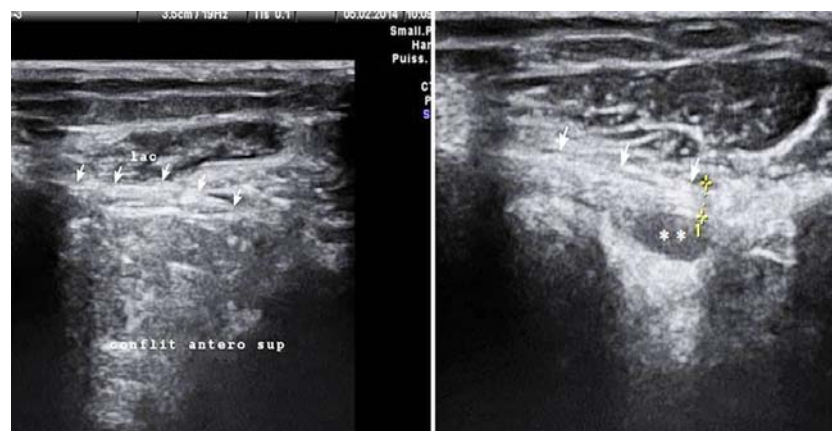


Figure 77: Coupes longitudinales supérieures dynamiques. Conflit antéro-supérieur: aspect épaissi et bombé du LAC en rotation interne sur BSAD (**).

11-2 Le conflit antérieur-interne:(figure 78, 79, 80)

- Il résulte d'un conflit entre l'apophyse coracoïde et le tendon subscapularis (qui a du mal à coulisser sous la coracoïde).

- Il est diagnostiqué sur une coupe axiale dynamique entre la face superficielle du subscapularis et l'apophyse coracoïde, bras le long du corps et en s'aidant de mouvements de rotation interne-externe.

On recherche alors:

- Une diminution de l'espace coraco-huméral ($N > 6\text{mm}$).
- Une anomalie acquise, telle une calcification hypertrophique.

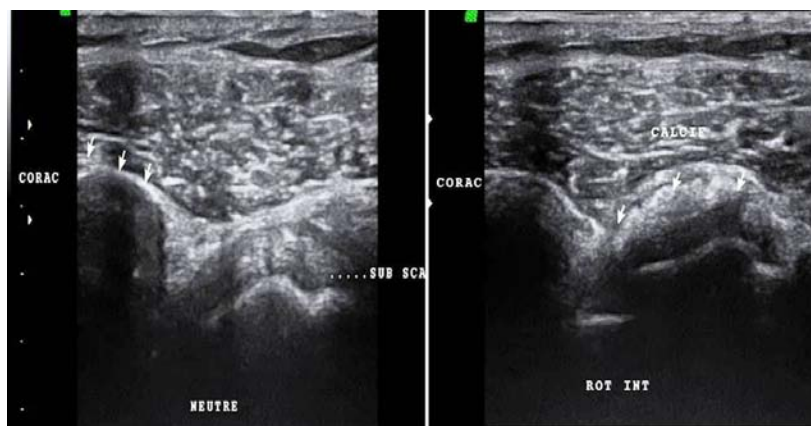


Figure 78: Coupes axiales dynamiques: Conflit antéro-interne entre le tendon subscapularis et l'acromion (sur une calcification du tendon subscapularis).



Figure 79: Coupe axiale supérieur en rotation interne: Volumineuse BSAD (***) à contenu anéchogène responsable d'un conflit antéro-interne gênant le passage du subscapularis sous la coracoïde.



Figure 80: Coupe axiale dynamique supérieure:
Conflit antéro interne lors de la rotation interne sur une BSAD.

- Une tendinopathie du subscapularis.
- Il est dû à :
 - L'augmentation du volume du tendon subscapularis.
 - La présence parfois d'une calcification.
 - L'épaississement des parois de la BSAD qui vient encore accentuer le conflit.

11-3 Le conflit postéro-supérieur (de Walch) :

Il traduit la présence de:

- Lésion du bourrelet postérieur.
- Rupture non transfixiante de la face profonde de la partie antérieure de l'infraspinatus et de la partie postérieure du supraspinatus.
- Remaniements géodiques et remodelage du versant postéro-supérieur de la glène et de la tête humérale.
- Epanchement intra-articulaire.

12. La capsulite rétractile : [71, 72, 73, 74, 75] (figure 81)

- Le diagnostic de la capsulite est essentiellement clinique.
- Le diagnostic est le plus souvent posé tardivement devant la réduction des amplitudes articulaires passives et actives dans tous les secteurs de mobilité, ainsi que la succession de trois phases :
 - Douleur intense durant de 1 à 3 mois installée de façon aiguë sans cause particulière.
 - Raideur qui dure en général de 2 à 6 mois.
 - Récupération qui prend entre 12 à 30 mois.
- Il est important de distinguer :
 - Les capsulites primitives qui touchent souvent la femme entre 40 et 65 ans.
 - Les capsulites secondaires à une maladie de système, à une lésion de la coiffe des rotateurs, ou à une pathologie régionale.
- L'échographie sera réalisée dans le but d'éliminer d'autres causes de douleur telle une rupture.
- La capsulite est étudiée sur des coupes sagittales sur l'intervalle des rotateurs et sur la partie haute de la coulisse bicipitale.
- L'échographie peut montrer :
 - Un halo hypoéchogène (>4mm) entourant le tendon du long chef du biceps, traduisant un épaissement des éléments capsulo-ligamentaires de l'intervalle des rotateurs.
 - Une vascularisation plus importante de l'intervalle des rotateurs et du récessus sous-coracoïdien objectivée par l'étude Doppler.
 - Une bursite sans conflit.
 - Un épaissement irrégulier à contours flous de la capsule postérieure et surtout du ligament coraco-huméral.

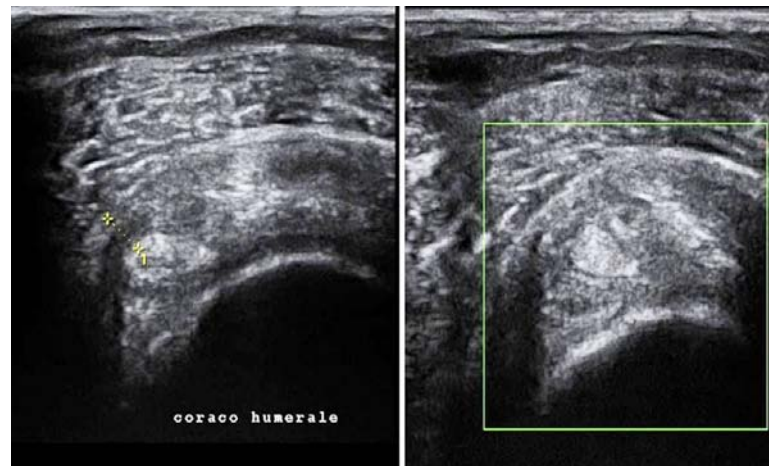


Figure 81: Coupe au niveau de l'intervalle des rotateurs. Capsulite rétractile: épaissement du ligament coraco-huméral > 4mm non actif au doppler couleur.

13. La neuropathie de l'épaule :[89, 90]

- La neuropathie de l'épaule représente 2% des épaules douloureuses des sportifs (sports d'armes, de lancer surtout).
- Le diagnostic est souvent difficile à poser.

13-1 Le syndrome du nerf sus-scapulaire : [91, 92]

- Il est le résultat de la compression du nerf sus-scapulaire au niveau de l'échancrure coracoïdienne le plus souvent, voire parfois au niveau de l'échancrure spino-glénoïdienne.
- Et ce, suite à des microtraumatismes par compression et étirement, ou bien par macrotraumatisme.
- Il a comme conséquence une atteinte du muscle supra et infraspinatus.

Au stade pré-amyotrophique, on aura cliniquement :

- Une douleur postérieure ;
- Une baisse de la performance.
- Un cross arm test positif.
- Un déficit de la force de la rotation externe.

- Un déficit proprioceptif.

Au stade amyotrophique :

- L'échographie aidera à poser le diagnostic positif, en confirmant la présence d'une amyotrophie de la fosse supra et ou infra-épineuse.
- Le muscle paraîtra alors plus minces et plus échogène, avec perte de son aspect biconvexe.

13-2 La paralysie du nerf Charles Bell(ou nerf grand dentelé) :

- Elle résulte d'un étirement majeur lors de mouvement de l'élévation antérieure du bras (tennis, bowling...).
- Elle se manifeste cliniquement par :
 - Une douleur postérieure.
 - Un défaut de fixation de l'omoplate contre la cage thoracique (scapula alata).
 - Une limitation des amplitudes articulaire de la gléno-humérale par défaut de rotation de l'omoplate.
- Le nerf axillaire peut être comprimé dans l'espace quadrilatère.
- Le teres minor et parfois le deltoïde sont atteints par la dénervation.
- Les signes échographiques en faveur d'une neuropathie sont :
 - L'œdème et l'amyotrophie du territoire concerné.
 - La présence d'un kyste paralabral.
 - Le conflit comprimant le nerf subscapulaire, entraînant une dénervation du supra et de l'infraspinatus.
- L'électromyogramme :
 - confirmera l'atteinte.
 - localisera son niveau.
 - Eliminera les autres diagnostics différentiels (lésion de la coiffe, atteinte radiculaire du C5-C6, syndrome de Parsonnage Turner).

L'ÉCHOGRAPHIE INTERVENTIONNELLE

I. Introduction : [93-97]

- Le guidage échographique des actes interventionnels est l'un des privilèges majeurs de l'échographie.
- L'infiltration de la bourse sous acromiale et la ponction aspiration dans le cadre d'une périarthrite calcifiante représentent les indications les plus fréquentes au niveau de l'épaule.
- La réalisation nécessite une connaissance parfaite de l'anatomie et des différentes pathologies de l'épaule.

1. Avantages : [98]

- Peu onéreuse, d'accès facile.
- Non irradiante.
- Peu invasive.
- Pas de risque d'allergie au produit de contrast iodé.
- Grande précision et moins de douleur lors de réalisation de ponctions, drainages et infiltrations, que ça soit péri-tendineuse ou intra-synoviale, car le suivi de l'aiguille se fait en temps réel évitant par la suite au maximum toute lésion vasculo-nerveuse.

Pour ce, un nombre de règle doit être respecté afin de garantir son efficacité et son innocuité.

2. Déroulement du geste :

2.1 Interrogatoire :

- Elle doit précéder tout geste, on recherchant :
 - Une prise médicamenteuse (anticoagulant, antiagrégant plaquettaire).
 - une maladie (diabète, infection actuelle) pouvant entraîner des complications à son décours.
- Elle doit informer le patient sur :
 - Le déroulement du geste.
 - Les risques inhérents du geste (saignement, hématome, infection, allergie au produit injecté, décompensation du diabète, augmentation transitoire de la douleur dans les deux premiers jours).
- Une nouvelle échographie doit être le 1^{er} temps d'une infiltration, dans le but de :
 - Confirmer le diagnostic.
 - Eliminer un diagnostic différentiel.
 - Vérifier la faisabilité de l'infiltration sous échographie.

2. 2. Procédure de l'infiltration:

- L'infiltration ne nécessite pas de jeun préalable.
- Le patient doit venir muni de son dossier d'imagerie, de son ordonnance et doit être capable de joindre un médecin, en cas de complication dans les jours qui suivent l'infiltration.
- Les artères et les nerfs sont repérés en mode Doppler couleur ou Doppler énergie, afin de les éviter.
- La ponction est réalisée sous anesthésie locale si nécessaire et avec asepsie stricte afin d'éviter les complications infectieuses (bavette, charlotte,

désinfection cutanée large et soigneuse –Bétadine* alcoolique ou chloréxidine si allergie–, champ troué, désinfection soigneuse des mains, gants et gel stériles).

- Le repos relatif de 48h du site infiltré est la règle et rarement un arrêt de travail.

2-3 Installation du patient:

- Le patient doit toujours être allongé pour éviter les chutes en cas de malaise.
- Le coté à infiltrer doit être proche de l'échographe.
- La zone à infiltrer doit être à hauteur du bras de l'opérateur.
- L'ajustement de la hauteur du lit s'exige pour chaque infiltration

2-4 Échographe:(figure 82).

Le choix de la sonde dépend du site à injecter, généralement la même que celle utilisée pour le temps diagnostic.

- Un système est généralement utilisé dans le but de suspendre la sonde au dessus de la zone à infiltrer (bras articulé), ce qui rend possible de travailler avec les mains libres.
- Un système de prise d'image par pédalage est également utilisé.



Figure 82: Le bras articulé fixé sur l'échographe (flèche) [94].

2-5 Règles générales : [99, 100]

- Asepsie draconienne indispensable.
- Choix des voies d'abord qui ont fait leurs preuves, avec moins de lésions vasculo-nerveuses.
- Choix raisonnable des aiguilles :
 - 21G : pour les infiltrations de la BSAD, les ponction-lavages des calcifications de type 2 ou 3 et l'infiltration de l'articulation gléno-humérale.
 - 19G : pour les ponction-lavages des tendinopathies calcifiantes (calcifications type 1).
 - 25G de type sous cutané, orange : pour l'infiltration de l'articulation acromio-claviculaire.
- Repérage du point de ponction par une croix, de la zone et de la direction selon laquelle la sonde sera mise en place par un trait.

2-6 Principes de ponction :

- Ne jamais injecter dans le tendon.
- Proscrire les injections sous pression.
- Injecter les dérivés cortisonnés idéalement dans la gaine tendineuse, dans une bourse péri-tendineuse, ou à défaut de gaine ou de bourse, au contact du tendon pathologique.
- Trajet de l'aiguille doit être parallèle à la sonde pour une meilleure visualisation de la première, son extrémité sera repérée grâce au « tips » hyperéchogène, des petits mouvements de va-et vient de l'aiguille aident à son repérage, ainsi que l'injection éventuelle d'une petite quantité d'air, de sérum physiologique ou d'anesthésiant.

2-7 Produits injectés:

- Produits anesthésiants : chlorhydrate de lidocaïne.
- Dérivés cortisoniques à action retard injectable:
 - Acétates de prednisolone : ayant une action atrophiante faible et recommandées pour les infiltrations péri-tendineuses.
 - Triamcinolone hexacétonide : a effet atrophiant très important, indiqué dans le traitement local des arthrites inflammatoires ou microcristallines et contre indiqué en cas de pathologie péri-articulaire.
 - Bétaméthasone et cortivazol : médicament le plus utilisé, doté d'excellentes propriétés anti-inflammatoires et donc antalgiques, avec peu de toxicité permettant d'augmenter la dose selon les besoins. Il n'y a pas d'accidents digestifs avec la cortisone. Elle est autorisée pendant la grossesse.
- Hyaluronate de sodium :
 - C'est un traitement de fond des arthroses douloureuses.
 - Utilisé en cas d'échec ou contre-indications aux anti-inflammatoire non stéroïdiens.
 - Peut être précédée d'infiltration de corticoïde.
 - Utilisé en une à trois injection par semaine.
 - Doté d'effet prolongé : 6 à 12 mois.

3. Critères de réussite : (figure 83).

- L'authentification d'un gonflement ou d'une cavité par le liquide injecté.
- La visualisation de mouvements browniens et de bulles de gaz (scintillement hyperéchogène fusant de part et d'autre de la pointe de l'aiguille pendant l'injection).

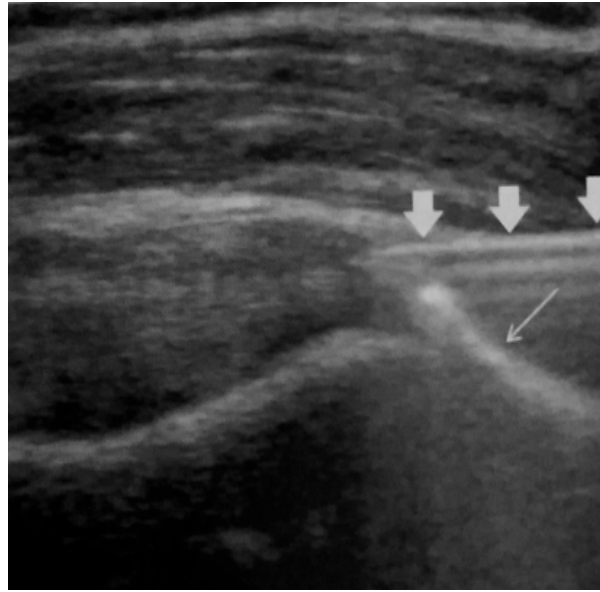


Figure 83: Coupe coronale du tendon supraspinatus avec une ligne de gaz dans la BSAD (flèches) [94].

II. Différents gestes réalisés:[101, 102, 103, 104]

1. Infiltration de dérivés cortisoniques de la bourse sous-acromio-deltoidienne :(figure 84).

- Elle est utilisée en cas de :
 - Bursopathie.
 - Conflits sous-acromiaux.
 - Lésions de la face superficielle du tendon supraspinatus.
- Elle consiste en une distension de la bourse par de la lidocaïne à 0,5% en un premier temps, puis par une ampoule de cortivazol.

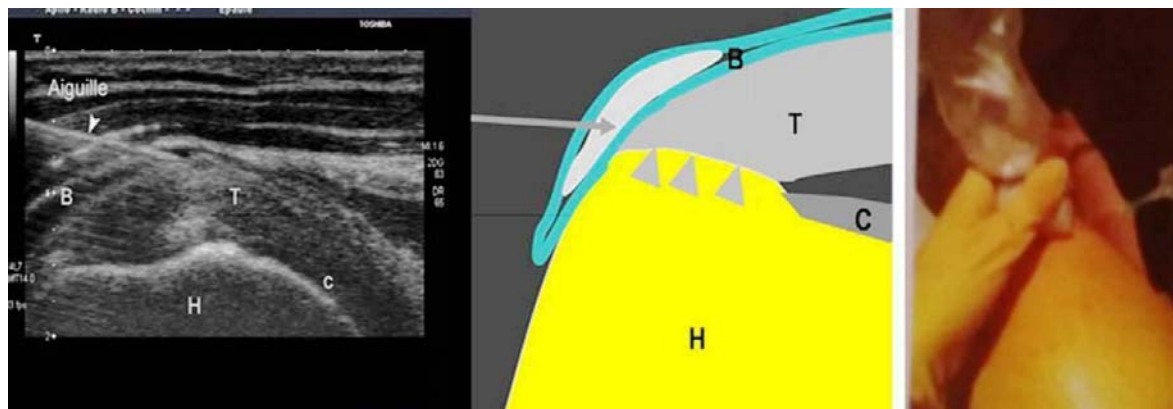


Figure 84: Technique d'infiltration de la bourse sous acromio-deltoïdienne sous guidage échoscopique. Vue frontale du tendon supraspinatus (T). B: BSAD, H : humérus, C : cartilage céphalique [94].

2. Ponction-lavage-aspiration (PLA) : (figure 85)

Elle consiste à:

- Amener la calcification en regard du point d'entrée antérieur de l'aiguille, en mobilisant l'épaule.
- Anesthésier la bourse sous-acromiale.
- Injecter une ampoule de cortivasol.
- Avancer ensuite l'aiguille au sein de la calcification pour tenter une aspiration et un « lavage » à la lidocaïne.

Une importante quantité de matériel calcique retiré au cours de la ponction est un facteur de bon pronostic.

- La raideur articulaire est une contre-indication relative à la PLA.
- Les ultrasons et la radiothérapie anti-inflammatoire sont d'intérêt discuté.

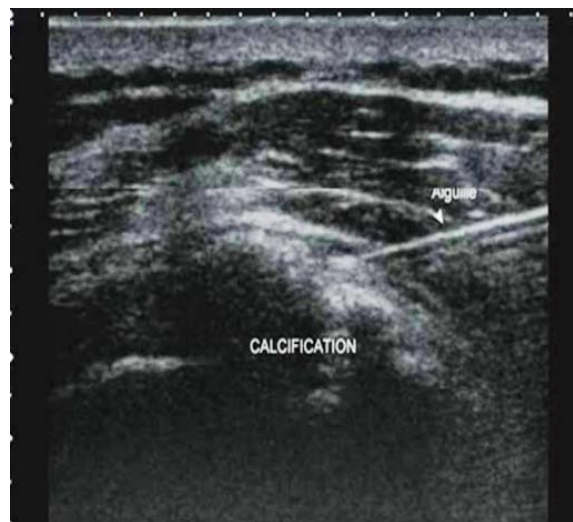


Figure 85: Ponction-aspiration d'une calcification tendineuse du supraspinatus: L'aiguille est placée au sein de la calcification sous contrôle échoscopique [94].

3. Infiltration de l'articulation acromio-claviculaire: (figure 86)

- La voie d'abord est antérieure.
- La sonde est placée dans un plan sagittal.
- L'injection en intra-articulaire d'une demi-ampoule de cortivasol se fait au dessus de l'articulation.

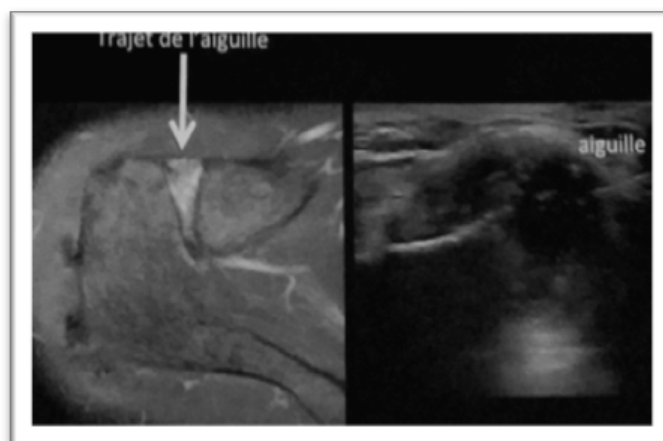
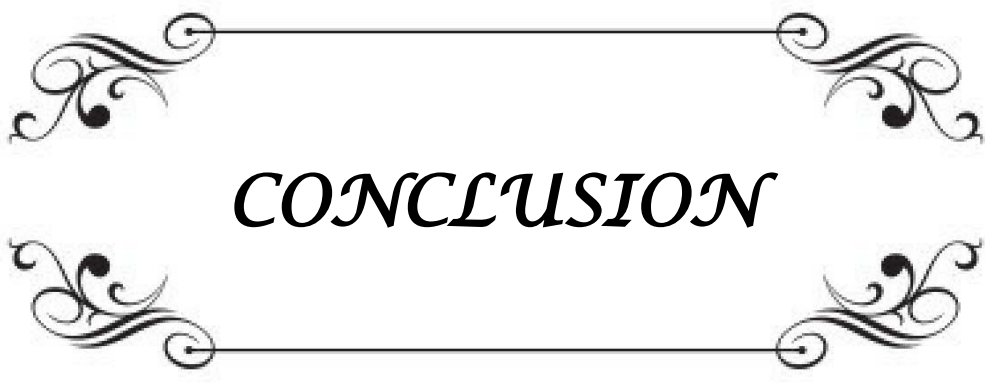


Figure 86: Infiltration de l'articulation acromio-claviculaire par voie antéro-postérieure directe [94].

4. Infiltration de l'articulation gléno-humérale:

- Réalisation en cas de capsulite rétractile ou d'arthrose de l'articulation gléno-humérale.
- Coupe transversale postérieure, au dessous de l'épine de la scapula.
- Injection en intra-articulaire d'une ampoule de dérivés cortisoniques, ou arthrodistension à la lidocaïne.



CONCLUSION

Un examen clinique minutieux et précis permet de bien guider et de choisir le protocole adapté à chaque cas, d'où l'intérêt d'une collaboration étroite avec les cliniciens notamment les traumatologues et les rhumathologues.

L'échographie pratiquée de façon rigoureuse après une formation adaptée est un outil très fiable pour l'analyse des tendons, des ligaments et des parties molles périphériques de l'épaule.

Précédée par des clichés de radiographie standard, elle permet de démembrer la plupart des pathologies de l'épaule.

Le CD-ROM d'autoformation à l'échographie normale et pathologique de l'épaule prend par conséquent tout son intérêt et a pour but de démontrer toute l'importance ainsi que l'intérêt que détient l'échographie.

Ce bilan initial permet d'orienter la prise en charge et de sélectionner les candidats à l'imagerie en coupe (IRM ou arthroscanner) qui doit être réservée au bilan préopératoire ou aux cas non résolus.

Le guidage échographique des actes interventionnels permet une précision et une sécurité quasi-optimale, mais cela impose une parfaite connaissance de l'anatomie de la pathologie et une maîtrise de la technique.



RÉSUMÉS

Résumé :

La pathologie dégénérative de l'épaule est très fréquente que ce soit chez les sportifs ou autres. Les lésions sont très variées et peuvent être complexes. L'échographie constitue en complémentarité avec les radiographies standards, le gold standard pour le bilan lésionnel d'une épaule douloureuse.

Notre travail a consisté en l'élaboration d'un CD-ROM d'autoformation de l'échographie normale et pathologique de l'épaule, afin de fournir un outil pédagogique pratique à la disposition des médecins en formation, des généralistes et spécialistes en radiologie, traumatologie orthopédie, rhumatologie et médecins rééducateurs. Il apporte une aide à la compréhension et à l'interprétation sémiologique des différentes lésions.

Le CD-ROM contient les modules théoriques suivants : un rappel anatomique, physiologique et physiopathologique; un rappel des différentes manifestations cliniques ; les avantages, limites et techniques de l'examen échographique ; un rappel de la radio-anatomie normale ; un chapitre détaillé des lésions dégénérative de la coiffe des rotateurs notamment : les lésions tendineuses, les atteintes bursales, osseuses, les conflits.

Avec un chapitre portant sur les différentes lésions pouvant être associées (LPB, capsulite rétractile, neuropathie de l'épaule) et enfin un chapitre sur l'échographie interventionnelle.

Le tout est illustré en une iconographie riche faite de plus de 114 images d'échographie normale et pathologique de l'épaule, 109 images colligées en deux ans au service de radiologie au CHU Mohamed VI, ce qui représente 95.6% du total des images, uniquement 5 images échographiques empruntées à la littérature (4.3%). 14 schémas illustratifs figurent également dans le CD-ROM.

Summary

The degenerative disease of the shoulder is very common either in athletes or others. The lesions are varied and can be complex. Ultrasound is complementary to standard X-rays, the gold standard for the assessment of the lesions of a painful shoulder. Our work consisted in the development of a self-study CD-ROM normal and pathological ultrasonography of the shoulder, to provide a practical teaching tool available to doctors in training, general practitioners and specialists in radiology, trauma orthopedics, rheumatology and rehabilitation doctors. It provides assistance to the understanding and interpretation of the different semiotic tears.

The CD-ROM contains: the following theoretical modules: an anatomical reminder, physiological and physiopathological; a reminder of the different clinical manifestations; the benefits, limitations and dice technical ultrasound examination; a reminder of the normal radio-anatomy; a detailed chapter of degenerative lesions of the rotator cuff include: tendon injuries, bursales damage, bone, conflict, and finally a chapter on different lesions can be associated (LPB, adhesive capsulitis, shoulder neuropathy) ; and finally a chapter on interventional ultrasound.

All illustrated with a rich iconography made of 114 normal and pathological ultrasound images of the shoulder, 109 pictures collected in two years in the radiology department at the University Hospital Mohamed VI, representing 95.6% of total images only 5 ultrasound images taken from the literature (4.3%). 14 illustrative diagrams are also included in the CD-ROM.

ملخص

إن أمراض الكتف التنكسية شائع و متنوع جدا ويمكن أن يكون معقدا. الموجات فوق الصوتية هي مكمل لصور الأشعة القياسية ومعيار الذهب لاستعراض آفات الكتف التنكسية. يتألف عملنا في تطوير قرص مدمج للدراسة الذاتية للموجات فوق الصوتية العادية والكتف المرضية، لتوفير أداة تعليمية للأطباء في التدريب، والممارسين العاميين والاختصاصيين في الأشعة، و جراحة العظام، والروماتيزم والترويض. و المساعدة في فهم وتفسير الأعراض المختلفة. القرص المضغوط يحتوي على عدة وحدات نظرية وإيقونية التالية: تذاكير تشريحية و فيسيولوجية و فيزيوباثولوجية، فوائد وقيود تقنية الموجات فوق الصوتية; تذكير راديو تشريحي عادي وفصل مفصل للأمراض التنكسية للكتف. وأخيرا فصل في الموجات فوق الصوتية التدخلية.

كما يحتوي القرص المضغوط على عدة وحدات إيقونية غنية مصنوعة من أكثر من 114 صور الموجات فوق الصوتية العادية وغير العادية للكتف أي ما يعادل 95.6%، و التي جمعت في سنتين في قسم الأشعة في المستشفى الجامعي محمد السادس، فقط 4.3% اقترضت من الأدب. تلقى عدد كبير من هؤلاء المرضى علاجات موجهة بالأمواج فوق الصوتية في نفس المستشفى.

BIBLIOGRAPHIE

1. **DUFOUR M.**
Anatomie de l'appareil locomoteur tome 2.
Masson 2009.
2. **KAMINA P.**
Précis d'anatomie Clinique tome 3.
Maloine 2004.
3. **BRIZON J, CASTAING J.**
Les feuillets d'anatomie, fascicule 4.
Maloine 2006.
4. **BRIZON J, CASTAING J.**
Les feuillets d'anatomie, fascicule 8.
Maloine 1996.
5. **NETTER F H.**
Atlas d'anatomie humaine.
Masson 2007 membre supérieure :396-401.
6. **POUSSANGE N, PELE N, HAUGER O, AMORETTI N.**
Echographie et capsulite rétractile: mise au point.
Echographie de l'appareil locomoteur, Sauramps médical :199.
7. **MANSAT M, FOURNIÉ B, RAILHAC JJ.**
L'épaule douloureuse en rhumatologie.
La lettre de l'observatoire du mouvement 2010 ; N° 35.
8. **WAVREILLE.G, FONTAINE.C.**
Tendon normal : anatomie, physiologie.
Elsevier Masson, Appareil locomoteur 2008.
9. **JELLAD A, BOUAZIZ M.A, SALAH S, MIGAOU H, SALAH Z.B.**
Épidémiologie de l'épaule douloureuse en milieu de médecine physique et réadaptation ambulatoire.
Journal de Réadaptation Médicale: Pratique et Formation en Médecine Physique et de Réadaptation 2011;31:59-64.

10. **BARD.H.**
Tendinopathies : étiopathogénie, diagnostic et traitement.
EMC-appareil locomoteur 2012 ; 7(2):1-18.
11. **PALLOT A, MORICHON A.**
Supra-épineux 2.0, de son intégrité à sa rupture : physiopathologie, évaluation et traitement.
Kinésithérapie 2013;13:33-40.
12. **HURT G, BAKER CL.**
Calcific tendinitis of the shoulder.
Orthopedic Clinics of North America 2003; 34:567-75.
13. **RICHARD BLANCHET.**
L'épaule, évaluation de base anamnèse ciblée, examen en moins de deux minutes.
Le Médecin du Québec 2003;38.
14. **LASBLEIZ S, QUINTERO N, EA K, PETROVER D, AOUT M, LAREDO J.D et al.**
Diagnostic value of clinical tests for degenerative rotator cuff disease in medical practice.
Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 2014;57:228-243.
15. **MARRE JP, LOISEAU D.**
Diagnostic de l'épaule douloureuse.
Fascicule de rhumatologie Mai 2001.
16. **KAMPEN D, BERG T, WOUDE H, CASTELEIN R.M, SCHOLTES V, TERWEE C.**
The diagnostic value of the combination of patient characteristics, history, and clinical shoulder tests for the diagnosis of rotator cuff tear.
Journal of Orthopedic Surgery and Research 2014;9:70.
17. **BEAUDREUIL J, BARDIN T, ORCEL P, GOUTALLIER D.**
L'histoire naturelle ou l'évolution sous traitement conservateur.
des ruptures dégénératives de la coiffe des rotateurs.
Revue du Rhumatisme 2007;74:1231-1234.
18. **OTTENHEIJM R, HESSELMANS N, KEMPER A, MOSER A, DE BIE R.A et al.**
Perspectives on the diagnostic work-up in patients with shoulder pain: a qualitative study.
Journal of Evaluation in Clinical Practice 2014;20: 239-245.

19. **GOUTALIER D.**
Les pathologies de l'épaule : lésion de la coiffe des rotateurs.
78e réunion de la SOFCOT. Paris novembre 2003.
20. **AMIT S, MASLAH A, SRIRAM S, BOTCHU R.**
Improving efficiency and decreasing scanning time of sonographic examination of the shoulder by using a poster illustrating proper shoulder positioning to the patient.
Journal of Clinical Ultrasound 2015; 43(7):417–20.
21. **MOOSIKASUWAN JB, MILLER TT, BURKE BJ.**
Rotator cuff tears: clinical, radiographics and US findings.
Radiographics 2005; 25(6):1591–607.
22. **GOUPILLE P, ANGER C, COTTEY P, FOUQUET B, SOUTIF D, VALAT JP.**
Valeur des radiographies standards pour le diagnostic de rupture de la coiffe des rotateurs de l'épaule.
Revue du rhumatisme et des maladies ostéo-articulaires 1993;60:440–4.
23. **DENIS A, VIAL J, SANS N, LOUSTAU O, CHIAVASSA-GANDOIS H, RAILHAC JJ.**
Radiographies de l'épaule : les incidences utiles en pratique courante.
Journal de Radiologie 2008;89:620–32.
24. **SINTZOFF S.**
Valeur diagnostique des radiographies simples dans la pathologie de l'épaule (calcifications, tendinopathie, rupture de la coiffe, capsulite rétractile, instabilité, arthrose) : Incidences nécessaires et suffisantes, coût, irradiation.
Revue du rhumatisme et des maladies ostéo-articulaires 1997; 64(2):3–10.
25. **LAREDO J.D, WYBIER M, BELLAICHE L, CHRETIEN J.**
Savoir faire en radiologie ostéo-articulaire.
Sauramps Médical 2006; 28–51.
26. **RAILHAC JJ, SANS N, RIGAL A, CHIAVASSA H, GALY-FOURCADE D, RICHARDI G ET AL.**
La radiographie de l'épaule de face stricte en décubitus dorsal intérêt dans le bilan des ruptures de la coiffe des rotateurs.
Journal de radiologie 2001; 82(9): 979–885.
27. **NAREDO E, IAGNOCCO A**
Why use ultrasound in rheumatology?
Rheumatology 2012; 51.

28. **TUITE MJ, TOIVONEN DA, ORWIN JF, WRIGHT DH.**
Acromial angle on radiographs of the shoulder: correlation with the impingement syndrome and rotator cuff tears.
American Journal of Roentgenology 1995; 165:609-13.
29. **PARLIER-CUAU C, PETROVER D, CHAMPSAUR P, LAREDO J.D.**
Anatomie radiologique des muscles et tendons de la coiffe des rotateurs.
Journal de Radiologie 2009; 90 :1220.
30. **SANS N, LAPEGUE F.**
Épaule, chapitre 4.
Echographie musculo-squelettique 2014 : 53-92.
31. **BRASSEUR JL, TARDIEU M.**
Echographie du système locomoteur.
Masson 2007.
32. **BIANCHI S, MARTILONI C.**
Ultrasound of the musculoskeletal system.
Medical Radiology 2007.
33. **AÏSSA A, KANOUN S, ALOUINI R, BOUALLÈGUE W, BEN LASSOUAD A, ALLANI M.**
Échographie versus arthroscanner dans le bilan des ruptures de la coiffe des rotateurs.
Feuilles de Radiologie 2015 ;55 :59.
34. **NABETANI Y, WATANABE T, TERABAYASHI N, HIROSE A, NOHISA Y, SHINODA K et al.**
Diagnostic ability of ultrasonography for The rotator cuff tear: comparison with ultrasonography and MRI findings.
The Japanese Journal of Clinical Pathology 2014; 62(1):31-37.
35. **BASHIR S, FIRDOSE S.R, KAMAL Y, KHAN H.A, ARORA M, GUL S et al.**
Correlation between High Resolution Ultrasonography and MRI in Rotator Cuff Tear Diagnosis.
International Journal of Health Sciences and Research 2014; 4(8): 103-112.
36. **SALEHI, MARDANPOUR M-G, REZAEI M, MORADI N.**
Comparison of diagnostic value of ultrasonography versus magnetic resonance imaging in the diagnosis of shoulder rotator cuff muscles tears.
Journal Scientific of Kurdistan University of Medical Sciences 2014;19:108-113.

37. **CODSI M.J, SCOTT A, SCALISE J, MCDONNELL MOOREHEAD T, BENJAMIN MA.**
Assessment of rotator cuff repair integrity using ultrasound and magnetic resonance imaging in a multicenter study.
Journal of Shoulder and Elbow Surgery 2014;23:1468-1472.
38. **RUTTEN M.J, SPAARGAREN G.J, VAN LOON T et al.**
Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound.
European Radiology 2010; 20:450-7.
39. **TEEFY S.A, MIDDLETON W.D, PAYNE W.T et al.**
Detection and measurement of rotator cuff tears with sonography: analysis of diagnostic errors.
American journal of Roentgenol 2005; 184: 1768-73.
40. **CHANG E.Y, SZEVERENYI N.M, STATUM S, CHUNG C.B.**
Rotator Cuff Tendon Ultrastructure Assessment With Reduced-Orientation Dipolar Anisotropy Fiber Imaging.
Musculoskeletal Imaging 2014;202, N° 4.
41. **YAMAMOTO A, TAKAGISHI K, KOBAYASHI T, SHITARA H, ICHINOSE T, TAKASAWA E et al.**
The impact of faulty posture on rotator cuff tears with and without symptoms.
Journal of Shoulder and Elbow Surgery 2014.
42. **KARTHIKEYAN S, RAI S, PARSONS H, DREW S, SMITH C, GRIFFIN D.**
Ultrasound dimensions of the rotator cuff in young healthy adults.
Journal of Shoulder and Elbow Surgery 2014;23:1107-1112.
43. **IAGNOCCO A, FILIPPUCI E, SAKELLARIOU G, CECCARELLI F, DI GESO L, CARLI L, RIENTE L et al.**
Ultrasound imaging for the rheumatologist XLIV: Ultrasound of the shoulder in healthy individuals.
Clinical and Experimental Rheumatology 2013; 31(2):165-71.
44. **BRASSEUR JL, MONTAGNOND D, HACQUAND B, TARDIEU M.**
Échographie ostéoarticulaire de l'épaule.
Journal de radiologie 2000; 81(3) : 330-345.

45. **IAGNOCCO A, CECCARELLI F, PERRICONE C, VALESINI G.**
The role of ultrasound in rheumatology.
Semin Ultrasound CT MR 2011; 32(2):66–73.
46. **ALLEN G.M.**
Shoulder ultrasound imaging—integrating anatomy, biomechanics and disease processes.
European Journal of Radiology 2008; 68(1):137–146.
47. **TAN S, FAIRBAIRN K, KIRK J, LIONG W.**
Shoulder ultrasound.
Biomedical Imaging and Intervention Journal 2006; 2(4):58.
48. **PETRANOVA T, VLAD V, PORTA F, RADUNOVIC G, MICU M.C, NESTOROVA R et al.**
Ultrasound of the shoulder.
Med Ultrason 2012; 14(2):133–140.
49. **GRASSI W, SALAFFI F, FILIPPUCCI E.**
Ultrasound in rheumatology.
Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2005; 19(3):467–485.
50. **WANNES W, JEMNI S, BENZARTI H, FRIQUI S, OSMAN W, FRIGUI S, et al.**
Pathologie de la coiffe des rotateurs : confrontation diagnostic clinique et constatations échographique.
Journal de Réadaptation Médicale : Pratique et Formation en Médecine Physique et de Réadaptation 2015 ;35 :117–123.
51. **BRASSEUR JL, ZEITOUN E, GAULT V, RENOUX J, MERCY G.**
Que retenir de l'échographie de la coiffe des rotateurs.
Savoir faire en radiologie ostéoarticulaire, N°14. Sauramps Médical, Montpellier, 2012; 49–66.
52. **SANS N, LAPEGUE F, ZEITOUN E.**
Echographie des pathologies de l'épaule.
Formation médicale continue 2009.
53. **VUILLEMIN V.**
Echographie de l'intervalle des rotateurs.
Journal de Radiologie 2009 ;90 : 1290–1291.
54. **HINSLEY H, NICHOLLS A, DAINES M, WALLACE G, ARDEN N, CARR A.**
Classification of rotator cuff tendinopathy using high definition ultrasound.
Muscles Ligaments Tendons J 2014; 4(3): 391–397.

55. **IBRAHIM F, PETROU C.**
Ultrasound for the detection of full-thickness rotator cuff tears: the learning curve for an orthopaedic surgeon using a novel training method Anastasiou et al.
Shoulder & Elbow 2014.
56. **SACCOMANNO M, SALVATORE M, GRASSO A, MILANO G.**
Full-Thickness Rotator Cuff Tears.
Shoulder Arthroscopy: Principles and Practice, Springer 2014: 289–306.
57. **MATAVA M.J, PURCELL D.B, RUDZKI J.R.**
Partial-thickness rotator cuff tears.
The American Journal of Sports Medicine 2005; 33:1405–17.
58. **JACOBSON JA, LANCASTER S, PRASAD A, VAN HOLSBEECK MT, CRAIG JG, KOLOWICH P.**
Full-thickness and partial-thickness supraspinatus tendon tears: value of US signs in diagnosis.
Radiology 2004; 230:234–42.
59. **GUÉRINI H, FERMAND M, GODEFROY D, FEYDY A, CHEVROT A, MORVAN G.**
Aspect échographique des lésions non transfixiantes du tendon supra-épineux.
Revue du rhumatisme monographies 2010 ;77 :213.
60. **GUERINI H, FEYDY A, CAMPAGNA R.**
Echographie des tendons de la coiffe en mode harmonique: les clivages sont-ils enfin visibles?
Journal de radiologie 2008; 89 :333.
61. **LE GOFF B, BERTHELOT J.M, GUILLOT P, GLÉMAREC J, MAUGARS Y.**
Évaluation des tendinopathies calcifiantes de la coiffe des rotateurs par échographie : comparaison entre épaules symptomatiques et asymptomatiques.
Revue du Rhumatisme 2010 ;77 : 485–491.
62. **CHANG K.V, CHEN W.S, WANG T.G, HUNG C.Y, CHIEN K.**
Associations of Sonographic Abnormalities of the Shoulder with Various Grades of Biceps Peritendinous Effusion (BPE)
Ultrasound in Medicine & Biology 2014;40:313–321.
63. **KHOURY V, CARDINAL E, BRASSARD P.**
Atrophy and fatty infiltration of the supraspinatus muscle: sonography versus MRI.
American journal of Roentgenology 2008; 190:1105–11.

64. **SAFRAN O, DERWIN K.A, POWELL K, IANNOTTI J.P.**
Changes in rotator cuff muscle volume, fat content, and passive mechanics after chronic Detachment in a canine model.
Journal Bone Joint SurgAm 2005; 87:2662-70.
65. **HOMAS T.**
Pourquoi et quand réparer une lésion de la coiffe.
Getroa Opus XXXII : « l'épaule : une approche pluridisciplinaire », Sauramps Medical, Montpellier. 2005; 6:245-248.
66. **CLAVERT P.**
Pathologie du labrum de l'épaule: Pathologies of the glenoid labrum.
Conférences d'enseignement 2014: 27-35.
67. **MARISTELLA F, SACCOMANNO M, CARERI S, BARTOLI M, MILANO G.**
Subacromial Impingement.
Shoulder Arthroscopy 2014:263-275.
68. **BRASSEUR JL, LAZENNEC J.Y, TARDIEU M, RICHARD O, ROGER B, GRENIER P.**
Echographie dynamique de l'épaule dans les conflits antéro-supérieurs.
Revue Médicale; 1994 ; 6 : 622-633.
69. **FODOR D, POANTA L, FELEA I, REDNIC S, BOLOSIU H.**
Shoulder impingement syndrome: correlations between clinical tests and ultrasonographic findings.
70. **GLEYZE P, CLAVERT P, FLURIN P, LAPRELLE E, KATZ D, TOUSSAINT B et al.**
Prise en charge des raideurs de l'épaule : étude comparative prospective multicentrique des six principales techniques utilisées, à propos de 235 cas.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique 2011 ;97 :415-427.
71. **BEAUDREUIL J, LASBLEIZ S, EA K, HADDAD A, RICHETTE P, LAREDO J.D.**
Capsulite rétractile de l'épaule : valeur diagnostique de l'examen clinique de la mobilité active et passive avec pour référence le volume capsulaire gléno-huméral.
Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 2014;57:202.
72. **SALVATORE M, LATTE M, MILANO G, GRASSO A.**
Adhesive Capsulitis.
Shoulder Arthroscopy 2014:289-306.
73. **AMORETTI N, POUSSANGE N, LESBATS V, BOILEAU P, IANNESSI A, HAUGER O.**

- Intérêt de l'étude échographique du ligament coraco-huméral dans le diagnostic de capsulite rétractile.
Congrès 2010, Nice – France.
74. **BARCELO C, LAPEGUE F, LABARRE D, VIAL J, PONSOT A, CHIAVASSA-GANDOIS H et al.**
Mise au point sur la capsulite rétractile de l'épaule.
Congrès 2011. Toulouse – France.
75. **PAUL A, RAJKUMAR J.M**
The Inferior Capsule in the Management of a Frozen Shoulder.
Clinical Orthopaedics and Related Research 2014;472:4041.
76. **VLYCHOU M, DAILIANA Z, FOTIADOU A, PAPANAGIOTOU M, FEZOULIDIS I.V, MALIZOS K.**
Symptomatic Partial Rotator Cuff Tears: Diagnostic Performance of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging with Surgical Correlation.
Acta Radiologica. 2009;50:101–105.
77. **MATTHIEU J. C. M. RUTTEN G.J, TON VAN LOON S, MAARTEN C, DE WAAL M, LAMBERTUS A.M, GERRIT K, JAGER J.**
Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound.
European Radiology 2010; 20: 450–457.
78. **ZEITOUN E, RENOUX J, BRASSEUR J.L.**
Sémiologie échographique et douleur dans les ruptures de la coiffe.
Actualités en échographie de l'appareil locomoteur (tome 3) Sauramps Médical, Montpellier 2006 :37–46.
79. **BOUSSON V, CHAMPSAUR P.**
Imagerie ostéo-articulaire 2012.
80. **MONABANG C, KICHOUH M, BOULET C, DE MAESENEER M, DE MEY J.**
Anomalies échographiques de l'épaule chez des volontaires asymptomatiques.
Journée Française de Radiologie 2013 :18–22.
81. **GIRISH G, LOBO LG, JACOBSON JA, MORAG Y, MILLER B, JAMADAR DA.**
Ultrasound of the shoulder: asymptomatic findings in men.
American Journal of Roentgenology AJR Am J Roentgenol 2011; 197(4):713–9.
82. **MOOSMAYER S, SMITH HJ, TARIQ R, LARMO A.**

- Prevalence and characteristics of asymptomatic tears of rotator cuff: an ultrasonographic and clinical study.
The Journal of bone and joint surgery 2009;91(2):196–200.
83. **BERTHELEN N, MOSER T, MOUSSAOUI A, DOUZAL V.**
Diagnostic des ruptures de la coiffe des rotateurs : échographie ou arthro-scanner ?
Radiology 2007; 88:1576–8.
84. **CHELLI BOUAZIZ M, JABNOUN F, CHAABANE S, LADEB MF.**
Echographie versus arthro-scanner dans le diagnostic des ruptures communicantes de la coiffe des rotateurs.
Journal de Radiologie 2009; 90:1570–7.
85. **HOMIS M.B, JDS J, XS.**
Intérêt de l'étude échographique du ligament coraco-huméral dans les rétractions capsulaires.
GEL-GETROA, Sauramps 2005.
86. **FERMAND M, SIHASSEN C, MAUGET D et al.**
Ruptures hyperéchogènes de la coiffe des rotateurs.
Journal de radiologie 2005; 86:159–63.
87. **GOUPILLE P, GRIFFOUL I, MAMMOU S, MULLEMAN D.**
Les ruptures partielles de la coiffe des rotateurs: signification pathogénique et stratégie médico-chirurgicale actuelle.
Revue du rhumatisme monographies juin 2010 ;77 :209.
88. **NOEL E, BARTHELEMY, TAVERNIER T.**
Les calcifications "molles" de l'épaule. Intérêt de l'échographie.
Revue du rhumatisme monographies 2010 ;77 :205.
89. **FICHEZ O.**
DIU Pathologie locomotrice liée à la pratique du sport. Atteinte neurologique micro-traumatique de l'épaule.
Centre de rhumatologie et traumatologie du sport le St louis – SAINT RAPHAËL.
90. **COUDREUSE J.M, PARIER J.**
Pathologies du lancer : l'épaule et le coude.
Médecins du sport 2003 ;62:15–27.
91. **CLAVERT P, THOMAZEAU H.**

- Pathologies péri-articulaires du nerf supra-scapulaire.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique 2014 ;100 :384-387.
92. **COUDREUSE J.M, DUPONT P.**
Pathologie du nerf sus-scapulaire dans la pratique du volley-ball.
Journal de traumatologie du sport 1992 ; 9 : 55-62.
93. **JACOB D, CYTEVAL C, MOINARD M.**
L'échographie interventionnelle.
Journal de Radiologie 2005;86:1911-23.
94. **GUERINI H, MORVAN G, VUILLEMIN V, FEYDY A, DRAPÉ J.L, CHEVROT A.**
Interventional ultrasound guided procedures for musculoskeletal pathology.
E-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie 2009 ; 8 (2) : 48-54.
95. **CLAY M, LISSE A, SUDRE A, GAUDIN P.**
Place de l'échographie dans la rhumatologie interventionnelle.
Revue du Rhumatisme Monographies, 6 July 2015.
96. **COHEN M, JACOB D.**
L'échographie interventionnelle.
Journal de Radiologie 2007 ;88 :1223-1229.
97. **JACOB D, COHEN M.**
Echographie interventionnelle de l'épaule.
Journal de Radiologie 2009 ; 90 :1291.
98. **VUILLEMIN V, GUERINI H, MORVAN G.**
L'échographie interventionnelle musculo-squelettique. Le membre supérieur.
Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle 2012 ;93 :705-714.
99. **SANS N, LAPEGUE F.**
Échographie interventionnelle Chapitre 12.
Echographie musculosquelettique (2e édition), 2014 : 345-353.
100. **WEIDNER S, KELLNER W, KELLNER H.**
Interventional radiology and the musculoskeletal system.
Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2004; 18:945-56.
101. **HASHIUCHI T, SAKURAI G, SAKAMOTO Y, TAKAKURA Y, TANAKA Y.**

- Comparative survey of pain-alleviating effects between ultrasound-guided injection and blind injection of lidocaine alone in pain with painful shoulder.
Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery 2010; 130(7):847-52.
102. **MAUGARS Y, DARRIEUTORT-LAFFITE C, BERTHELOT J.M, LE GOFF B.**
L'asepsie en échographie interventionnelle.
Revue du Rhumatisme Monographies 2015.
103. **ADLER R.S, SOFKA C.M.**
Percutaneous ultrasound-guided injections in the musculoskeletal system.
Ultrasound Q 2003; 19:3-12.
104. **AINA R, CARDINAL E, BUREA N.J, AUBIN, BRASSARD P.**
Calcific shoulder tendinitis: treatment with modified US-guide fine-needle technique.
Radiology 2001; 221(2):445-61.
105. **GATT D, CHARALAMBOS P.**
Ultrasound-Guided Barbotage for Calcific Tendonitis of the Shoulder: A Systematic Review including 908 Patients Charalambous, Arthroscopy.
The Journal of Arthroscopic & Related Surgery 2014;30:1166-1172.
106. **SERAFINI G, SCONFIENZA LM, LACELLI F, SILVESTRI E, ALIPRANDI A, SANDANELLI.**
Rotator cuff calcific tendinitis: short-term and 10-year outcomes after two-needle us-guided percutaneous treatment.
Radiology 2009; 252:157-164.
107. **SABETI-ASCHRAF M, LEMMERHOFER B, LANG S, SCHMID M, FUNOVICS P.T, ZIAI P et al.**
Ultrasound guidance improves the accuracy of the acromioclavicular joint infiltration.
Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2011 Feb; 19(2):292-5.
108. **ATTHIEU J. C. M. RUTTEN1, GERRIT J. JAGER1 AND LAMBERTUS A. L. M. KIEMENEY.**
Musculoskeletal Imaging Ultrasound Detection of Rotator Cuff Tears: Observer Agreement Related to Increasing Experience.
Musculoskeletal Imaging 2010;195, N° 6.
109. **LAM TSE.P, WALTON J, MURRELL G.**
Ultrasound determination of rotator cuff tear reparability.
Shoulder & Elbow 2015; 18:28.
110. **TEMES WC, TEMES CLIFTON A, HILTON V, GIRARD L, STRAIT N, KARDUNA A.**
-

- Reliability and validity of thickness measurements of the supraspinatus muscle of the shoulder: an ultrasonography study.
Journal of Sport Rehabilitation 2014.
111. **OGULA H, BAYRAKTUTANA U, OZGOKCEA M, TUNCERB K, YUCEA I, YALCINA A, PIRIMOGLUA B et al.**
Ultrasound-guided shoulder MR arthrography: comparison of rotator interval and posterior approach.
Clinical Imaging 2014;38:11-17.
112. **IZADPANAH K, JAEGER M, MAIER D, SÜDKAMP N.P, OGON P.**
Preoperative planning of calcium deposit removal in calcifying tendinitis of the rotator cuff – possible contribution of computed tomography, ultrasound and conventional X-Ray.
BMC Musculoskeletal Disorders 2014; 15:385.
113. **PONCE B.A, KUNDUKULAM J.A, SHEPPARD E.D, DETERMANN J.R, MCGWIN G, NARDUCCI C.A et al.**
Rotator cuff crepitus: could Codman really feel a cuff tear?
Journal of Shoulder and Elbow Surgery 2014;23:1017-1022.
114. **MOOSMAYER S, SMITH H.J, TARIQ R, LARMO A.**
Prevalence and characteristics of asymptomatic tears of the rotator cuff: AN ULTRASONOGRAPHIC AND CLINICAL STUDY.
The Journal of Bone & Joint Surgery February 2009;91:196-200.
115. **DAHMI F.E, TOUIL N, LAHDIDI S, MOUJTAHID M, NECHAD N, OUARAB M.**
SLAP lésions : étude anatomique, présentation clinique et radiologique.
– Casablanca – Maroc. Congrès 2011.
116. **DELFORGE S, LECOQ B, HULET C, MARCELLI C.**
Section du ligament coraco-acromial par guidage échographique : étude cadavérique de 20 cas.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique 2014 ;100 :135-139.
117. **BACKHAUS M, BURMESTER G.R, GERBER T, GRASSI W, MACHOLD K.P, SWEN W.A et al.**
Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology.
Annals of the Rheumatic Diseases 2001; 60(7):641-649.

قسم الطبيب

أُقْسِمُ بِاللَّهِ الْعَظِيمِ

أَنْ أَر_اقِبَ اللَّهَ فِي مِهْنَتِي.

وَأَنْ أَصُونَ حَيَاةَ الْإِنْسَانِ فِي كَافَّةِ أَطْوَارِهَا فِي كُلِّ الظُّرُوفِ
وَالْأَحْوَالِ بِإِذْنِهِ وَسَعْيِي فِي اسْتِنْقَازِهَا مِنَ الْهَلَاكِ وَالْمَرَضِ
وَالْأَلَمِ وَالْقَلَقِ.

وَأَنْ أَحْفَظَ لِلنَّاسِ كِرَامَتَهُمْ، وَأَسْتُرَ عَوْرَتَهُمْ، وَأَكْتُمَ سِرَّهُمْ.
وَأَنْ أَكُونَ عَلَى الدَّوَامِ مِنْ وَسَائِلِ رَحْمَةِ اللَّهِ، بِإِذْنِهِ رِعَايَتِي الطَّبِيبَةِ
لِلْقَرِيبِ وَالْبَعِيدِ، لِلصَّالِحِ وَالطَّالِحِ، وَالصَّدِيقِ وَالْعَدُوِّ.

وَأَنْ أَثَابِرَ عَلَى طَلَبِ الْعِلْمِ، أَسَخَّرَهُ لِنَفْعِ الْإِنْسَانِ .. لَا لِأَذَاهِ.
وَأَنْ أَوْقَرَ مَنْ عَلَّمَنِي، وَأُعَلِّمَ مَنْ يَصْغُرَنِي، وَأَكُونَ أَخْتًا لِكُلِّ زَمِيلٍ فِي
الْمِهْنَةِ الطَّبِيبَةِ مُتَعَاوِنِينَ عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَى.

وَأَنْ تَكُونَ حَيَاتِي مِصْدَاقَ إِيمَانِي فِي سِرِّي وَعَلَانِيَتِي،

نَقِيَّةٍ مِمَّا يُشِينُهَا تَجَاهَ اللَّهِ وَرَسُولِهِ وَالْمُؤْمِنِينَ.

وَاللَّهُ عَلَى مَا أَقُولُ شَهِيدٌ

قرص مضغوط للموجات فوق الصوتية للكتف: التشريح الصوتي العادي و التشريح المرضي لآفات الكتف التنكسية.

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 02 / 12 / 2015

من طرف

السيدة سارة أسكوي

المزدادة في 26 نونبر 1988 بمراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: الكتف - علم التشريح - الموجات فوق الصوتية - الآفات التنكسية.

اللجنة

الرئيس

المشرف

الحكام

السيد **ي. ناجب**

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

م. والي ادريسي

أستاذة مبرزة في الفحص بالأشعة

ع. الفكري

أستاذ في الفحص بالأشعة

ف. آيت السي

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل

خ. كولالي ادريسي

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل