



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

Année 2021

Thèse N° 163

Coupes élémentaires en échographie ostéoarticulaire : Kit d'enseignement

THESE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE : 30/09/2021

PAR

Mr. **Ayoub MOUTAOAKIL**

Né le 19 Septembre 1995 à El Koudia El Beida

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Ostéoarticulaire – Anatomie – Echographie – Echoanatomie.

JURY

M. **Y. NAJEB**

Professeur de Traumato-orthopédie

PRESIDENT

Mme. **M. OUALI IDRISI**

Professeur de Radiologie

RAPPORTEUR

M. **A. MOUHSINE**

Professeur agrégé en Radiologie

JUGE

Serment d'Hippocrate

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

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato-orthopédie	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie-réanimation	FAKHIR Bouchra	Gynécologie-obstétrique
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillofaciale	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	GHOUNDALE Omar	Urologie
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADMOU Brahim	Immunologie	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	HAROU Karam	Gynécologie-obstétrique
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	JALAL Hicham	Radiologie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie-obstétrique	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie-réanimation

AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMAL Said	Dermatologie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMINE Mohamed	Epidémiologie-clinique	KISSANI Najib	Neurologie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AMRO Lamyae	Pneumo-phtisiologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie - Virologie	LAKMICHI MohamedAmine	Urologie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie-obstétrique	LAOUAD Inass	Néphrologie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie
BASSIR Ahlam	Gynécologie-obstétrique	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chirumaxillo faciale
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENELKHAIAIAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie - générale	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUFID Kamal	Urologie
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo-phtisiologie	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie-obstétrique	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie - chimie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio-Vasculaire	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOURRAHOUEAT Aicha	Pédiatrie	NEJMI Hicham	Anesthésie-réanimation

BOURROUS Monir	Pédiatrie	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
CHAFIK Rachid	Traumato-orthopédie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAKOUR Mohamed	Hématologie Biologique	QACIF Hassan	Médecine interne
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	QAMOUSS Youssef	Anesthésie-réanimation
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RADA Noureddine	Pédiatrie
DAHAMI Zakaria	Urologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie-réanimation	ROCHDI Youssef	Oto-rhino-laryngologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie-réanimation
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SAMLANI Zouhou r	Gastro- entérologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SARF Ismail	Urologie
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillofaciale	SORAA Nabila	Microbiologie - Virologie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie-obstétrique
EL HAOURY Hanane	Traumato-orthopédie	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	TAZI Mohamed Illias	Hématologie-clinique
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	YOUNOUS Said	Anesthésie-réanimation
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	ZOUHAIR Said	Microbiologie
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	ZYANI Mohammed	Médecine interne

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie
AIT BATAHAR Salma	Pneumo-phtisiologie	FAKHRI Anass	Histologie-embryologie cytogénétique
ALJ Soumaya	Radiologie	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	KADDOURI Said	Médecine interne
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
BELBACHIR Anass	Anatomie-pathologique	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie - Réanimation	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo-phtisiologie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	OUBAHA Sofia	Physiologie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio-vasculaire	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation

EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
-----------------	--------------------	----------------	-------------

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	EL-QADIRY Rabiyy	Pédiatrie
ABOULMAKARIM Siham	Biochimie	ESSADI Ismail	Oncologie Médicale
ACHKOUN Abdessalam	Anatomie	FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio-organique
AIT ERRAMI Adil	Gastro-entérologie	FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique
AKKA Rachid	Gastro - entérologie	HAJHOUI Farouk	Neurochirurgie
ALAOUI Hassan	Anesthésie - Réanimation	HAJJI Fouad	Urologie
AMINE Abdellah	Cardiologie	HAMMI Salah Eddine	Médecine interne
ARROB Adil	Chirurgieréparatrice etplastique	Hammoune Nabil	Radiologie
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	HAMRI Asma	Chirurgie Générale
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	JALLAL Hamid	Cardiologie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	JANAH Hicham	Pneumo-phtisiologie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
BELARBI Marouane	Néphrologie	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	LAHMINI Widad	Pédiatrie
BELGHMAIDI Sarah	OPhtalmologie	LALYA Issam	Radiothérapie
BELLASRI Salah	Radiologie	LAMRANI HANCH Asmae	Microbiologie-virologie
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	MAOUJOUD Omar	Néphrologie
BENZALIM Meriam	Radiologie	MEFTAH Azzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie - Virologie

CHAHBI Zakaria	Maladies infectieuses	NASSIH Houda	Pédiatrie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
CHETTATI Mariam	Néphrologie	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
DAMI Abdallah	Médecine Légale	RAGGABI Amine	Neurologie
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
DOUIREK Fouzia	Anesthésie-réanimation	REBAHI Houssam	Anesthésie - Réanimation
EL- AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	RHARRASSI Isam	Anatomie- pathologique
EL AMIRI My Ahmed	Chimie de Coordination bio- organique	ROUKHSI Redouane	Radiologie
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	SALLAHI Hicham	Traumatologie- orthopédie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	SAYAGH Sanae	Hématologie
EL GAMRANI Younes	Gastro-entérologie	SBAAI Mohammed	Parasitologie- mycologie
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie mycologie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL HAMZAOUI Hamza	Anesthésie réanimation	SIRBOU Rachid	Médecine d'urgence et de catastrophe
EL KHASSOUI Amine	Chirurgie pédiatrique	WARDA Karima	Microbiologie
ELATIQUI Oumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- vasculaire
ELJAMILI Mohammed	Cardiologie		

LISTE ARRÊTÉE LE 01/02/2021



DEDICACES



*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 ma très chère sœur et à mon très cher frère

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.

**À tous mes oncles et leurs épouses À toutes mes tantes et leurs époux
À tous mes cousins et cousines**

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.



**A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE
MONSIEUR LE PROFESSEUR Y. NAJEB
PROFESSEUR DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE
TRAUMATO-ORTHOPEDIE
CHU MOHAMMED 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 MAITRE ET RAPPORTEUR DE THESE
MADAME LE PROFESSEUR M. OUALI IDRISI
PROFESSEUR DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
DE RADIOLOGIE**

CHU MOHAMMED 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 MAITRE ET JUGE DE THESE MONSIEUR LE
PROFESSEUR A. MOUHSINE**

PROFESSEUR AGREGE DE RADIOLOGIE

CHU MOHAMMED VI- MARRAKECH

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 maitre, en l'expression de notre grande considération.

**A TOUT LE PERSONNEL MEDICAL ET
PARAMEDICAL DU SERVICE DE RADIOLOGIE.**



ABBREVIATIONS



Liste des abréviations

ELAS	:	Epine iliaque antérosupérieure
ELAI	:	Epine iliaque antéroinférieure
IPD	:	Interphalangienne distale
IPP	:	Interphalangienne proximale
LCM	:	Ligament collatéral médial
LCL	:	Ligament collatéral latéral
LEL	:	Long extenseur de l'hallux
MCP	:	Métacarpo-phalangienne
TFLA	:	Tenseur du fascia lata



PLAN



INTRODUCTION	01
MATÉRIELS & MÉTHODES	03
I. Objectif Du Travail	04
II. Méthode De Travail	04
RÉSULTATS	07
I. Le kit d'enseignement	08
II. Le contenu du kit d'enseignement	08
1. Les modules théoriques	08
2. L'iconographie	09
3. Le guide d'utilisation du CD-ROM	11
DISCUSSION	14
Échographie de l'épaule	15
I. Introduction	15
II. Rappel anatomique	15
1. Les os	15
2. Les muscles de l'épaule	17
3. Les articulations de l'épaule	19
III. Technique d'examen et résultats normaux	22
1. Techniques de base	22
2. Région antérieure	22
3. Région antérosupérieure	27
4. Région postérieure	30
Échographie du coude	35
I. Introduction	35
II. Rappel anatomique	35

1. Les os du coude	35
2. Les surfaces articulaires	36
3. Les moyens d'union	36
4. Les muscles du coude et leurs tendons	37
5. Les éléments vasculo-nerveux	29
III. Technique d'examen et résultats normaux	40
1. Technique de base	40
2. Région antérieure	40
3. Région latérale	44
4. Région médiale	45
5. Région postérieure	46
Échographie du poignet	48
I. Introduction	48
II. Rappel anatomique	48
1. La face dorsale du poignet	48
2. La face palmaire du poignet	49
III. Technique d'examen et résultats normaux	51
1. Technique de base	51
2. Analyse de la face dorsale du poignet	51
3. Analyse de la face palmaire du poignet	59
Échographie de la main	62
I. Introduction	62
II. Rappel anatomique	62
1. Le système fléchisseur des doigts	62
2. Le système extenseur	63
3. Les muscles intrinsèques de la main	64

III. Technique d'examen et résultats normaux	65
1. Réalisation pratique	65
2. Échoanatomie normale	65
Échographie de la hanche	73
I. Introduction	73
II. Rappel anatomique	73
1. Les structures osseuses	73
2. Les moyens d'union	74
III. Technique d'examen et résultats normaux	77
1. Technique	77
2. Compartiment antérieur	77
3. Compartiment médial	81
4. Compartiment latéral	85
5. Compartiment postérieur	88
Échographie du genou	90
I. Introduction	90
II. Rappel anatomique	90
1. Les surfaces articulaires	90
2. Les ménisques	91
3. Les moyens d'union	92
III. Technique d'examen et résultats normaux	94
1. Étude de la région antérieure	94
2. Étude de la face médiale du genou	98
3. Etude de la face latérale du genou	100
4. Etude de la face postérieure du genou	103
Échographie de la cheville	106

I. Introduction	106
II. Rappel anatomique	106
1. Les surfaces articulaires	106
2. Les moyens d'union	107
III. Technique d'examen et résultats normaux	109
1. Type de sonde	109
2. Région antérieure	109
3. Région postérieure	112
4. Région médiale	113
5. Région latérale	115
CONCLUSION	118
RÉSUMÉS	120
BIBLIOGRAPHIE	124

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années, l'échographie a pris une place grandissante dans l'examen du système locomoteur, aussi bien pour les maladies articulaires que pour les lésions abarticulaires.

Si cette technique d'imagerie paraît, au premier abord, simple d'utilisation, elle nécessite néanmoins un apprentissage rigoureux, encadré et une pratique assidue.

Ses intérêts sont nombreux :

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

L'objectif de ce kit est de fournir un outil pédagogique pratique de la réalisation de l'échographie ostéoarticulaire. 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 des différentes images échographiques au niveau de chaque articulation.

Le Kit contient les modules théoriques suivants :

- Un rappel anatomique de chaque articulation, à savoir :
Épaule, coude, poignet, main, hanche, genou et cheville
- La technique d'examen de chacune de ces articulations
- L'écho-anatomie normale et résultats normaux des différentes coupes

Le tout étant illustré en une iconographie riche faite de plus de 273 images.

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 la réalisation de l'échographie ostéoarticulaire et l'apprentissage de l'écho-anatomie normale des articulations

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.
- Les échographies ont été réalisées avec la machine : Général Electric, avec une sonde linéaire dont la fréquence est de 7,5 MHz.
- Exploration statique et dynamique.
- Exploration de chaque articulation.
- 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/ Clé USB.
 - 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/ordinateur portable dotée de processeur intel fonctionnant sous Microsoft Windows 7/10 ou une version ultérieure.
- Un minimum de 4 Go de mémoire vive.
- Un lecteur de CD-Rom ou port USB.
- 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.



I. Le kit d'enseignement :

Le kit d'enseignement réalisé a un volume total de 68 Mo.

II. Le contenu du kit d'enseignement :

1. Les modules théoriques :

Le kit d'enseignement contient plusieurs modules :

1.1. Epaule :

- Un rappel anatomique de l'articulation de l'épaule.
- La technique d'examen de l'articulation
- Le résultat normal des coupes sur les régions antérieure, antérosupérieure et postérieure

1.2. Coude :

- Un rappel anatomique de l'articulation du coude.
- La technique d'examen du coude
- Le résultat normal des coupes sur les régions antérieure, latérale, médiale et postérieure.

1.3. Poignet :

- Un rappel anatomique de l'articulation du poignet.
- La technique d'examen du poignet
- Le résultat normal des coupes sur les faces antérieure et postérieure du poignet.

1.4. Main :

- Un rappel anatomique de la main et des doigts.
- La technique d'examen de ces articulations.
- Le résultat normal des coupes et échoanatomie normale.

1.5. Hanche :

- Un rappel anatomique de l'articulation de la hanche.
- La technique d'examen de la hanche
- Le résultat normal des coupes sur les compartiment antérieur, latéral, médial et postérieur.

1.6. Genou :

- Un rappel anatomique de l'articulation du genou.
- La technique d'examen du genou
- Le résultat normal des coupes sur les régions antérieure, latérale, médiale et postérieure du genou

1.7. Cheville :

- Un rappel anatomique de l'articulation de la cheville.
- La technique d'examen de la cheville
- Le résultat normal des coupes sur les régions antérieure, latérale, médiale et postérieure de la cheville.

2. L'iconographie:

Dans ce Kit, 245 images d'échographie des articulations ont été colligées au service de radiologie du CHU Mohammed VI de Marrakech et 1 image échographique seulement empruntée de la littérature, soit respectivement 99.6% et 0.4% ; ainsi que 28 planches d'anatomie.

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

Tableau : Répartition des images figurant dans le kit en fonction des thèmes traités.

THÈMES	Nombres
Rappel anatomique de l'épaule	6
Technique d'examen de l'épaule	8
Aspect normal sur l'échographie de l'épaule	25
Rappel anatomique du coude	6
Technique d'examen du coude	5
Aspect normal sur l'échographie du coude	10
Rappel anatomique du poignet	3
Technique d'examen du poignet	5
Aspect normal sur l'échographie du poignet	14
Rappel anatomique de la main et des doigts	2
Technique d'examen de la main	29
Aspect normal sur l'échographie de la main	26
Rappel anatomique de la hanche	3
Technique d'examen de la hanche	15
Aspect normal sur l'échographie de la hanche	14
Rappel anatomique du genou	6
Technique d'examen du genou	19
Aspect normal sur l'échographie du genou	33
Rappel anatomique de la cheville	2
Technique d'examen de la cheville	18
Aspect normal sur l'échographie de la cheville	14
Total	273

3. Guide d'utilisation du CD-ROM :

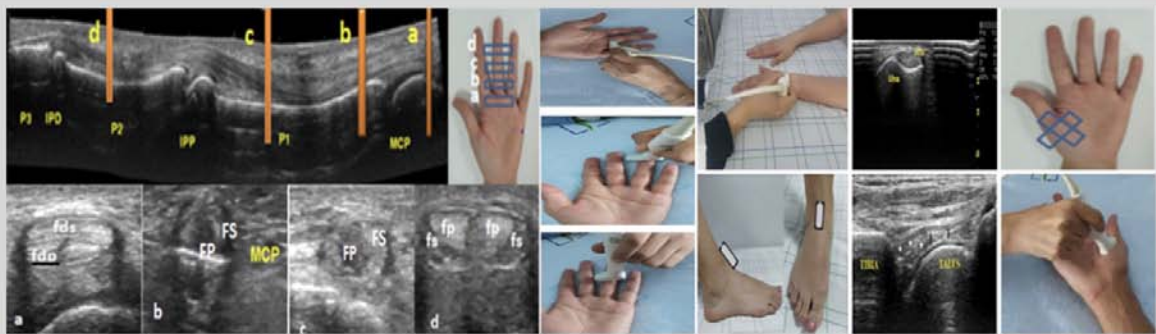


Sur la barre du menu horizontale en jaune il existe 6 rubriques, dont tout d'abord l'accueil où on retrouve le sujet de thèse, la section du sommaire, la section de l'introduction et de la conclusion, la section bibliographie et enfin le volet contact.

Échographie ostéo-articulaire
Kit d'enseignement

Accueil | **Sommaire** | Introduction | Conclusion | Bibliographie | Contact

Logo de la Faculté de Médecine de Marrakech et du Service de Radiologie



Sommaire

> **Échographie de l'épaule**

- ➔ Introduction
- ➔ Rappel anatomique
 - ➔ Les os
 - ➔ Muscles de l'épaule
 - ➔ Les articulations de l'épaule
- ➔ Technique d'examen et résultats normaux

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

Échographie ostéo-articulaire
Kit d'enseignement

Accueil Sommaire Introduction Conclusion Bibliographie Contact

Logo de l'Université Mohammed VI de Médicine de Marrakech
Faculté de Médecine de Marrakech
Service de Radiologie CHU Med VI Marrakech





**Fig.34 : Coupe transverse horizontale passant par l'interligne articulaire:
balayage 5cm en amont et 5cm en aval de l'articulation**



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.



Échographie de l'épaule

I. Introduction :

L'épaule est un complexe d'articulations et de muscles unissant le membre supérieur au tronc.

Il s'agit de l'articulation la plus mobile du corps humain est de ce fait soumise à de nombreux phénomènes de luxation ou d'inflammation.

L'échographie est devenue actuellement un outil d'imagerie incontournable dans l'évaluation des pathologies de l'épaule.

II. Rappel anatomique : [1;2]

Le complexe articulaire de l'épaule met en relation quatre os, douze muscles principaux, 2 articulations et 2 plans de glissement (fausses articulations).

1. Les os : (Fig.1 et Fig.2)

1.1. La clavicule :

C'est un os long situé dans un plan frontal et en forme de « S ».

Il est convexe en avant dans ses deux tiers internes et concave en avant dans son tiers externe.

- Son extrémité interne, arrondie, est articulée avec le sternum.
- Son extrémité externe, aplatie, est articulée avec l'acromion de la scapula.

1.2. La scapula :

C'est un os plat et triangulaire auquel on décrit deux faces :

- ⇒ La face antérieure est légèrement creusée, barrée par deux ou trois crêtes obliques où s'insère le muscle sub-scapulaire.

⇒ La face dorsale est divisée par l'épine de la scapula en deux fosses supra et infra-épineuse.

Au niveau de l'angle externe de la scapula se trouve la cavité glénoïdale articulaire avec la tête de l'humérus.

Au-dessus de la cavité glénoïdale s'élève le processus coracoïde, en forme de doigt demi-fléchi, recourbé en dehors et en avant.

1.3. Extrémité supérieure de l'humérus : Elle est constituée de :

- La tête de l'humérus : s'articule avec la cavité glénoïdale de la scapula.
- Le col anatomique: la partie rétrécie qui sépare la tête du reste de l'os.
- Les deux tubérosités sont :
 - Le tubercule mineur (ou trochin) situé à la face antérieure
 - Le tubercule majeur (ou trochiter) situé en dehors.

Elles sont séparées par une gouttière verticale, le sillon intertuberculaire (ou coulisse bicipitale).

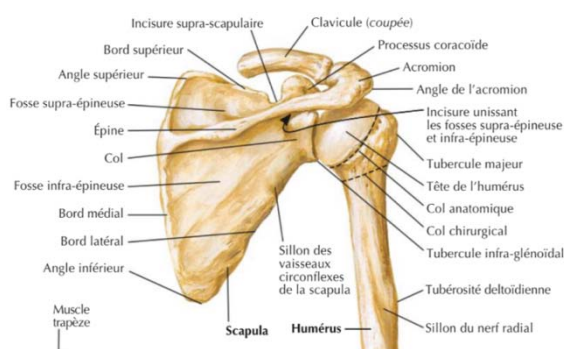


Fig.1: Vue postérieure des os de l'épaule

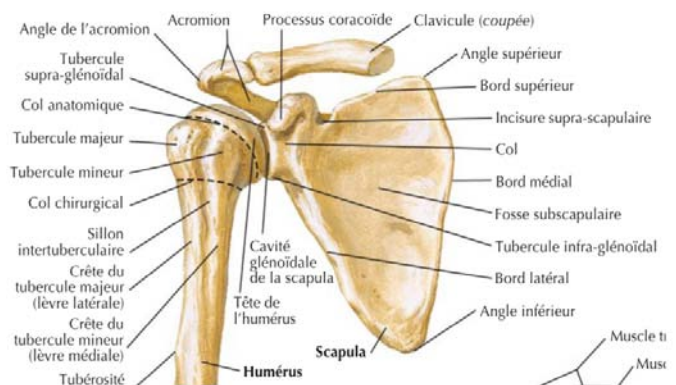


Fig.2: Vue antérieure des os de l'épaule

2. Muscles de l'épaule : (Fig.3 et Fig.4)

On distingue trois groupes de muscles : ventral, dorsal et médial.

2.1. Groupe ventral:

En avant de l'articulation scapulo-humérale, il comprend :

* Plan profond : Sub-clavier et petit pectoral.

* Plan superficiel : grand pectoral.

Le muscle sub-clavier naît de la gouttière à la face inférieure de la clavicule et descend en bas et en dedans vers la première côte à la jonction os-cartilage.

Le muscle petit pectoral naît du processus coracoïde de la scapula et s'élargit en triangle pour se terminer par trois digitations sur les 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} côtes.

Le muscle grand pectoral forme une grande nappe triangulaire à base médiale sterno-costo-claviculaire et à sommet latéral sur l'humérus.

2.2. Groupe dorsal : Il est situé derrière l'articulation scapulo-humérale.

Le muscle supra-épineux naît de la fosse supra-épineuse de la scapula, et se rend à la facette proximale du tubercule majeur de l'humérus.

Le muscle infra-épineux naît de la fosse infra-épineuse de la scapula et se rend à la facette moyenne du tubercule majeur de l'humérus.

Le muscle petit rond prend son origine du bord latéral de la scapula et monte en haut et en dehors vers la facette distale du tubercule majeur de l'humérus.

Le muscle grand rond naît du bord latéral de la scapula au-dessous du petit rond près de la pointe et se dirige vers le haut, le dehors et l'avant pour se terminer sous le tubercule mineur de l'humérus.

Le muscle grand dorsal forme une grande nappe triangulaire à base médiale et sommet latéral qui s'insère dans le dos et monte obliquement en haut, en dehors et en avant vers le sillon intertuberculaire de l'humérus.

Le muscle sub-scapulaire naît de la face costale de la scapula (fosse sub-scapulaire) et se termine en dehors sur le tubercule mineur de l'humérus.

2.3. Groupe médial :

Le muscle dentelé antérieur s'étend depuis le bord spinal à la face ventrale de la scapula en arrière, jusqu'aux 10 premières côtes en avant.

Les rhomboïdes s'insèrent sur le bord spinal de la scapula pour rejoindre obliquement en haut et en dedans les processus épineux C6–C7 (petit rhomboïde) et T1–T4 (grand rhomboïde).

Le muscle élévateur de la scapula est au-dessus entre l'angle crânial et les processus transverses des vertèbres C1 à C4.

Le trapèze est un large muscle postérieur unissant les épineux cervicothoraciques à la scapula.

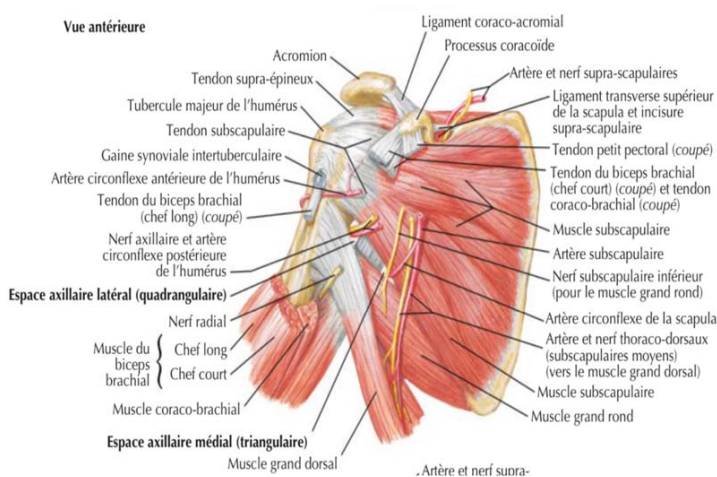


Fig.3: Muscles du groupe ventral de l'épaule

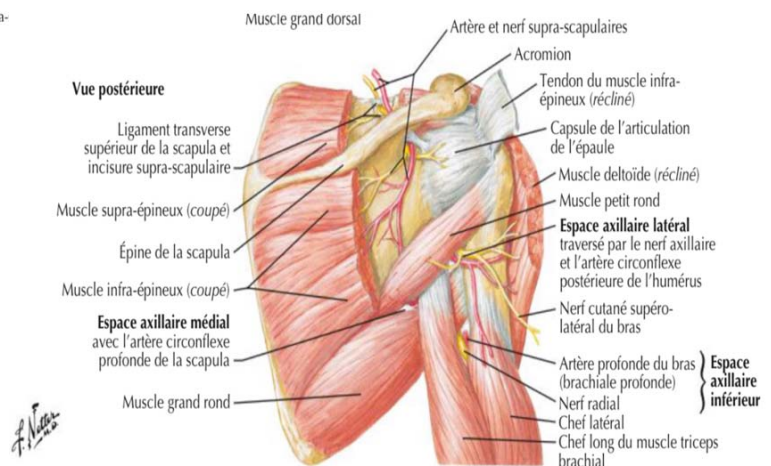


Fig.4: Muscles du groupe dorsal de l'épaule

3. Les articulations de l'épaule : (Fig.5 et Fig.6)

3.1. Vraies articulations :

❖ Articulation scapulo-humérale :

➔ Surfaces articulaires :

C'est une énarthrose qui unit la cavité glénoïde de la scapula avec la tête de l'humérus.

La cavité glénoïdale a la forme d'une poire, presque plane.

La tête humérale a une forme sphérique : le revêtement cartilagineux recouvre une surface d'un tiers d'une sphère, donc plus importante que sur la cavité glénoïde.

Le bourrelet glénoïdal est un anneau cartilagineux qui s'insère au pourtour de la cavité glénoïdale et accroît ainsi la congruence entre les surfaces.

➔ Ligaments :

Le **ligament coraco-huméral** naît de la base du processus coracoïde et s'élargit devant la capsule pour se terminer en deux faisceaux sur les tubercules mineur et majeur.

Les **ligaments gléno-huméraux** forment un « Z » à la face antérieure de la capsule :

- Le gléno-huméral supérieur s'insère sur la tubérosité supra-glénoïdienne vers le tubercule majeur.
- Le ligament gléno-huméral moyen est oblique en bas et en dehors depuis la tubérosité supra-glénoïdienne vers le récessus inférieur de la capsule.
- Le ligament gléno-huméral inférieur forme le renforcement du récessus inférieur de la capsule.

➔ Capsule articulaire :

Elle s'insère autour du bourrelet glénoïdal sur la scapula et au-delà du col anatomique sur l'humérus.

On note la présence de deux zones de faiblesse :

- Le foramen oval (Weitbrecht) entre les ligaments gléno-huméraux supérieur et moyen,
- Le foramen de Rouvière entre les ligaments gléno-huméraux moyen et inférieur, où la capsule se déchire pour laisser passer la tête humérale lors des luxations antéro-internes de l'épaule.

→ **Synoviale** : Elle tapisse la face axiale de la capsule. Elle s'attache sur le bourrelet glénoïdal et envoie une expansion qui engaine la partie intracapsulaire du tendon du biceps.

3.2. Fausses articulations :

❖ Articulation acromio-claviculaire :

Elle oppose deux surfaces presque planes : la facette acromiale de l'extrémité externe de la clavicule et la facette claviculaire du bord interne de l'acromion.

La capsule articulaire est renforcée par un ligament acromio-claviculaire et un ligament coraco-claviculaire.

❖ Articulation scapulo-serrato-thoracique :

C'est une articulation de type syssarcose.

La scapula s'articule sur le grill costal par l'intermédiaire d'un double plan de glissement.

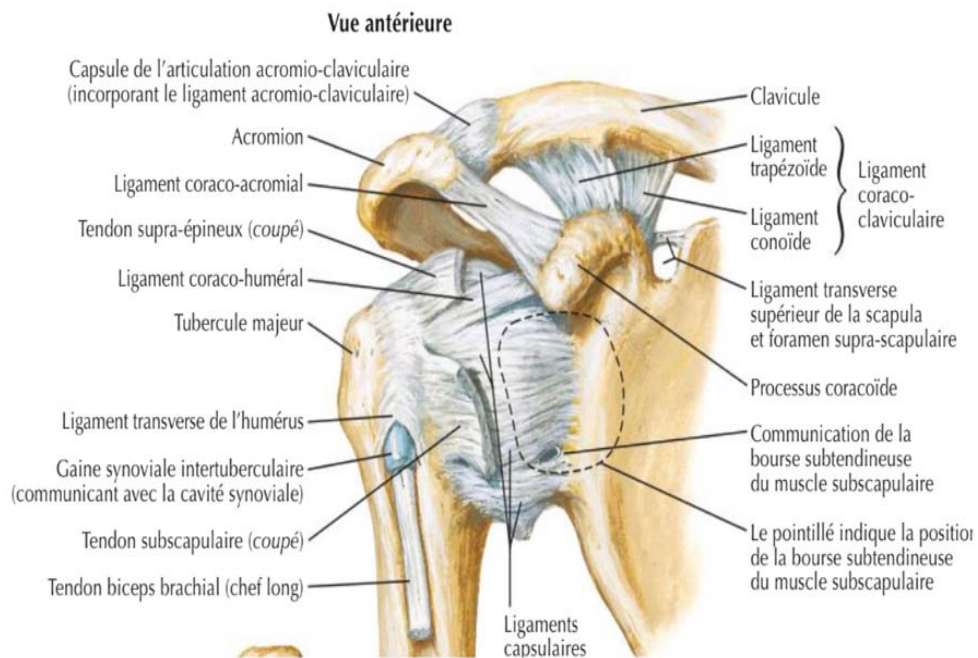


Fig.5: Articulation scapulo-humérale, coupe frontale

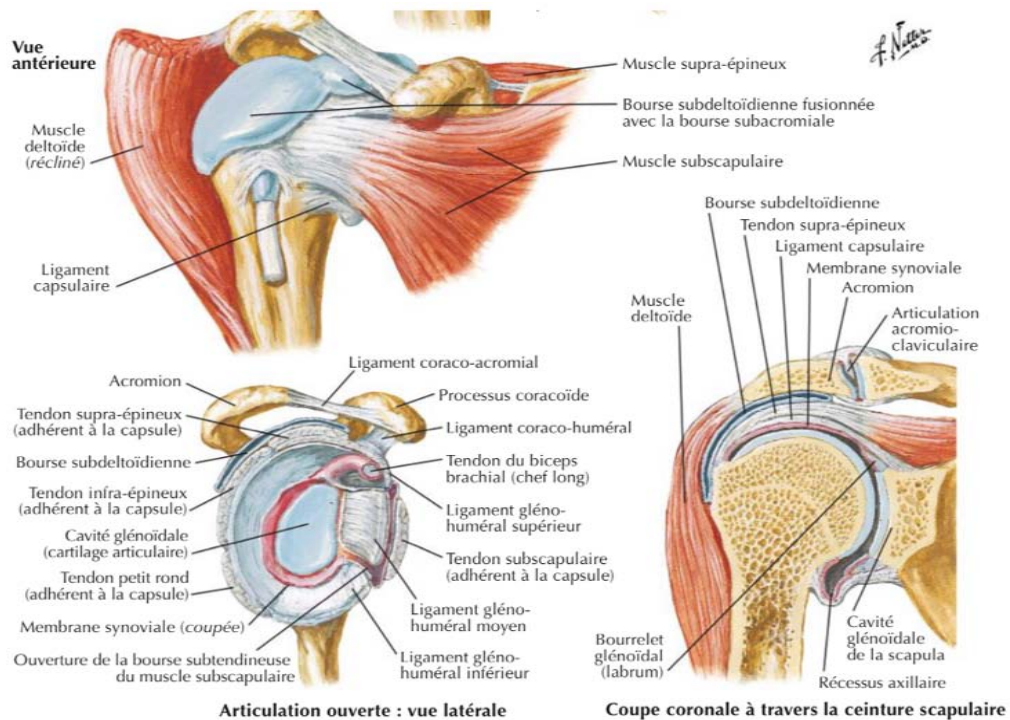


Fig.6: Articulation scapulo-humérale et acromio-claviculaire

III. Technique d'examen et résultats normaux : [3-6] [36 ;37]

1. Techniques de base :

- Etude statique, dynamique, bilatérale et comparative.
- Réalisation de coupes systématiques.
- Examen de chaque structure sur 2 plans orthogonaux.
- Doppler énergie qui amplifie les petites vascularisations.

2. Région antérieure :

2.1. Tendon du long chef du biceps brachii :

❖ Technique : (Fig.7)

- Le patient est assis sur un lit d'examen ou mieux sur une chaise sans dossier, style "tabouret tournant".
- Son bras est placé en position neutre, coude plié à 90°, paume vers le haut.
- La sonde horizontale sur le versant antérieur de la partie haute du bras, on repère le tendon long biceps au niveau de la coulisse bicipitale.
- On l'analyse jusqu'à sa jonction myotendineuse.



Fig.7: Position du patient pour l' étude de la région antérieure.

❖ Résultat normal : (Fig.8 et Fig.9)

➔ **En coupe transversale** au niveau du tiers moyen du sillon intertuberculaire, le long biceps apparaît ovalaire et présente une forte anisotropie.

- En translatant la sonde vers le haut, on remarque au tiers supérieur de la gouttière, un petit triangle hypoéchogène « normal » en dedans du tendon correspondant aux éléments ligamentaires distaux de la poulie du biceps.
- En remontant encore plus haut, on visualise la zone de changement de direction du long biceps et sa poulie « fibreuse » de réflexion.
- En translatant la sonde cette fois-ci vers le bas, on analyse le passage du long biceps sous le tendon du grand pectoral qui le surcroise, en dessous de ce niveau apparaît la jonction myotendineuse du biceps.

➔ **En coupe sagittale** :

Il a une forme cylindrique régulière et il a un aspect fibrillaire hyperéchogène.

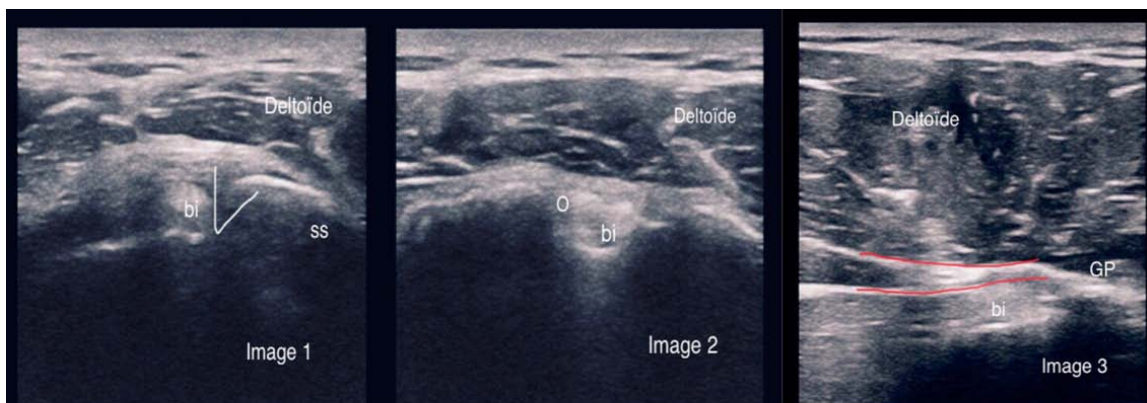


Fig.8: Coupes horizontales successives sur le tendon du long biceps dans sa gouttière.

Tendon long biceps=bi
Artère branche circonflexe = o
Tendon sub scapulaire = ss
Tendon grand pectoral=GP

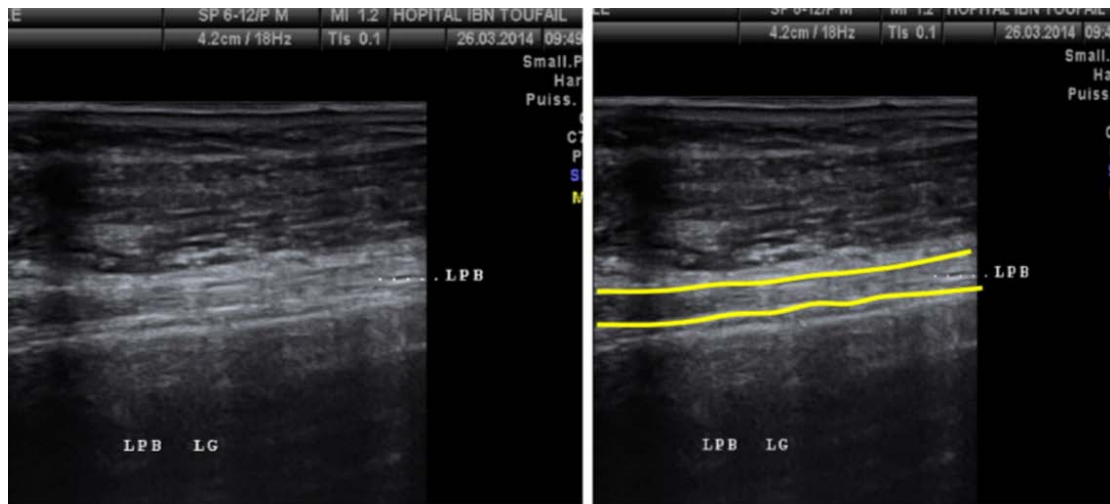


Fig.9 : Coupe sagittale de la longue portion du biceps
Aspect fibrillaire hyperéchogène

2.2. Le tendon du muscle subscapularis :

❖ Technique : (Fig.10)

- Le bras est mis le long du corps en rotation externe.
- Une légère supination de la main peut être utile.
- 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, ses faces et ses digitations.



Fig.10 : Position du patient pour l'étude du tendon du sub-scapulaire

❖ Résultat normal : (Fig.11, Fig.12 et Fig.13)

➔ En coupe transversale :

- Le tendon du sub-scapulaire est d'épaisseur quasi constante (4 à 5 mm) depuis son passage en arrière de la coracoïde jusqu'à son insertion sur la petite tubérosité humérale.
- La surface d'insertion osseuse doit être régulière et lisse.
- On fait effectuer au patient des mouvements de rotation interne-externe pour vérifier le bon glissement du tendon sous la coracoïde (recherche d'un conflit antéro-interne).

➔ En coupe sagittale :

- Le tendon a un aspect multi-fasciculé avec multiples (trois à cinq) lames tendineuses



Fig.11: Coupe axiale antérieure du subscapulaire
Aspect fibrillaire hyperéchogène du subscapulaire, corticale osseuse du trochin régulière (flèches blanches)



Fig.12 : Coupes axiales discrètement en dedans du tendon subscapulaire en rotation interne (a) et externe (b, c)
On vérifie le bon glissement du subscapulaire sous la coracoïde.

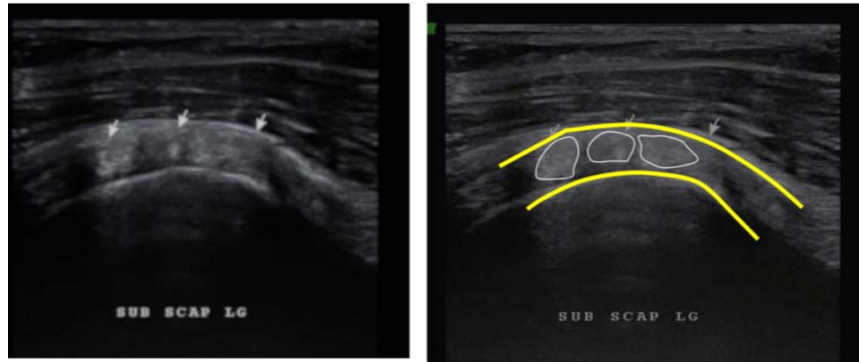


Fig.13: Coupe sagittale du subscapulaire
Digitations hyperéchogènes avec versant antérieur convexe et régulier

2.3. Le ligament acromio-claviculaire :

❖ Technique : (Fig.14)

A partir d'une coupe horizontale sur la pointe de la coracoïde, on glisse sous cette pointe.

En prenant pour centre de rotation la pointe de la coracoïde, on allongera le ligament acromio–coracoïdien dans son grand axe.

❖ Résultat :

Le ligament acromio–claviculaire est hyperéchogène fibrillaire.

Il forme une bande externe inextensible joignant les extrémités mobiles de la clavicule et de l'acromion.

Il a un aspect assez différent du contenu de l'articulation acromio–claviculaire qui est molle et peut changer de forme et de largeur avec les mouvements de l'épaule.

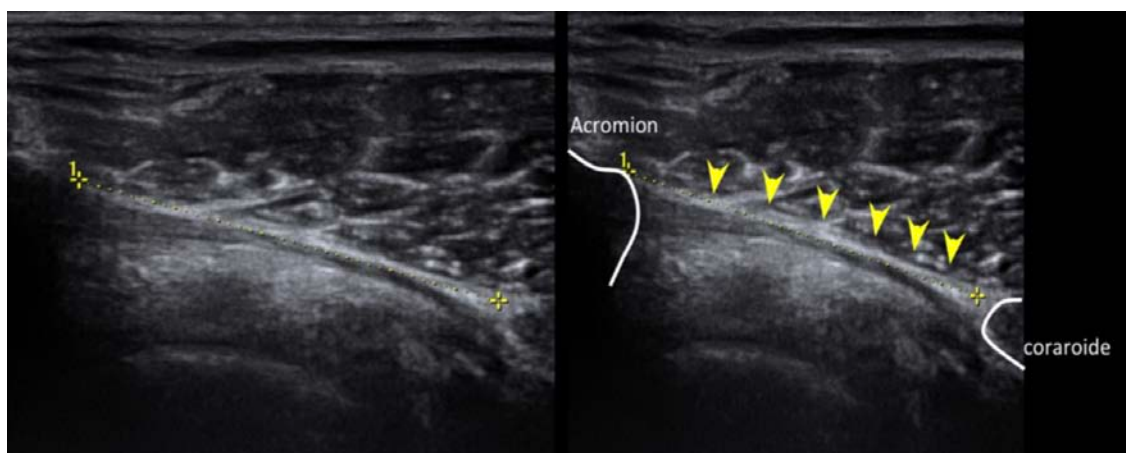


Fig.14 :Coupes du ligament acromio-coracoïdien (LAC)

3. Région antéro supérieure :

3.1. Le tendon supraspinatus :

❖ Technique : (Fig.15, Fig.16 et Fig.17)

Le patient est positionné main à plat sur la fesse (comme s'il la mettait dans la poche arrière du pantalon), coude rétropulsé.

Cette manœuvre permet de dégager le tendon du supra-épineux qui, en position neutre, est en grande partie masqué sous l'articulation acromio-claviculaire.

À partir de cette position, on réalise les coupes de référence : coupe coronale oblique sur le supra-épineux, coupe sagittale oblique sur l'intervalle des rotateurs, perpendiculaire à la précédente.



Fig.15: Position initiale du patient pour l'étude de la région antérosupérieure :
main à plat sur la fesse



Fig.16 : Coupe coronale oblique sur le tendon supra-épineux



Fig.17: Coupe sagittale oblique sur le tendon sus épineux et l'intervalle des rotateurs

❖ Résultat normal (Fig.18 et Fig.19)

➔ Coupe coronale oblique sur le tendon supra-épineux.

Les appareils de dernière génération permettent de détailler la structure interne et les rapports anatomiques du supra-épineux :

- Fibrocartilage d'insertion sur le trochiter.
- Zone d'anisotropie classique liée à l'inclinaison des fibres.
- Faisceau antérieur cylindrique du supra-épineux qui réalise une image de « tendon dans le tendon ».
- Cartilage de la tête humérale.

➔ Coupe sagittale oblique de « l'intervalle des rotateurs » montrant de haut en bas :

- Le tendon du supra-épineux.
- Le tendon du long biceps et du subscapulaire.

Le ligament coraco-huméral et le gléno-huméral supérieur forment le hamac ligamentaire de l'intervalle des rotateurs (poulie du biceps).

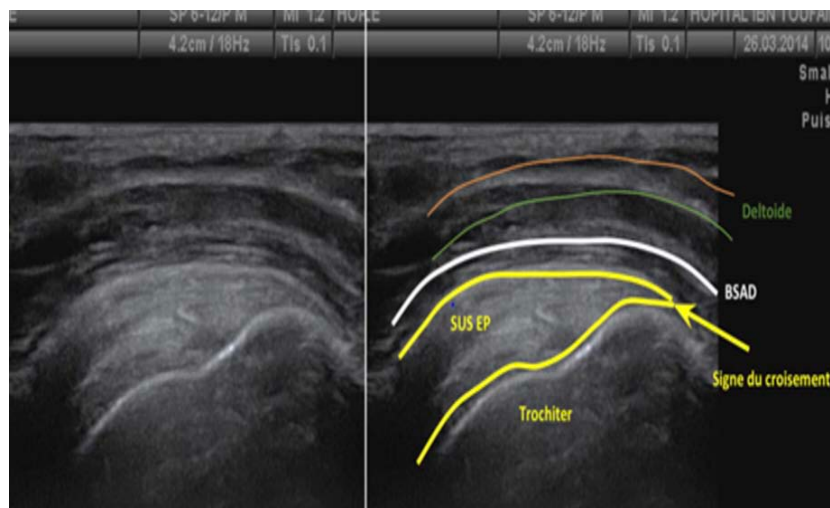


Fig.18: Coupe coronale oblique sur le tendon supra-épineux

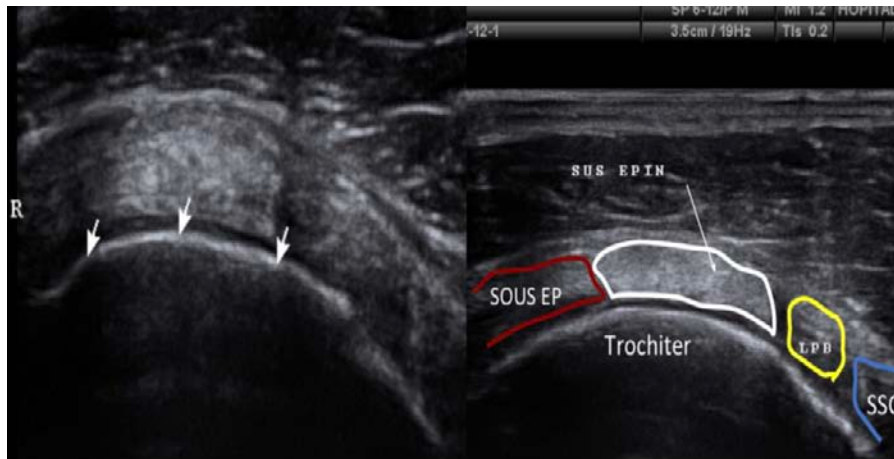


Fig.19 : Coupe sagittale oblique sur le tendon sus épineux et l'intervalle des rotateurs montrant les tendons de la coiffe et la corticale du trochiter.

3.2. L'articulation acromio-claviculaire :

❖ 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 réalisées afin d'éliminer une subluxation.

❖ Résultat : (Fig.20)

L'articulation acromio-claviculaire est délimitée par les surfaces articulaires de l'acromion et de la clavicule recouvertes de cartilage articulaire.

Une coupe coronale sur la face supérieure de l'articulation acromio-claviculaire montre les extrémités hyperéchogènes de l'acromion et de la clavicule distale séparées par un espace hypoéchogène reflétant la cavité articulaire.

Le ligament acromio-claviculaire supérieur peut être apprécié comme une structure fibrillaire hyperéchogène joignant les extrémités mobiles de la clavicule et de l'acromion, d'aspect assez différent du contenu de l'articulation acromio-claviculaire qui est molle et peut changer de forme et de largeur avec les mouvements de l'épaule.

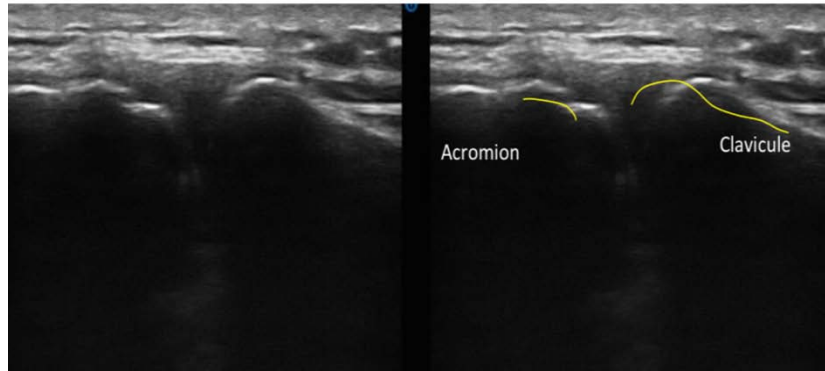


Fig.20: Coupe frontale supérieure montrant l'articulation acromio-claviculaire.
Corticale supérieure de l'acromion et extrémité distale de la clavicule
Ligne hyperéchogène régulière.

3.3. La recherche du conflit antéro-supérieur :

❖ Technique

- On place la sonde perpendiculairement au ligament acromio-coracoïdien, dans l'axe des fibres du supraspinatus, ou devant l'acromion.
- Plusieurs manœuvres +++(Rotation interne, abduction, rétropulsion. ..)

4. Région postérieure :

4.1. Le tendon infraspinatus et son corps musculaire :

❖ Technique (Fig.21)

- Le patient replace son bras en position neutre, avant-bras fléchi à 90°.
- Le degré de rotation du bras varie selon les auteurs :
 - La rotation externe sensibilise selon certains auteurs la détection de fissures de l'infra-épineux.
 - La rotation interne dégage mieux les tendons.
- On réalise une coupe longitudinale horizontale sur l'infra-épineux.



Fig.21: Coupe longitudinale horizontale sur l'infra-épineux

❖ Résultat (Fig.22)

Le tendon de l'infra-épineux est nettement plus mince que le supra-épineux, mesurant de 2 à 4 mm.

Il est aussi plus long, commençant à se voir en amont du passage en arrière du bourrelet glénoïdien postérieur.

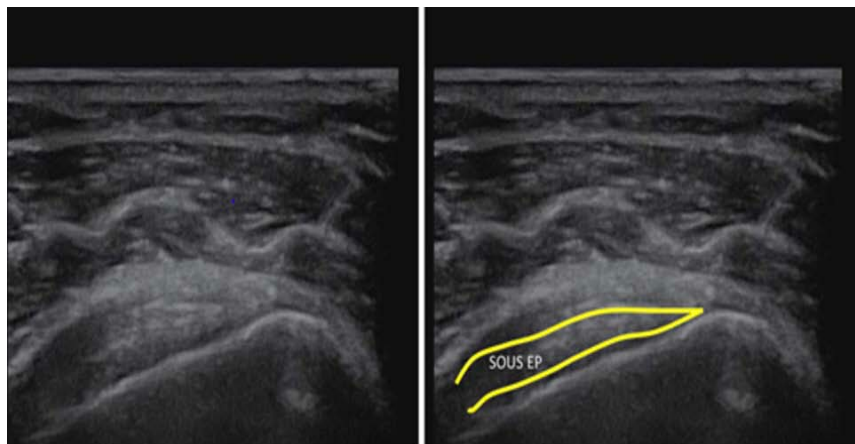


Fig.22 : Aspect échographique du tendon infra épineux

4.2. Le teres minor :

❖ Technique (Fig.23)

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

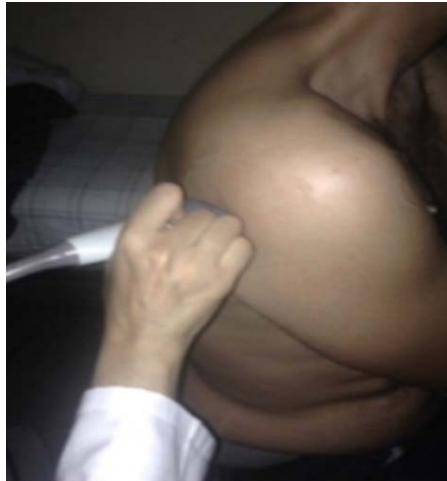


Fig.23 : Coupe de référence du tendon petit rond

❖ Résultat : (Fig.24)

- Le muscle teres minor est plus petit que l'infra épineux et présente une forme arrondie en coupe.
- Après balayage du muscle la sonde est déplacée vers le trochiter pour apprécier le tendon qui apparait comme une structure hyperéchogène fibrillaire prenant naissance du muscle respectif.

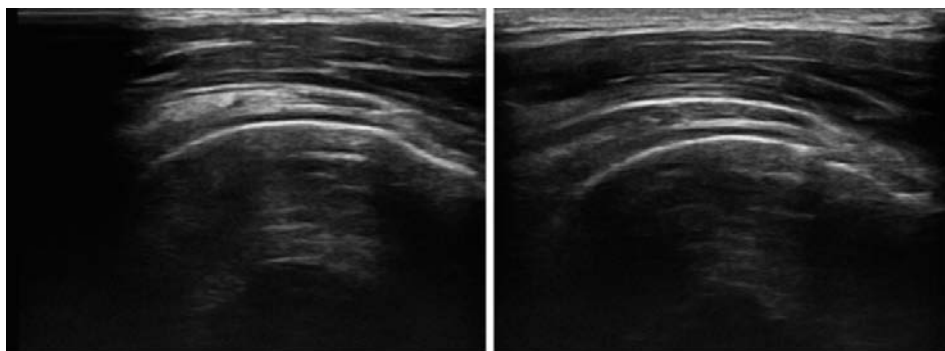


Fig.24: Coupe longitudinale (a) et axiale (b) du muscle teres minor
Aspect arrondi hyperéchogène sur la coupe longitudinale.
Plus profond que le muscle deltoïde

4.3. Le conflit postéro-supérieur de Walch :

❖ Technique :

- Position d'armer du bras.
- Réalisation de manœuvres de rotation interne et externe.

❖ Résultat :

- A l'état normal, l'échographie montrera :
 - L'absence de lésion du versant articulaire du supra-spinatus.
 - L'absence de distension capsulaire antérieure.
 - L'absence d'irrégularité du contour osseux adjacent.

4.4. L'échancrure spino-glénoïdienne :

❖ Technique: (Fig.25)

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



Fig. 25 : Position du patient pour l'étude de l'échancrure spino-glénoïdienne

❖ Résultat : (Fig.26)

- 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.

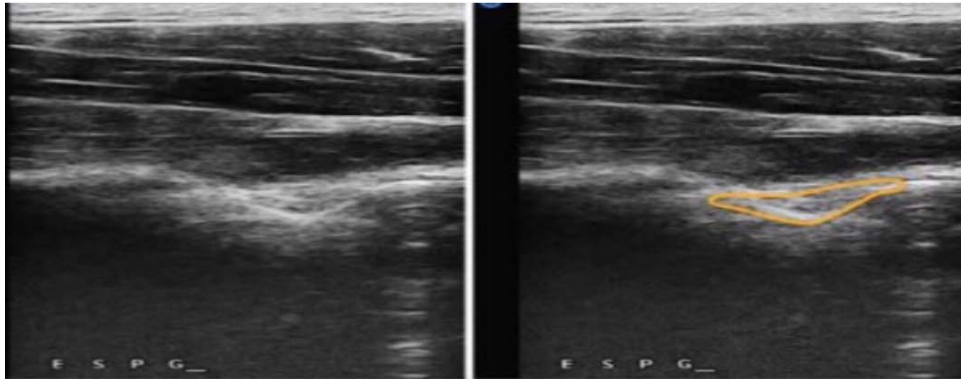


Fig.26: Coupe axiale postérieure de l'échancrure spino-glénoïdienne:
Dépression hyperéchogène à la face postérieure de la glène, auprès du bourrelet postérieur,
contenant le nerf supra-scapulaire accompagné de son artère et de sa veine satellites.

Échographie du coude

I. Introduction:

L'articulation du coude est une articulation superficielle caractérisée par une anatomie et un fonctionnement complexe.

Sa situation superficielle la rend accessible à une étude par échographie.

Avantages de l'échographie: étude dynamique + + +, comparative, Doppler énergie + + +

II. Rappel anatomique : [2;7]

1. Les os du coude :(Fig.27)

Le coude est une articulation complexe qui réunit l'humérus et les deux os de l'avant-bras : le radius et l'ulna.

1.1. L'extrémité inférieure de l'humérus :

- La face antérieure est constituée de deux saillies : épicondyle médial et épicondyle latéral (donnent insertion aux muscles épicondyliens) séparées par deux surfaces articulaires: le capitulum en dehors et la trochlée en dedans
- Au dessus de la trochlée on retrouve la fosse coronoïdienne et en dessus du capitulum on retrouve la fosse radiale.
- Au niveau de la face postérieure, la trochlée est surmontée d'une fosse profonde, la fosse olécranienne.
- En dedans de la trochlée on retrouve le sillon du nerf ulnaire.

1.2. L'extrémité supérieure de l'ulna :

Au niveau de cette extrémité on distingue :

- L'incisure trochléaire délimitée par l'olécrane et le processus coronoïde.
- L'incisure radiale.

1.3. Extrémité supérieure du radius:

La tête radiale : circonférence radiale qui s'articule avec l'incisure radiale de l'ulna et une fossette radiale qui s'articule avec le capitulum huméral.

La tubérosité radiale.

2. Les surfaces articulaires:(Fig.27)

- HUMERO-RADIALE: une condylienne entre le capitulum et la fossette radiale.
- HUMERO-ULNAIRE: une trochléenne entre la trochlée humérale et l'incisure trochléenne.
- RADIO-ULNAIRE PROXIMALE: une trochoïde.

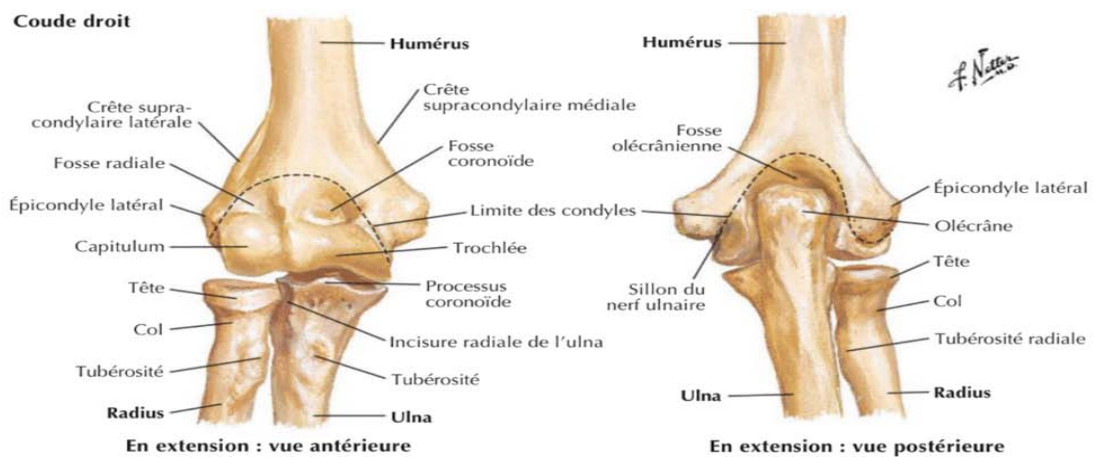


Fig.27: Les os et les structures articulaires du coude

3. Les moyens d'union :(Fig.28 et Fig.29)

- La capsule articulaire : manchon fibreux qui adhère au pourtour des surfaces articulaires, elle est commune pour les trois articulations.
- La membrane synoviale : elle tapisse la face profonde de la capsule, elle est nourricière pour le cartilage articulaire.
- Les ligaments :
 - Ligament annulaire radial

- Ligament carré
- Ligaments collatéraux : collatéral ulnaire (LCM) et collatéral radial (LCL)

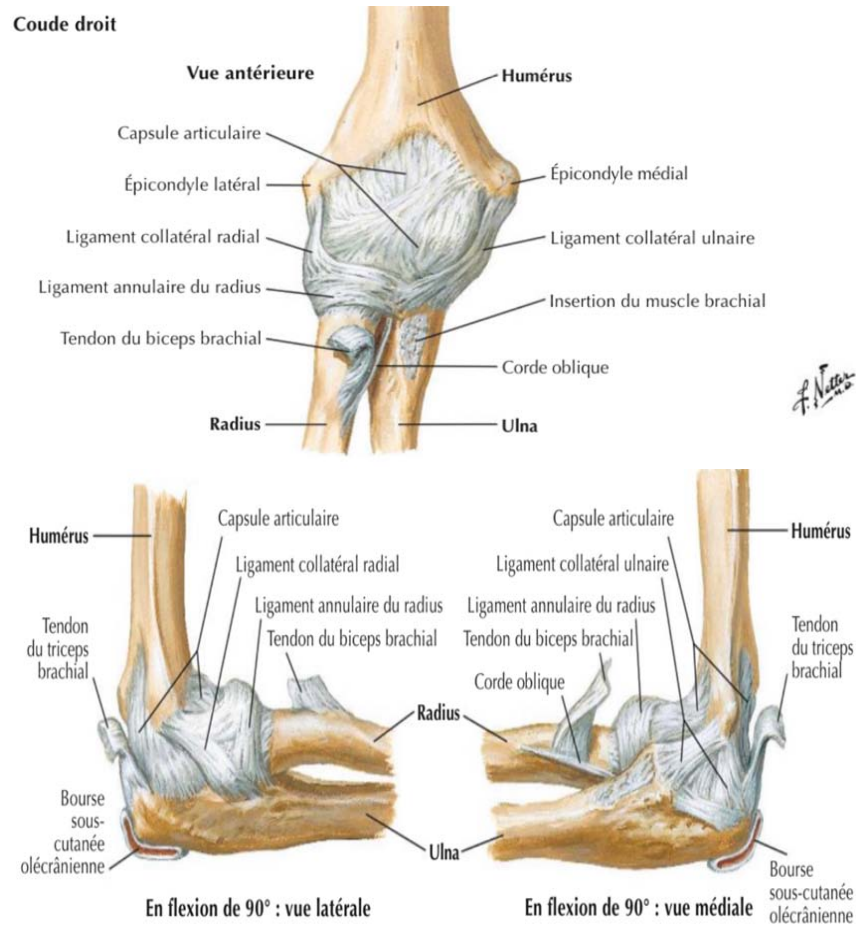


Fig.29: Les ligaments du coude

4. Les muscles du coude et leurs tendons :(Fig.30)

Ce complexe articulaire réunit 4 principaux groupes musculaires :

→ Les **fléchisseurs** du coude :

- Muscle brachio-radial : s'insère en haut sur le bord latéral du tiers inférieur de l'humérus et en bas sur le processus styloïde du radius.
- Muscle biceps brachial : fusiforme composé de deux chefs (courte portion en provenance de l'apophyse coracoïde de l'omoplate, longue portion en provenance du tubercule

supra-glénoïdien) et d'une seule terminaison tendineuse distale sur le versant postéro-interne de la tubérosité du radius.

- Muscle brachial antérieur : s'insère proximale sur la moitié distale de la face antérieure de l'humérus, et sur des septa intermusculaires internes et externes, situés de part et d'autre du muscle biceps brachial.

Ses fibres convergent vers un important tendon qui passe en avant de la capsule de l'articulation du coude.

Il s'insère sur la partie inféro-interne de la tubérosité de l'apophyse coronoïde du cubitus.

➔ **L'extenseur du coude :**

- Muscle triceps : comprend trois chefs (long triceps, vaste externe, vaste interne) qui convergent à mi-hauteur de la masse musculaire en un tendon commun sur la partie proximale de l'olécrane.

➔ **Les muscles épicondyliens latéraux permettant l'**extension** du poignet et des doigts ainsi que la **supination****

➔ **Les muscles épitrochléens permettant la **flexion** du poignet et des doigts ainsi que la **pronation****

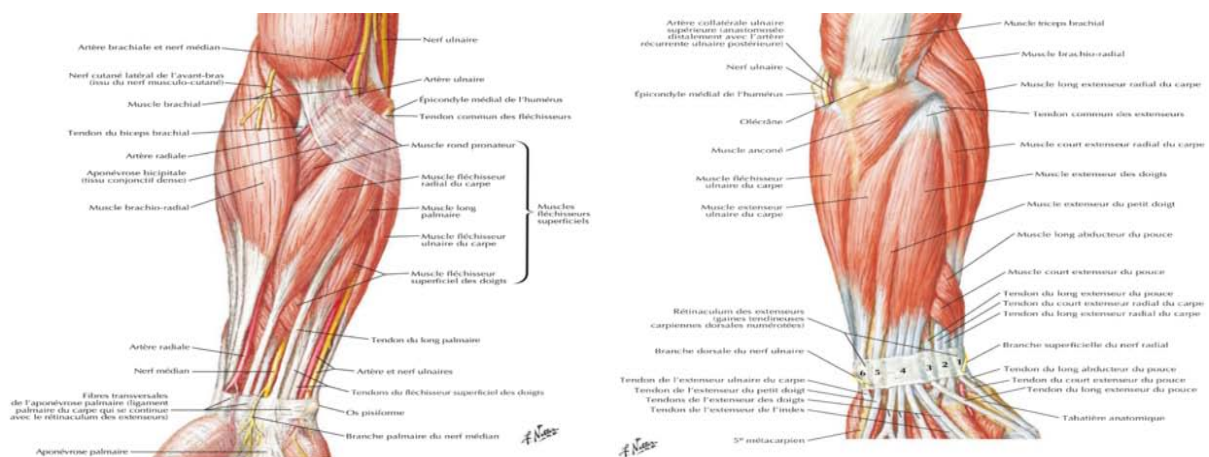


Fig.30: Structures musculaires du coude (vue antérieure à droite / vue postérieure à gauche)

5. Les éléments vasculo-nerveux : (Fig.31 et Fig.32)

❖ Artère brachiale :

- Elle passe dans le sillon bicipital médial entre le tendon bicipital latéralement, le muscle rond pronateur médialement et le muscle brachial en arrière.
- Elle se divise en 2 branches terminales (artère radiale et artère ulnaire) en dessous du pli du coude, environ 3 cm sous l'interligne huméro-ulnaire.

❖ 3 nerfs :

- ➔ Nerf médian : situé habituellement en arrière et en dedans du tendon bicipital, dont il est séparé par l'artère humérale.
- ➔ Nerf radial : situé en dehors du tendon bicipital. Il chemine au coude entre le brachial antérieur et le brachio-radial.
- ➔ Nerf ulnaire : se loge dans la gouttière épitrochléo-olécraniennne.

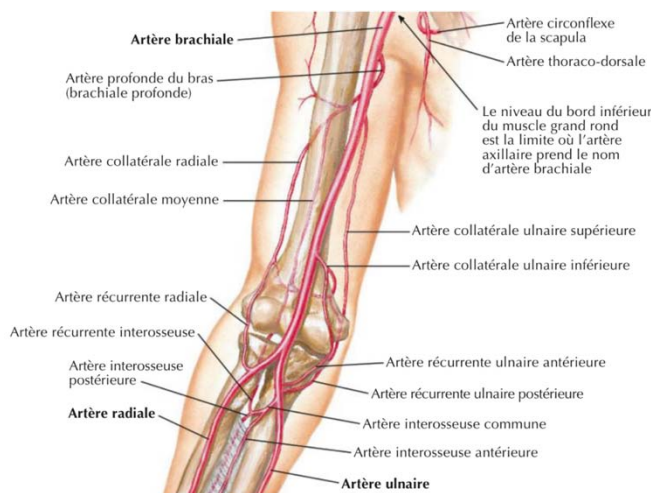


Fig.31: Anatomie de l'artère brachiale

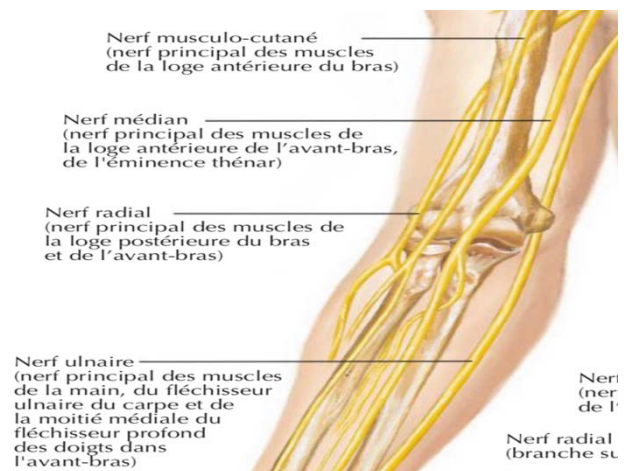


Fig.32 : Structures nerveuses du coude (vue antérieure)

III. Technique d'examen et résultats normaux : [8 – 11] [36; 37]

1. Techniques de base :

- Sonde linéaire 7 à 12 MH, parfois club de golf.
- Coupes longitudinales et axiales.
- Translation de la sonde.
- Manoeuvre d'ascenseur.
- Saillie des structures osseuses (Matériel d'interposition).
- Doppler couleur:+++
- Doppler énergie (Hyperhé mie en relâchement).
- Etude dynamique+++ (Flexion–extension; prono–supination...) et comparative.

2. Région antérieure :

❖ Technique : (Fig.33 et Fig.34)

- Le patient est assis en face de l'examineur, le coude en extension posé sur la table d'examen l'avant-bras en supination.
- On commence par **deux coupes sagittales** :
 - Une passant par l'articulation huméroradiale et l'autre par l'interligne huméro-ulnaire.
 - On étudie dans ce plan les rapports articulaires et on recherche un épanchement.
- **Une coupe transverse horizontale** passant par l'interligne articulaire.
- Pour faciliter l'analyse du tendon distal du biceps en axial et en longitudinal on met la main en « hypersupination ».



Fig.33: Position du patient pour l'examen échographique du compartiment antérieur du coude: le patient est assis en face de l'examineur et pose son coude sur la table d'examen, la paume de la main regarde vers le haut (supination)



Fig.34 : Coupe transverse horizontale passant par l'interligne articulaire: balayage 5cm en amont et 5cm en aval de l'articulation

❖ Résultat : (Fig.35, Fig.36, Fig.37, Fig.38 et Fig.39)

- Le balayage en coupe horizontale de la région supra condylienne retrouve les deux muscles de la face antérieure du coude :
 - le muscle biceps brachial le plus superficiel sous le tissu graisseux sous cutané.
 - le muscle brachial plus profond et plus large situé entre le muscle biceps et la corticale osseuse de l'extrémité distale de l'humérus.
- L'artère brachiale et le nerf médian cheminent à côté de ses deux muscles, alors que le nerf radial peut être apprécié entre le muscle brachio-radialis et le muscle brachial.

- En déplaçant la sonde vers le bas le tendon distal du muscle biceps brachial apparaît comme une structure hyperéchogène qui surmonte le muscle brachial.

Ce tendon est mieux examiné en coupe longitudinale.

- En coupe transversale l'épiphyse distale de l'humérus apparaît comme une ligne hyperéchogène recouverte par une fine couche de cartilage articulaire hypoéchogène.

On reconnaît au niveau de son 1/3 latéral : le capitulum qui s'articule avec la tête radiale, et au niveau de ses 2/3 internes : la trochlée en forme de V articulaire avec l'ulna.

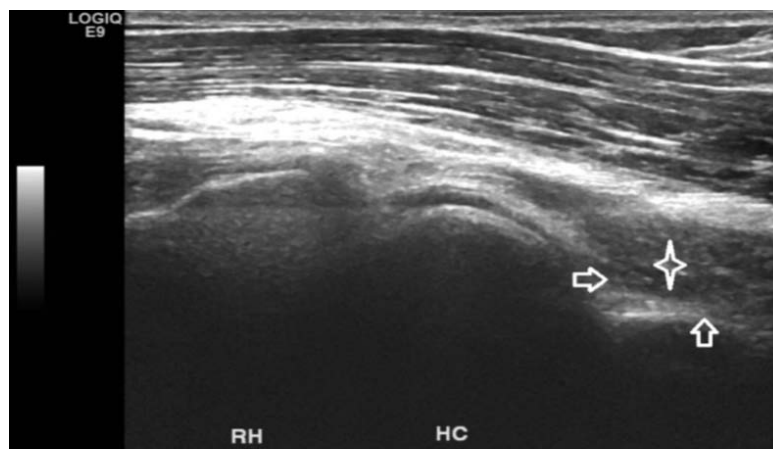


Fig.35: Coupe sagittale de l'articulation permettant la visualisation de la fosse coronoïde.
RH: tête radiale, HC: capitulum, flèche blanche: récessus antérieur de l'articulation, étoile: coussinet graisseux antérieur

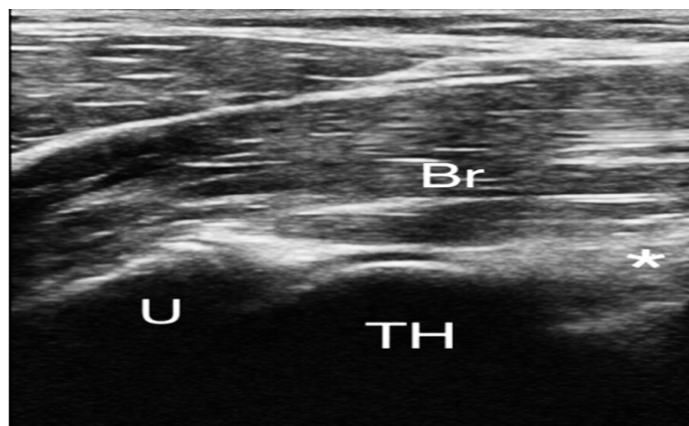


Fig. 36: Coupe sagittale passant par l'interligne huméro-ulnaire.
Le muscle brachial (Br) passe en avant de la fosse coronoïdienne (*), de la trochlée humérale (TH) et de l'apophyse coronoïde de l'ulna (U).

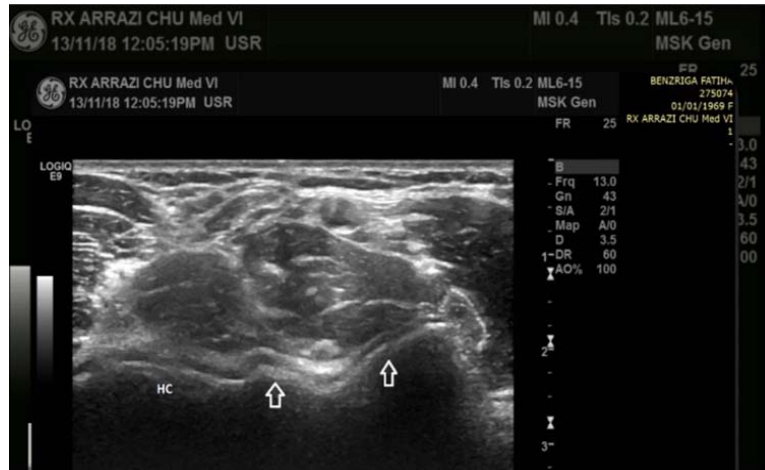


Fig.37 : Coupe transversale de l'épiphyse distale de l'humérus
En dehors le capitulum (HC) rond, en dedans la trochlée en forme de V (flèches blanches)

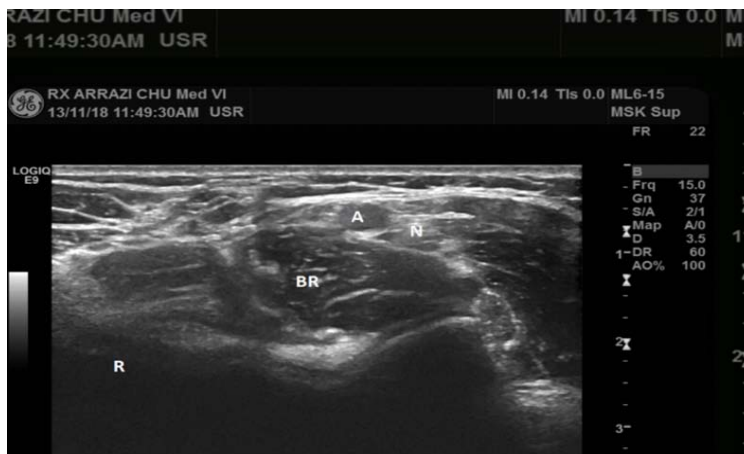


Fig.38: Coupe axiale de la région antérieure du coude :
BR: muscle brachial A: artère brachiale, N: nerf médian situé en dedans de l'artère, d'aspect fasciculaire, R: tête radiale



Fig.39 : Coupe longitudinale du tendon du long biceps, fibrillaire (flèches blanches), superficiel par rapport au muscle brachial (BR) ; HC: capitellum.

3. Région latérale :

❖ Technique : (Fig.40)

- Le patient est positionné de façon à ce que le bord médial du coude repose sur la table, il est plié à 90°, le poignet en extension.
- À partir de cette position, on réalise une coupe longitudinale et une coupe transversale sur le tendon commun des épicondyliens latéraux.



Fig.40: Position du patient pour l'examen échographique de la région latérale du coude : le bord médial du coude repose sur la table, il est plié à 90°, le poignet en extension

❖ Résultat : (Fig.41)

- Le tendon commun des épicondyliens latéraux est mieux analysé en coupe longitudinale.
- Il apparaît comme une structure hyperéchogène située entre le tissu graisseux sous cutané et le ligament collatéral latéral.
- En dessous de ce tendon, l'épicondyle latéral apparaît comme une structure hyperéchogène.

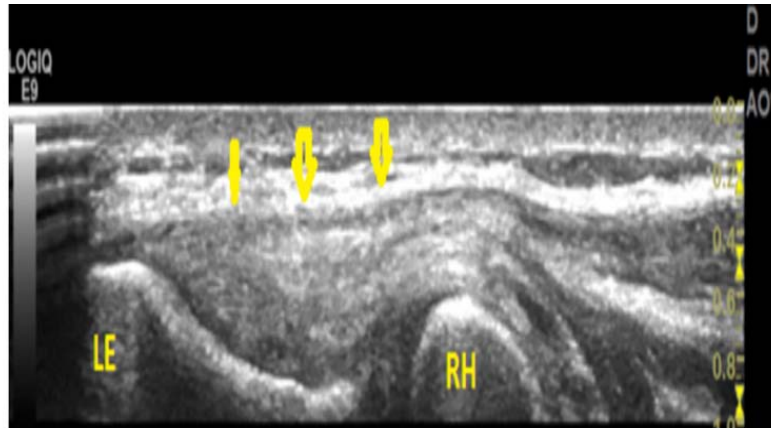


Fig.41 : Coupe du tendon commun des extenseurs (flèches), RH: tête radiale, LE: épicondyle latéral

4. Région médiale :

❖ Technique : (Fig.42)

- Le patient est installé coude posé à plat sur la table d'examen en extension, on lui demande de se pencher en dehors (rotation externe).
- Une coupe longitudinale de la région médiale permet de visualiser le faisceau antérieur du ligament collatéral médial en profondeur et le tendon commun des épicondyliens médiaux en superficie.



Fig.42: Position du patient pour l'examen échographique de la région médiale du coude : coude posé à plat sur la table d'examen en extension, on demande au patient de se pencher en dehors (rotation externe).

❖ Résultat : (Fig.43)

Une coupe longitudinale de la région médiale permet de visualiser :

- Le faisceau antérieur du ligament collatéral médial en profondeur.
- Le tendon commun des épicondyliens médiaux en superficie.

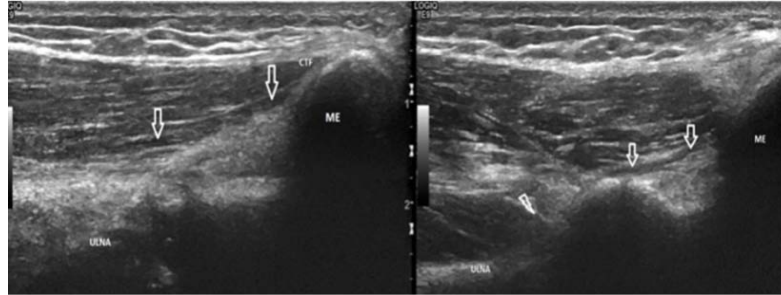


Fig.43: Le tendon commun des fléchisseurs (CTF) s'insérant sur l'épicondyle médial (ME), en profondeur on visualise le faisceau antérieur du ligament collatéral médial (flèches blanches)

5. Région postérieure :

❖ Technique : (Fig.44)

- Le coude à 90° de flexion, paume de la main sur la table.
- La coupe axiale transverse montre tous les éléments du tunnel ulnaire (gouttière épitrochléo-olécrânienne).
- On réalise une coupe longitudinale médiane qui permet d'étudier : le tendon distal du triceps.



Fig.44: Position du patient pour l'examen échographique de la région postérieure du coude : coude fléchi à 90°, la paume de la main est posée à plat sur la table d'examen.

❖ Résultat : (Fig.45, Fig.46)

En coupe longitudinale le triceps apparait comme une structure hyperéchogène fibrillaire qui s'insère au niveau de l'olécrane.

Le tunnel cubital est mieux analysé en coupe transversale ,le nerf ulnaire apparaît comme une structure ovoïde multi-fasciculée.

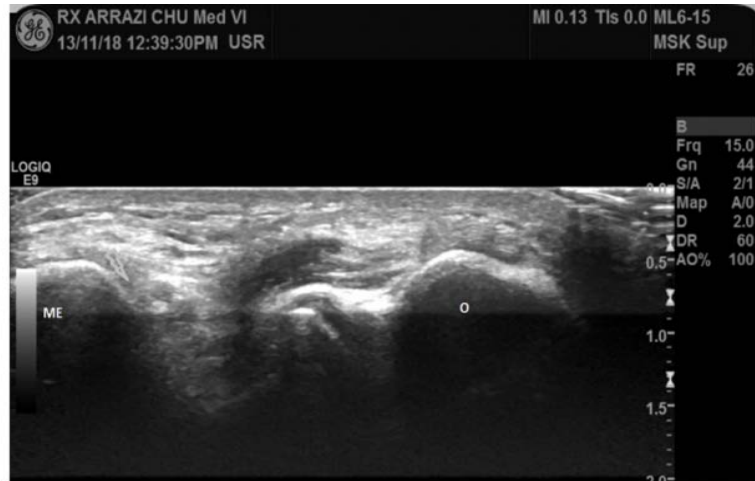


Fig.45 : Coupes longitudinales de la région postérieure du coude montrant le nerf ulnaire : 8 mm2 +/-3 (tête de flèche) dans le tunnel cubital; ME: épicondyle médial, O: olécrane,

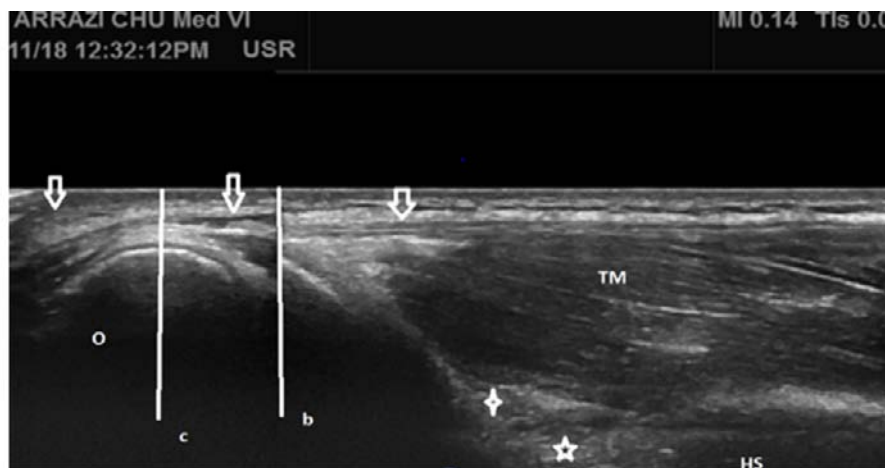


Fig.46: Coupe longitudinale médiane sur le compartiment postérieur.
On étudie sur cette coupe le tendon distal du muscle triceps (flèches) qui prolonge les chefs musculaires du triceps (TM), la fossette olécrânienne comblée par de la graisse(*), et la bourse olécrânienne virtuelle à l'état normal. L'olécrâne (O) et la palette humérale (H) constituent les repères osseux.

Échographie du poignet

I. Introduction

L'échographie est l'examen de choix après la radiographie standard pour l'exploration du poignet.

Elle permet une analyse des tendons, la gaine du tendon, rétinaculum, ligaments, synoviale, surfaces osseuses, nerfs, tissus mous.

II. Rappel anatomique : [2;12;13]

1. La face dorsale du poignet : (Fig.47)

- Les tendons extenseurs cheminent dans six compartiments ostéofibreux délimités :
 - En avant par des gouttières osseuses (face dorsale du radius et de l'ulna).
 - En arrière par un rétinaculum relativement épais (de 0,7 à 1 mm) et ses cloisons fibreuses de refend.
- Les tendons des trois premiers compartiments présentent des zones de croisement pouvant générer des conflits.
- Les rapports vasculonerveux sont plus pauvres qu'à la face palmaire.

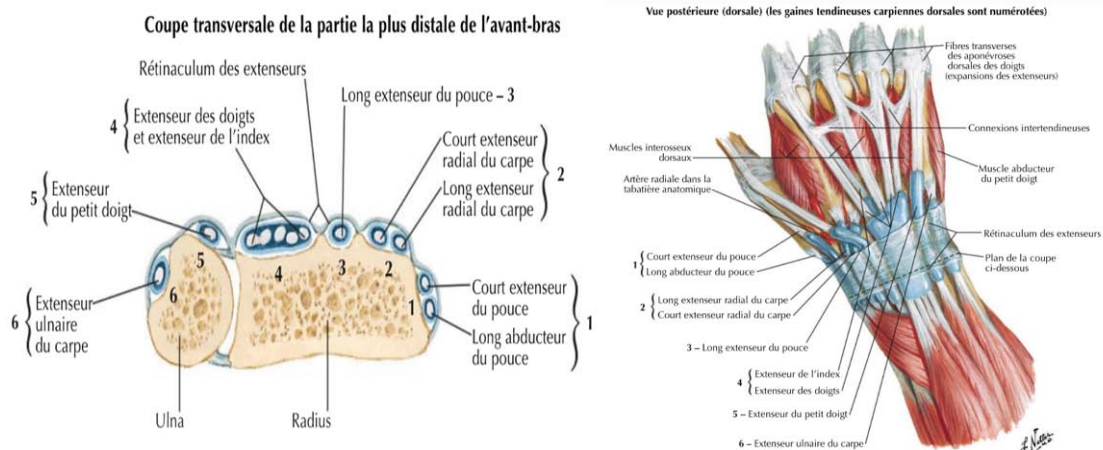


Fig.47: Schéma des six compartiments dorsaux du poignet et des tendons correspondants.

2. La face palmaire du poignet :(Fig.48 et Fig.49 [36])

La face palmaire du poignet présente deux tunnels ostéofibreux :

- Le plus volumineux, le canal carpien :
 - Limité en arrière par les os du carpe et en avant par un rétinaculum épais (1 à 1,5 mm), inextensible, convexe, tendu du scaphoïde au pisiforme et du trapèze à l'hamulus de l'hamatum.
 - Dans ce canal, cheminent le nerf médian (élément le plus superficiel) et neuf tendons (quatre tendons du fléchisseur superficiel, quatre tendons du fléchisseur profond, et le tendon du long fléchisseur du pouce).
 - Les tendons du fléchisseur superficiel et profond ont une gaine commune digitocarpienne ulnaire.
 - Le long fléchisseur du pouce de topographie externe et postérieure au canal carpien possède une gaine propre digito-carpienne radiale.
 - Ce tendon est facile à repérer au niveau de l'éminence thénar où il chemine entre les deux faisceaux musculaires du court fléchisseur du pouce.
 - Le fléchisseur profond donne des tendons alignés à la partie profonde du canal carpien, qui sont le site de l'insertion proximale des muscles lombricaux.
- Le tunnel ulnaire ou canal de Guyon, nettement plus petit :
 - Il est limité :
 - o En dedans par le pisiforme et l'abducteur du 5^{ème} doigt.
 - o En dehors et en arrière par le rétinaculum des fléchisseurs.
 - o En avant par l'aponévrose palmaire superficielle.
 - Il permet le passage du nerf ulnaire et du pédicule vasculaire ulnaire.

- À la partie distale de ce canal, le nerf ulnaire (ainsi que les vaisseaux satellites) se divise en une branche superficielle et une branche profonde séparées par le muscle court fléchisseur du 5^{ème} doigt.

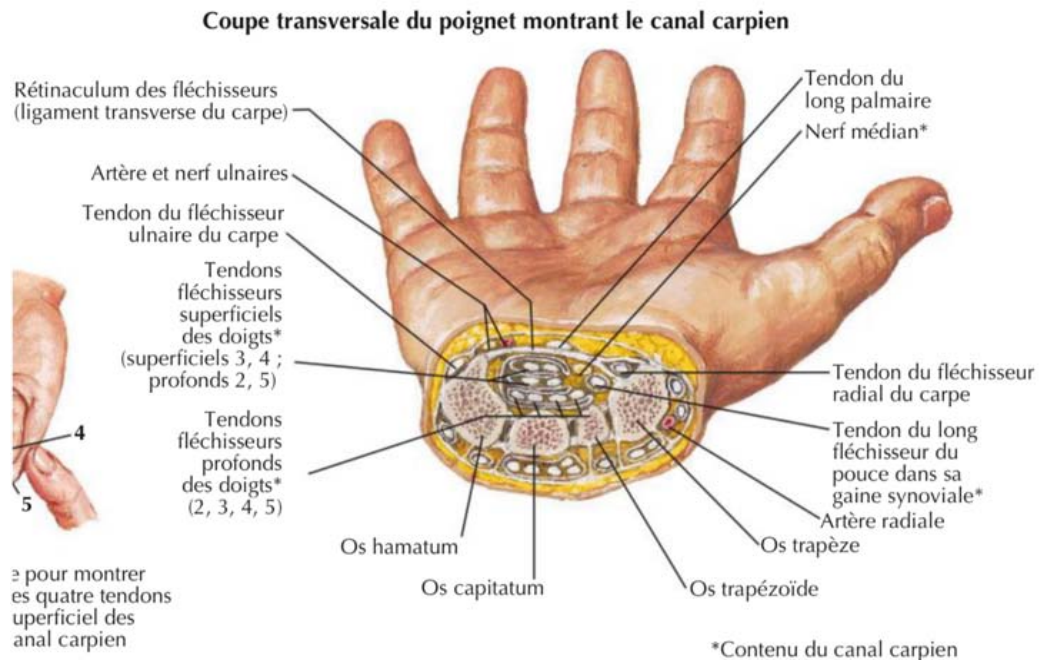


Fig.48: Schéma de la partie haute du canal carpien et du tunnel ulnaire

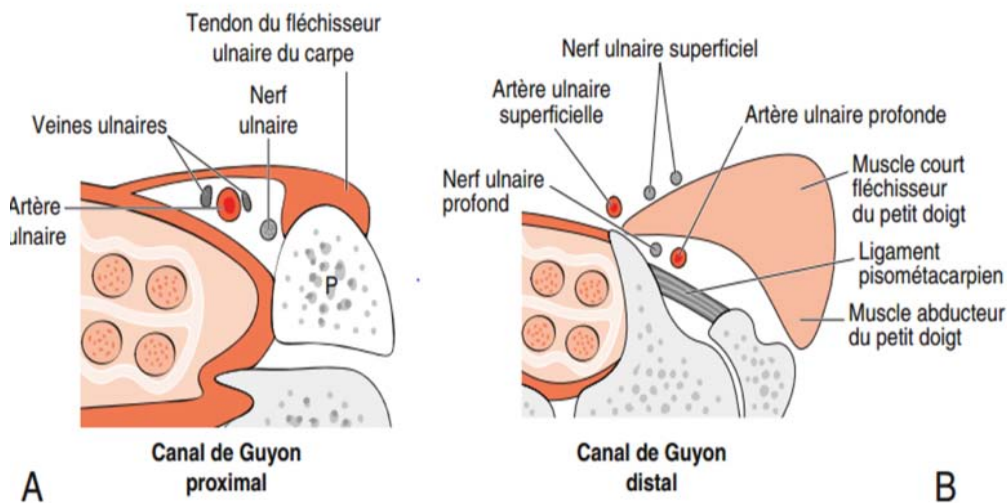


Fig.49 : Schémas du tunnel ulnaire (canal de Guyon) proximal (A) et distal (B)

III. Technique d'examen et résultat normal : [14-17] [36; 37]

1. Technique de base :

- Sonde linéaire de haute fréquence: 7-15 Mhz, Club de Golf.
- Doppler: vascularisation lésionnelle.
- Examen comparatif.
- Examen dynamique : mobilisation passive et active.
- Examen de chaque compartiment.
- Coupes axiales, coupes longitudinales.
- Translation de la sonde de haut en bas et de bas en haut.
- Balayage large.

2. Analyse de la face dorsale du poignet :

2.1. Étude du 1^{er} compartiment : Long abducteur du pouce et court extenseur du pouce

❖ Technique : (Fig.50)

- La main posée verticalement sur la table d'examen, bord radial vers le haut.
- La sonde sur la face latérale de la styloïde radiale pour examiner le 1^{er} compartiment.

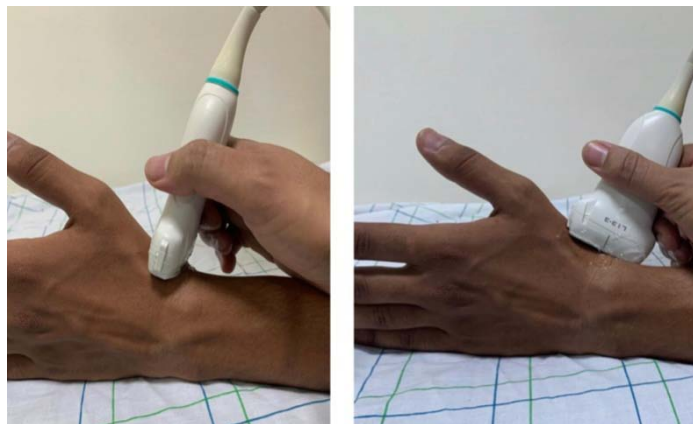


Fig.50: Position du patient pour l'étude du 1^{er} compartiment dorsal du poignet

❖ Résultat : (Fig.51)

Deux variantes anatomiques principales peuvent être rencontrées dans le premier compartiment:

- Un septum vertical qui divise le compartiment en deux espaces distincts.
- Tendons accessoires.

Le septum central peut être apprécié avec une échographie haute résolution : il apparaît comme une bande hypoéchogène linéaire, orientée verticalement, qui divise le tunnel en un espace ventral plus grand et un espace dorsal plus petit.

Le tunnel antérieur (ventral) abrite le long abducteur du pouce tandis que le tunnel postérieur (dorsal) contient le court extenseur du pouce.

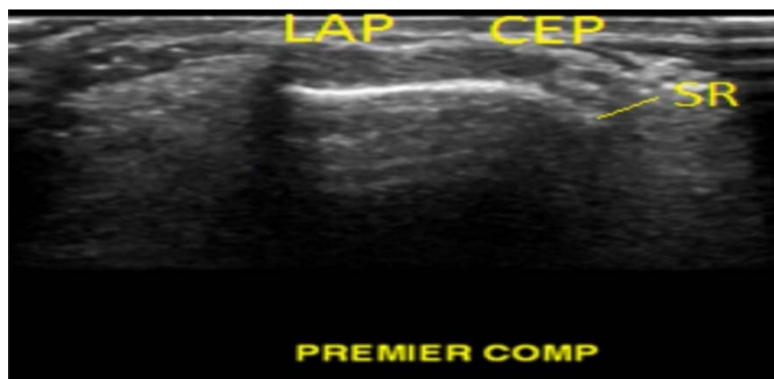


Fig.51:

- Long abducteur du pouce (LAP) : plus épais, deux bandes ou plus
- Court extenseur du pouce (CEP) : plus postérieur, plus grêle

2.2. Étude du 2ème compartiment : Extensor carpi radialis longus et
Extensor carpi brevis

❖ Technique : (Fig.52)

- Les deux mains du patient sont posées paume à plat sur la table, les coudes fléchis.
- En coupe transversale, déplacer la sonde médialement pour visualiser les tendons du 2ème compartiment.

- En effectuant un balayage vers le haut, on peut atteindre les muscles long abducteur du pouce et court extenseur du pouce qui sont situés en superficie des tendons du 2^{ème} compartiment.
- On reconnaît deux zones de croisements :
 - 1^{er} croisement: 1^{er} compartiment
 - 2^{ème} croisement: long extenseur du pouce (3^{ème} compartiment)



Fig.52 : Position du patient pour l'étude du 2^{ème} , 3^{ème} , 4^{ème} , 5^{ème} et 6^{ème} compartiments dorsaux du poignet: les deux mains du patient sont posées paume à plat sur la table.

❖ **Résultat :** (Fig.53 [17]et Fig.54)

Au niveau du radius distal, l'extenseur radial du carpe long et le court extenseur radial du carpe se dirigent côte à côte pour se diriger vers le deuxième compartiment, tandis que les muscles du long abducteur du pouce et du court extenseur du pouce les croisent superficiellement pour atteindre le premier compartiment : « l'intersection ».

Plus distalement, les tendons long et court extenseurs radiaux du carpe s'écartent pour atteindre les bases des deuxième et troisième métacarpiens.

En raison de leur grande taille, ces tendons peuvent être facilement évalués et suivis jusqu'à leurs insertions distales au moyen des coupes axiales.

Les plans longitudinaux peuvent être utiles pour évaluer l'échostructure interne de ces tendons

et sont particulièrement utiles pour évaluer leur insertion distale.

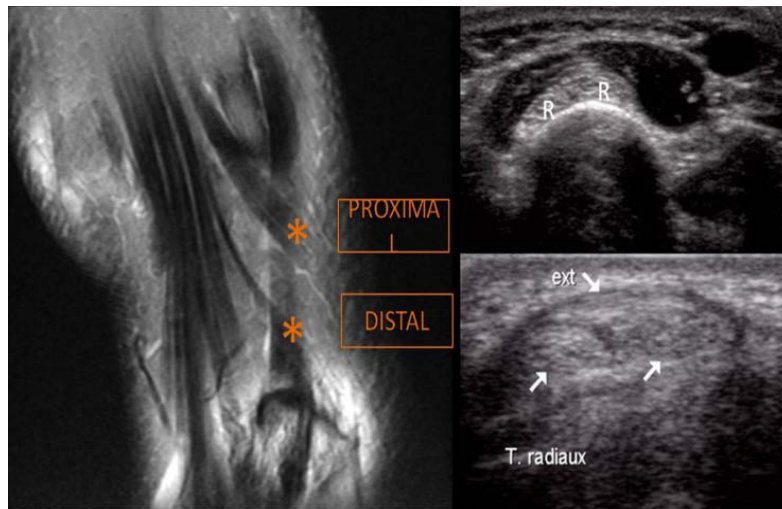


Fig.53 : Zones de croisement proximal et distal

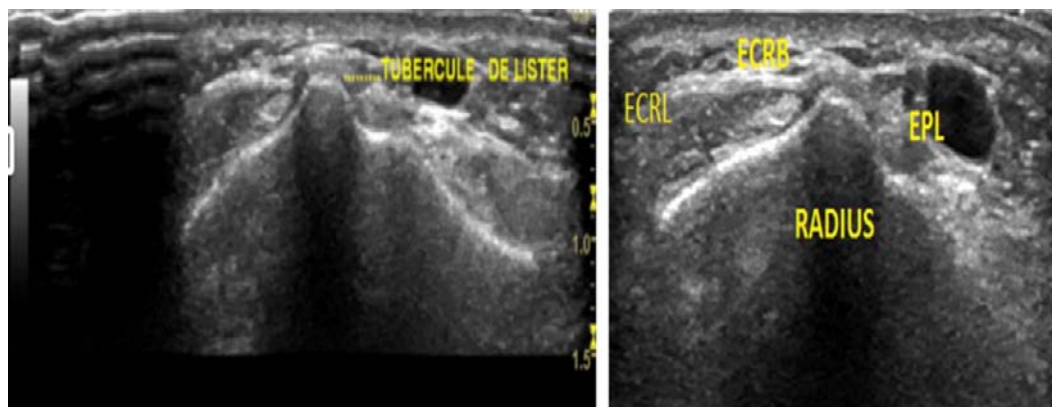


Fig.54: Coupe échographique des 2^{ème} et 3^{ème} compartiments séparés par le tubercule de Lister au centre:

* A gauche: 2^{ème} compartiment: ECRB: extensor carpi radialis longus

ECRB: extensor carpi brevis;

* A droite: 3^{ème} compartiment: EPL: extensor pollicis longus

2.3. Étude du 3^{ème} compartiment : Extensor pollicis longus (long extenseur du pouce)

❖ Technique : (Fig.52)

- Idem que celle du 2^{ème} compartiment.

❖ Résultat : (Fig.54)

Le tendon du long extenseur du pouce est un tendon mince qui doit être soigneusement évalué.

Étant donné que ce tendon a un trajet oblique de médial (proximal) à latéral (distal), les coupes transversales doivent être orientées obliquement pour maintenir le plan de coupe perpendiculaire à l'axe long du tendon.

Au fur et à mesure que le tendon progresse distalement, il croise le court extenseur radial du carpe et le long extenseur radial du carpe.

Une technique de balayage soigneuse est nécessaire pour représenter l'intersection du tendon.

Des images plus distales montrent le court extenseur du pouce au fur et à mesure qu'il rejoint la face ulnaire du court extenseur du pouce qui atteint son insertion distale à la base de la phalange proximale.

2.4. Étude des 4ème et 5ème compartiments :

Extenseur propre du pouce / long extenseur des doigts / Extenseur propre du 5ème doigt

❖ Technique : (Fig.52)

- Ils sont étudiés sur une même coupe axiale, la mobilisation passive ou active des doigts peut faciliter le repérage de tel ou tel tendon.

❖ Résultat : (Fig.55)

Les quatrième et cinquième compartiments sont régulièrement évalués ensemble en raison de la relation étroite des tendons qui passent à ce niveau.

Les images transversales sur l'épiphyse distale du radius montrent plusieurs bandelettes du long extenseur des doigts emballées ensemble à l'intérieur du quatrième compartiment.

En raison de leur apposition étroite, l'examen statique peut difficilement différencier ces tendons. Afin de les identifier correctement, un balayage dynamique sélectif doit être obtenu en demandant au patient de fléchir et d'étendre alternativement le doigt respectif pendant que l'examineur maintient le doigt.

Du côté ulnaire du quatrième compartiment, une échographie minutieuse montre l'extensor digiti quinti s'éloignant de l'os, dans un tunnel purement fibreux.

Ce tendon passe juste superficiellement à l'articulation radio-ulnaire distale.

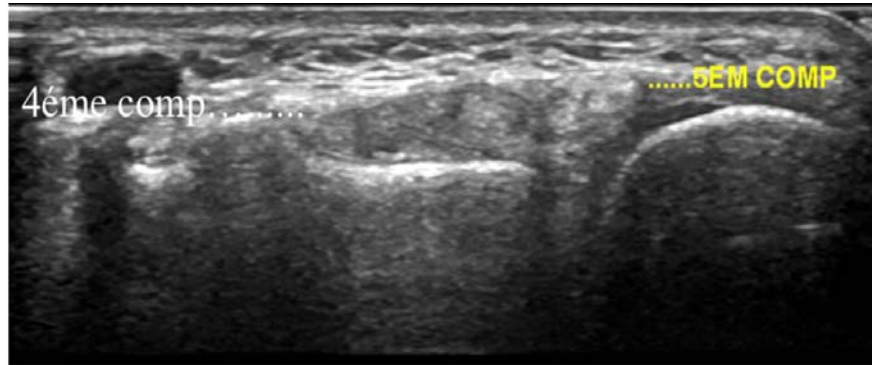


Fig.55 : Coupe transversale des 4^{ème} et 5^{ème} compartiments

2.5. Étude du 6ème compartiment : Extensor carpi ulnaris.

❖ Technique : (Fig.56)

- Placer le poignet en légère déviation radiale.
- Il est maintenu par son rétinaculum et étudié de façon statique et dynamique, en supination progressive contrariée ++++++ : luxation
- La main du patient est posée à plat sur la paume, la main de l'examineur vient la bloquer, et on demande au patient de réaliser une supination (tentative de rotation du pouce vers le haut).

❖ Résultat : (Fig.56)

Les images échographiques proximales montrent :

- Un sillon peu profond dans la face postéro-médiale de l'épiphyse distale de l'ulna.
- Le rétinaculum extenseur apparaissant comme une structure anisotrope curviligne.
- Et le tendon extenseur ulnaire du carpe, situé à l'intérieur d'un tunnel ostéofibreux.

Plus distalement, le tendon peut être vu recouvrant le styloïde ulnaire, qui apparaît comme une petite structure hyperéchogène arrondie.

Après avoir quitté l'ulna, le tendon extenseur ulnaire du carpe repose sur la face dorsale de l'hamatum puis sur la base du cinquième métacarpien.

La déviation radiale du poignet permet une représentation échographique optimale de l'extenseur ulnaire du carpe dans le plan longitudinal.

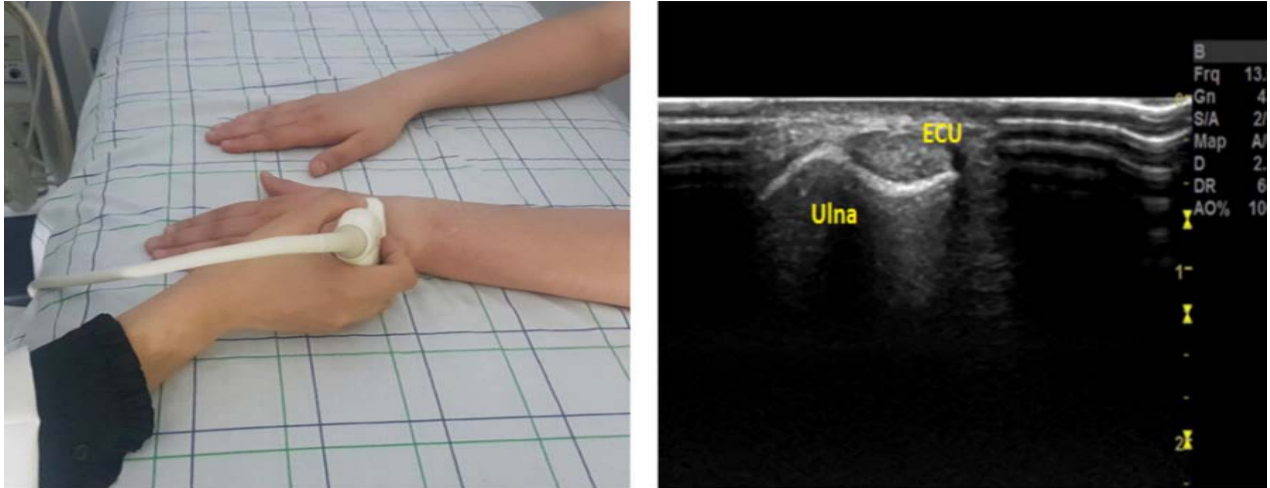


Fig.56: Coupe échographique du 6^{ème} compartiment : ECU: extensor carpi ulnaris

2.6. Étude du ligament scapho lunaire :

❖ Technique :

- A partir de la coupe transversale sur le tubercule de Lister, déplacer la sonde en distalité pour visualiser la portion dorsale du ligament scapho-lunaire.
- Une rotation interne du poignet est utile pour vérifier l'intégrité de ce ligament.

❖ Résultat : (Fig.57)

Le faisceau dorsal de ce ligament est situé juste en distalité du tubercule de Lister.

Il apparaît sous forme de structure fibrillaire homogène, hyperéchogène, située au niveau de l'interligne scapho-lunaire.

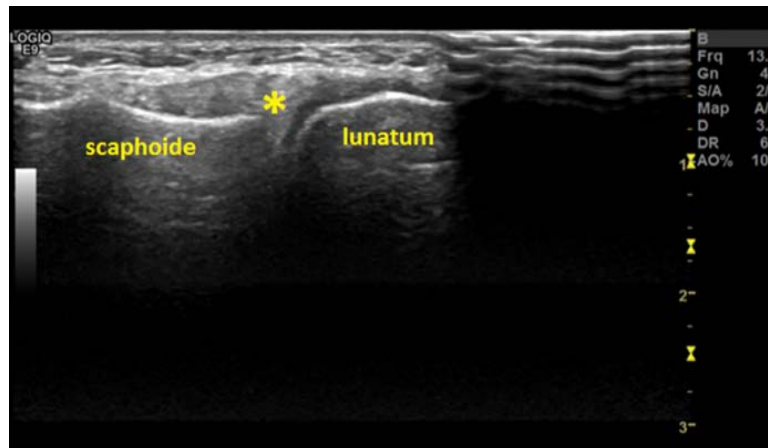


Fig.57: Coupe échographique du ligament scapholunaire(*)

2.7. Étude de l'Articulation radio ulnaire distale :

❖ Technique :

- Placer la sonde dans un plan transversal, de façon proximale à l'articulation, au niveau où la capsule possède une compliance maximale.

❖ Résultat :(Fig.58)

Au niveau de l'articulation radio-ulnaire distale, la tête ulnaire est recouverte de cartilage articulaire qui apparaît sous forme de bande hypoéchogène.

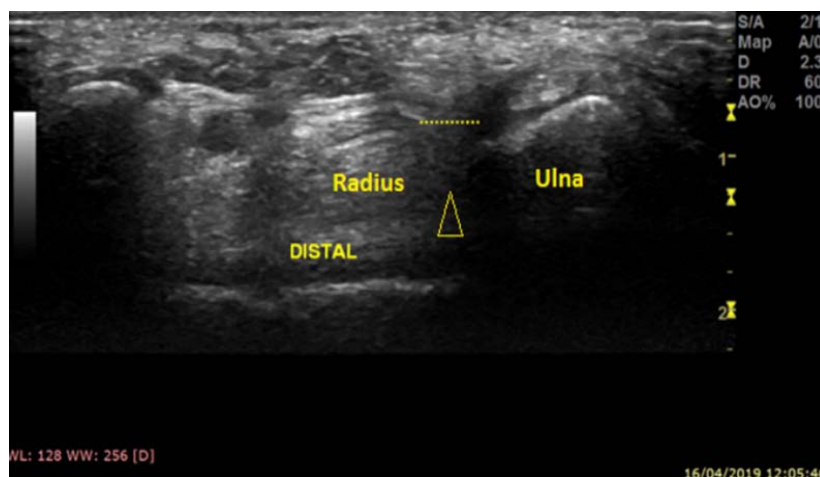


Fig.58: Coupe échographique de l'articulation radio-ulnaire distale

3. Analyse de la face palmaire du poignet :

❖ Technique :

- La face dorsale du poignet est à plat sur la table.
- 2 repères osseux : Tubercule du scaphoïde, Pisiforme.

❖ Résultat :

➔ Analyse du canal carpien : (Fig.59)

➔ PARTIE PROXIMALE DU CANAL CARPIEN :

- **Nerf médian :**

Le nerf médian est superficiel et parallèle aux 2^{ème} et 3^{ème} tendons fléchisseurs et médial au tendon long fléchisseur du pouce, juste en dessous du ligament carpien transverse.

Sa section transversale est généralement une ellipse, mais sa forme peut changer en fonction de la position du poignet et selon les sujets.

- **Fléchisseur commun profond et superficiel :**

L'identification de chacun de ces tendons se fait facilement en fonction de leur position anatomique (les fléchisseurs radiaux reposent du côté radial du tunnel, les fléchisseurs ulnaires du côté ulnaire) et par leur action à l'échographie dynamique.

- **Long fléchisseur du pouce :**

Le long fléchisseur du pouce est de forme plus ovale à grand axe vertical sur les coupes transversales comparé aux tendons fléchisseurs des doigts longs qui ont une forme arrondie.

➔ PARTIE DISTALE DU CANAL CARPIEN : Plus étroit que la partie proximale

- **Nerf médian :**

Au fur et à mesure que le tunnel se rétrécit de proximal en distal, le nerf médian a tendance à prendre une apparence plus aplatie.

L'échostructure fasciculaire du nerf médian est plus évidente en proximal, à l'entrée du tunnel, où le nerf est parallèle à la peau et perpendiculaire au faisceau US, que dans le tunnel distal où le nerf a un trajet oblique descendant.

- **Fléchisseur commun profond et superficiel :**

En profondeur du nerf, les tendons fléchisseurs sont plus difficiles à différencier les uns des autres car ils sont très rapprochés.

De plus, ils se trouvent dans une position plus profonde, étroitement liée à la capsule palmaire de l'articulation médiocarpienne.

- **Long fléchisseur du pouce :**

Le tendon long fléchisseur du pouce est détecté plus médialement.

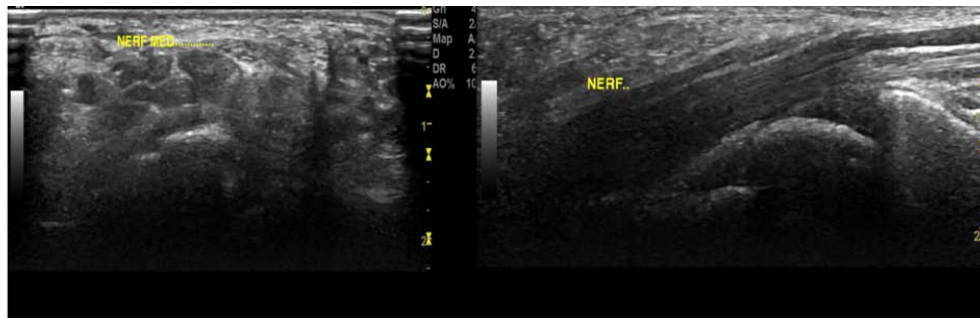


Fig.59 : Antérieur, Aspect fasciculé du nerf, mobilisation active et passive
• Diminue de calibre légèrement dans le canal carpien
• En profondeur: tendons, lunatum et capitatum
• Mesure de la surface

→ **Etude du canal de Guyon :** (Fig.60) [18]

Le tunnel de Guyon est situé en position médiale et superficielle par rapport au canal carpien.

Le ligament transverse du carpe et le pisiforme sont facilement détectés à l'échographie.

Au contraire, le ligament palmaire carpien superficiel est très fin et difficile à visualiser.

Une fois la forme curviligne du pisiforme trouvée, il faut prendre soin d'identifier **l'artère ulnaire** comme une structure hypoéchogène ronde et pulsatile.

Le **nerf ulnaire** se situe entre ces deux structures et peut être mieux visualisé par de subtils mouvements d'inclinaison de la sonde.

Il apparaît comme une petite structure de 2 à 2,5 mm, contenant quelques fascicules hypoéchogènes internes.

Plus distalement au pisiforme, le tunnel distal de Guyon peut être imagé avec des sondes à très haute résolution.

A ce niveau, le nerf ulnaire se divise en deux branches terminales :

- La branche sensorielle superficielle suit le trajet de l'artère ulnaire.
- La branche motrice profonde longe la surface médiale du crochet hamata.

De même, l'artère ulnaire se divise en deux branches : superficielle et profonde, chacune suivant les faisceaux nerveux respectifs.

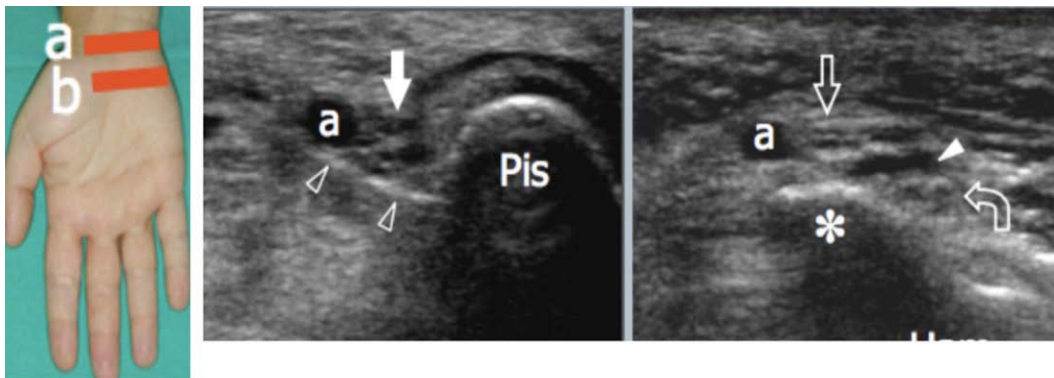


Fig.60: Suivre le nerf en distalité dans le plan axial , pour visualiser ses deux branches de division : la branche sensorielle superficielle et la branche motrice profonde

Échographie de la main

I. Introduction :

La main est un organe superficiel accessible à l'exploration par l'échographie.

Le couple Radiographie standard / Echographie joue un rôle capital dans l'exploration de cet organe.

II. Rappel anatomique : (Fig.61 et Fig.62) [2;19]

1. Le système fléchisseur des doigts :

1.1. Les tendons fléchisseurs

▪ Les tendons fléchisseurs profonds :

- Le fléchisseur profond se termine plus distalement sur la face palmaire de P3.
- Il est lui-même formé de deux languettes non dissociées.

▪ Les tendons fléchisseurs superficiels :

- Le tendon fléchisseur superficiel se divise en regard de l'articulation métacarpo-phalangienne (MCP), en deux languettes en forme de «croissants de lune».
- Ces languettes contournent le tendon fléchisseur profond dans un mouvement spiroïde, puis fusionnent sous ce dernier formant une gouttière à concavité antérieure.
- Ils se fixent ensuite sur la face palmaire de P2.

▪ Le long fléchisseur du pouce : 1 seul tendon.

1.2. Les poulies :

- Les tendons fléchisseurs des doigts entourés de leur gaine synoviale pénètrent dans un tunnel ostéofibreux étroit constitué :

* En arrière : par la corticale antérieure des phalanges.

* En avant et latéralement : par une gaine digitale fibreuse.

- Cette gaine fibreuse comporte cinq poulies **annulaires** (A1 à A5) inextensibles qui appliquent les tendons contre les corticales et trois poulies **cruciformes**.

→ Poulies annulaires : A1 à A5 assurent le maintien des tendons.

- A1 sur la tête du métacarpe.
- A2 et A4 sur le corps de P1 et P2.
- A3 et A5 sur la tête de P1 et P2.

→ Poulies cruciformes : entre les poulies annulaires (A2 et A3 / A3 et A4 / A4 et A5) => rendent les gaines tendineuses flexibles.

2. Le système extenseur :

On décrit classiquement un tendon extenseur commun pour les quatre derniers doigts et un extenseur propre supplémentaire pour l'index et l'auriculaire.

L'extenseur se divise au niveau de P1 en trois lames tendineuses :

- La bandelette médiane (insertion sur la face dorsale de P2).
- Les bandelettes latérales se réunissant en un tendon conjoint terminal s'insérant sur la face dorsale de la base de P3.

L'extension du pouce est assurée par :

- Le long extenseur du pouce (se termine sur l'extrémité postérieure de la phalange distale du pouce).
- Le court extenseur du pouce (se termine en bas sur la face dorsale de la base de la phalange proximale du pouce).

3. Les muscles intrinsèques de la main :

- Loge thénar.
- Loge hypothénar.
- Muscles lombricaux.
- Muscles interosseux.

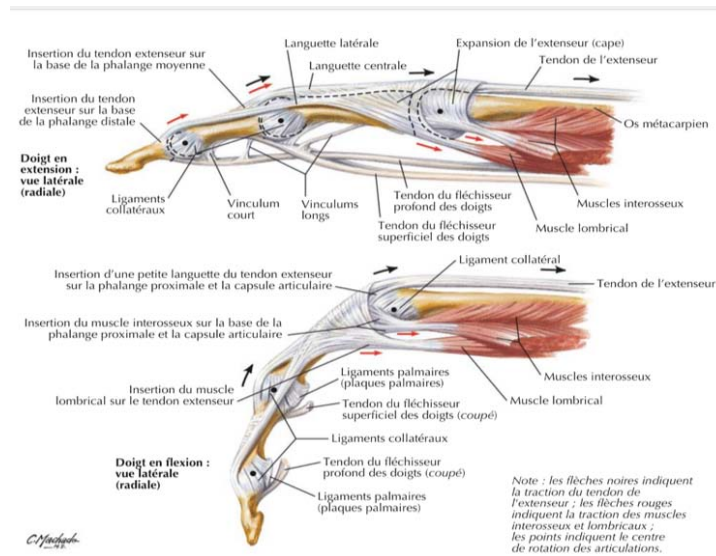


Fig.61: Schéma des tendons des doigts

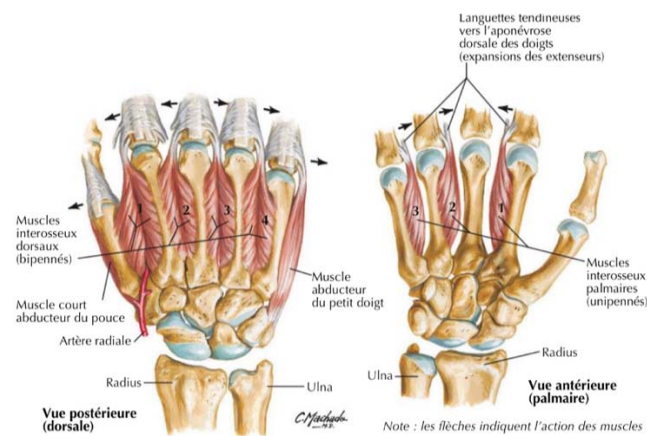


Fig.62: Schéma des muscles intrinsèques de la main

III. Technique d'examen et résultats normaux : [20 – 23] [36;37]

1. Réalisation pratique :

- Sonde haute résolution (7–15 MHz): sonde linéaire ou club de golf.
- Balayage soigneux pour éviter l'anisotropie et le possible diagnostic erroné.
- Patient sur une chaise du côté opposé du lit avec la main posée sur le lit.
- Manœuvres statiques et dynamiques.

2. Echoanatomie normale :

→ Face palmaire de la main : (Fig.63)

- **Tendon du long fléchisseur du pouce** (fig.64 et Fig.65)

Il est le tendon fléchisseur le plus latéral.

Il passe entre les chefs superficiel et profond du muscle court fléchisseur du pouce.

Il apparaît généralement comme une structure hyperéchogène ronde fibrillaire entre les ventres hypoéchogènes du court fléchisseur du pouce.



Fig.63: Position du patient pour l'examen échographique des doigts:
Étude de la face palmaire des doigts longs



Fig.64 : Technique d'étude du long fléchisseur du pouce

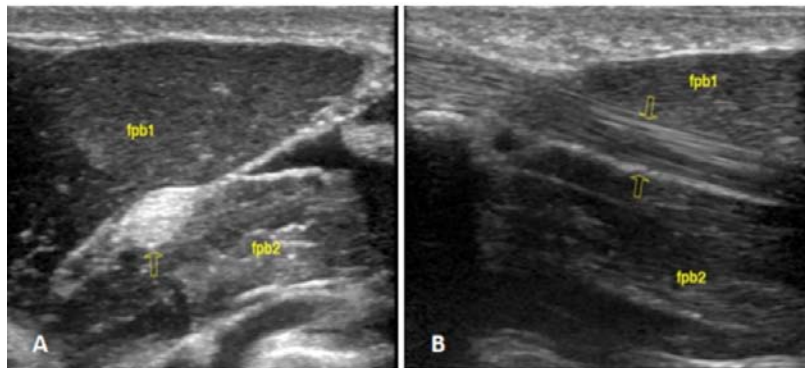


Fig.65 :

A. Tendon du long fléchisseur du pouce : hyperéchogène fibrillaire.
Ventre superficiel (fpb1) et profond (fpb2) du muscle court fléchisseur du pouce.
B. Gaine fibreuse: hyperéchogène.

- **Tendon fléchisseur superficiel et tendon fléchisseur profond (fig.66 et Fig.67)**

Plus médialement, les tendons fléchisseurs superficiels et profonds des doigts longs sont représentés comme des structures hyperéchogènes ovales placées l'une au-dessus de l'autre, superficielles par rapport aux os métacarpiens respectifs.

Pour chaque doigt, les deux tendons contigus ont approximativement la même taille.



Fig.66 : Technique d'étude du fléchisseur profond et superficiel des doigts

- **Muscles lombricaux et interosseux (Fig.67)**

En profondeur, le fascia palmaire moyen sépare les muscles lombricaux, des muscles interosseux palmaires qui apparaissent comme des structures hypoéchogènes comblant les espaces intermétacarpiens.

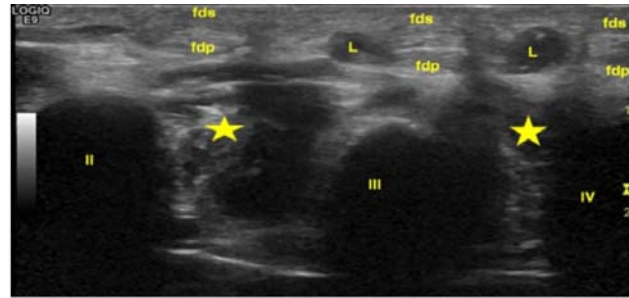


Fig.67: Coupe axiale sur la tête des métacarpes
•Tendon fléchisseur superficiel (fds) et tendon fléchisseur profond (fdp) de l'index à l'annulaire : section ovale et superposée.
•Muscles lombricaux (L) et interosseux
•Têtes des métacarpes (II,III,IV)

→ **Face dorsale de la main** : (Fig.68 et Fig.69)

▪ **Extenseurs des doigts :**

- Les tendons extenseurs des doigts sont de tailles différentes ; l'extenseur du petit doigt étant le plus fin.
- En procédant à un balayage dans le plan transverse, on peut étudier chaque tendon extenseur de façon individuelle.

▪ **Court extenseur du pouce, long extenseur du pouce, long abducteur du pouce :**

En balayant en distalité vers le styloïde radiale, le long abducteur du pouce et le court extenseur du pouce forment un pont joignant la face latérale du scaphoïde à :

- La base du 1^{er} métacarpien (le long abducteur)
- Phalange proximale du pouce (le court extenseur)

Plus médialement, le long extenseur du pouce parallèle au court extenseur s'insère sur la base de la phalange distale du pouce.

▪ **Muscles interosseux :**

Ils sont visibles sous forme de volumineuses masses hypoéchogènes au niveau des espaces compris entre les métacarpiens ; en profondeur des tendons extenseurs.

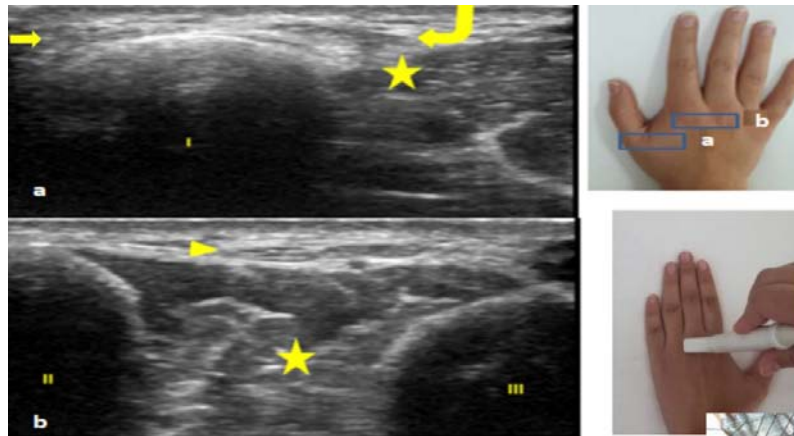


Fig.68 : A: Le court extenseur du pouce (flèche droite)
Le long extenseur du pouce (flèche incurvée)
B: Les extenseurs du deuxième et troisième doigt (tête de la flèche)
Muscles interosseux (étoile)

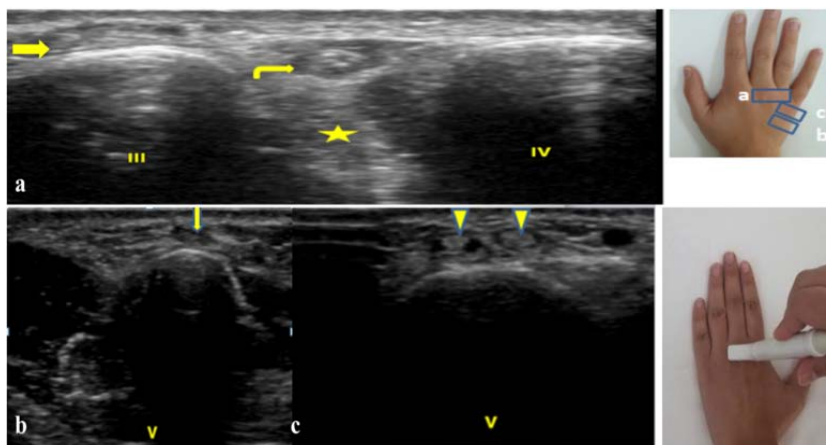


Fig.69 : A: Le troisième (III) et quatrième (IV) métacarpiens
Troisième muscle interosseux (étoile jaune)
Les 2 fibres des tendons extenseurs pour les doigts du milieu (flèche droite) et de l'anneau (flèche incurvée).
B,C : L'extenseur du petit doigt (flèche droite): se scinde en deux feuillets tendineux séparés (têtes de flèches)

→ Face palmaire des doigts : (Fig.70, Fig.71, Fig.72)

• Tendons fléchisseurs :

Une fois dans la gaine fibreuse digitale, le fléchisseur superficiel des doigts se divise en deux tendons qui divergent pour entourer le fléchisseur profond des doigts et s'insérer dans la phalange moyenne.

Le flexor digitorum profundus est d'abord situé en profondeur du flexor digitorum superficialis, puis pénètre dans la fente formée par les divisions du tendon superficiel et s'insère sur la base de la phalange distale.

Au niveau de la phalange proximale et à la partie la plus proximale de la phalange moyenne, les tendons fléchisseurs peuvent difficilement être séparés les uns des autres avec l'échographie si une sonde à haute fréquence n'est pas disponible.

De légers mouvements d'inclinaison de la sonde et de balayage pendant les mouvements passifs de flexion et d'extension du doigt peuvent être utiles à cette fin.

En revanche, la portion distale du tendon fléchisseur profond des orteils est toujours bien représentée jusqu'à son insertion.

- **Poulies digitales :**

Les poulies annulaires normales ont une épaisseur < 1 mm, mais elles peuvent être démontrées avec une échographie à haute résolution sous forme de bandes anisotropes très minces recouvrant les tendons fléchisseurs.

Les coupes transverses sont les meilleures pour les représenter.

En général, la partie palmaire des poulies a un aspect hyperéchogène dû à l'incidence perpendiculaire du faisceau ultrasonore, alors que leurs portions latérales sont le plus souvent hypoéchogènes par anisotropie et peuvent être vues diverger vers l'insertion phalangienne de part et d'autre des tendons fléchisseurs.

Le balayage dynamique sur les plans transversaux pendant les mouvements de flexion et d'extension des doigts peut aider à distinguer le système de poulies stationnaires des tendons fléchisseurs glissants sous-jacents.

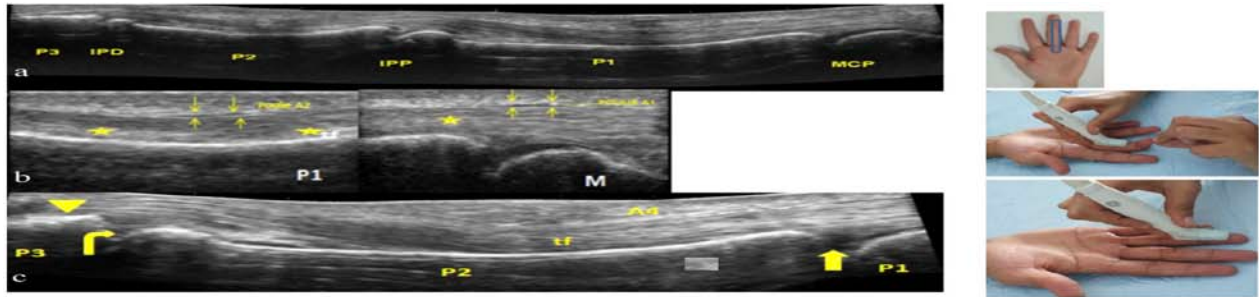


Fig.70: Coupe longitudinale

A,B: Tendons fléchisseurs : hyperéchogène fibrillaire.
B: Poulies digitales : fines bandes hypoéchogène bordées de 2 interfaces hyperéchogènes (flèches grêles).
C: IPP (flèche droite) **et IPD** (flèche courbée).
Niveau d'insertion du flexor digitorum profundus (tête de flèche jaune)

- Le cartilage articulaire : (IPP, IPD, métacarpophalangienne)

Les coupes longitudinales peuvent évaluer facilement la face palmaire des articulations des doigts.

Le cartilage apparaît comme une bande anéchogène régulière recouvrant la tête métacarpienne.

- La plaque palmaire fibrocartilagineuse.

Superficielle au cartilage articulaire, elle apparaît sous forme de structure hyperéchogène triangulaire.

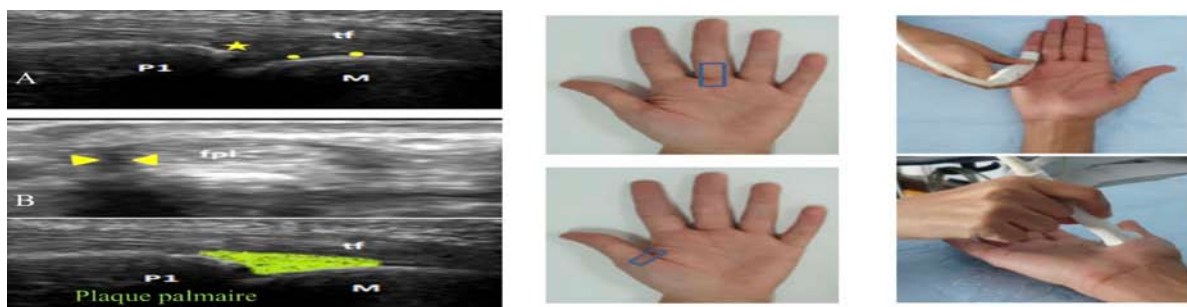


Fig.71: Articulation métacarpophalangienne

A: La plaque palmaire : structure triangulaire (étoile jaune) s'insérant sur la base de P1
 Le cartilage articulaire: bande anéchogène régulière (point jaune) reposant sur l'aspect hyperéchogène de l'os sous-chondral.
B: Poulie annulaire A1 (tête de flèche jaune) entourant le long fléchisseur du pouce (fpl)

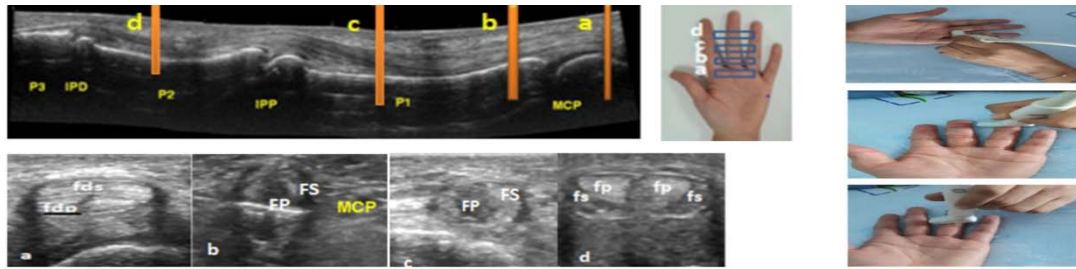


Fig.72: Coupes axiales

A: Le tendon fléchisseur superficiel (fds) repose sur le fléchisseur profond des doigts (fdp)
 B,C : P1: le tendon fléchisseur superficiel se scinde en deux moitiés entourant le tendon du fléchisseur profond des doigts.

→ Face dorsale des doigts : (Fig.73, Fig.74 et Fig.75)

– Coupes longitudinales

Le contingent central du tendon extenseur descend sur la phalange proximale pour s'insérer sur la base de la phalange moyenne.

La portion distale du tendon formée par la jonction des deux bandelettes latérales s'insère sur la base de la 3^{ème} phalange.

L'ongle apparaît comme un écho régulier brillant bien défini superficiel. A sa base, on observe la matrice de l'ongle.

– Articulation métacarpophalangienne

Le tendon extenseur peut être visualisé lorsqu'il traverse l'articulation métacarpophalangienne.

On note une encoche normale du métacarpien dorsal situé juste en aval de l'attache capsulaire.

Plus distalement à cette encoche, le cartilage articulaire de la tête métacarpienne apparaît comme une bande hypoéchogène en forme de croissant recouvrant l'os sous-chondral.

Le cartilage hyalin ne peut pas être apprécié à la base de la phalange proximale car il se situe dans un plan parallèle au faisceau ultrason.

La flexion de l'articulation métacarpophalangienne permet une meilleure évaluation du cartilage hyalin métacarpien en le repositionnant sous la base de la phalange proximale.

- Coupes axiales

Au niveau de la tête métacarpienne, le tendon extenseur apparaît comme une structure hyperéchogène ovale recouverte par la bande sagittale.

Sur la phalange proximale, le tendon extenseur se divise en un tendon central et deux bandelettes latérales.

Le tendon central s'insère sur la base de la phalange moyenne, et au-delà, seules les bandes latérales sont visualisées sur la phalange moyenne comme deux fines couches hyperéchogènes étroitement apposées sur le cortex phalangien.

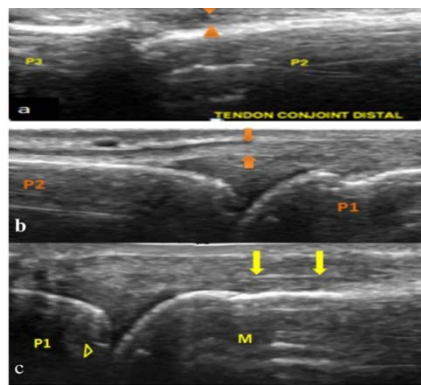


Fig.73: Coupe longitudinale de la face dorsale des doigts (le tendon extenseur) :
A : Le tendon conjoint distal (tête de flèche orange): la base de P3
B : La bandelette médiane (flèche orange): la base de P2 .
C : Le tendon extenseur en regard de la face dorsale de la MCP (flèche jaune)

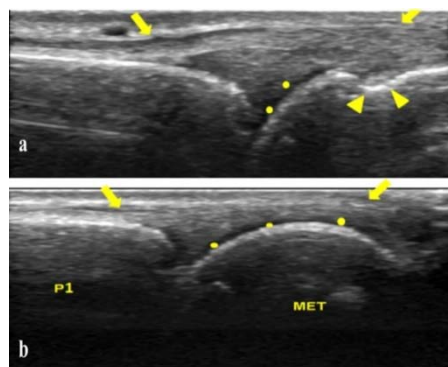


Fig.74: Articulation métacarpophalangienne de la face dorsale des doigts
A: Cartilage articulaire : bande hypoéchogène en forme de croissant (point jaune)
B : Flexion de la MCP → Cartilage métacarpien hyalin.
Tendon extenseur (flèche jaune)

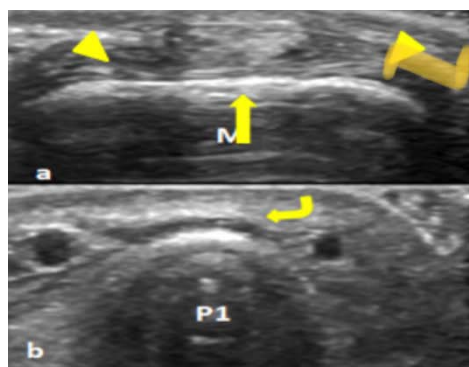
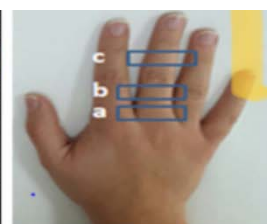


Fig.75: Coupes axiales de la face dorsale des doigts
A: Tête métacarpienne, le tendon extenseur sous la forme d'une structure ovale hyperéchogène (flèche) recouverte par la bandelette sagittale (tête de flèche)
B : Le tendon extenseur se divise en une bandelette centrale (flèche courbée) et deux bandelettes latérales .



Échographie de la hanche

I. Introduction :

- La hanche est le siège de pathologie fréquente et diverse. L'examen clinique est pauvre, d'où l'importance de l'échographie ayant un intérêt diagnostique et thérapeutique.
- Avantages : accessibilité, faible coût.
- Limite : situation profonde de la hanche.

II. Rappel anatomique : (Fig.76, Fig.77 et Fig.78) [2 ;24]

1. Les structures osseuses :

C'est une articulation sphéroïde (énarthrose), entre l'acétabulum (cavité cotyloïde de l'os coxal) et la partie articulaire de la tête fémorale (segment de sphère).

- ➔ **L'acétabulum ou cotyle** : large cavité hémisphérique sur la face externe de l'os coxal, qui s'articule avec la tête fémorale.
- ➔ L'extrémité supérieure du fémur :
 - **La tête** : elle couvre les deux tiers d'une sphère. Elle regarde en haut, en dedans et en avant et elle s'articule avec le cotyle.
 - **Le col** : situé entre la tête et le grand trochanter, il se dirige vers le haut et le dedans.
 - **Le grand trochanter** : volumineuse saillie quadrilatère dans le prolongement de la diaphyse.
 - **Le petit trochanter** : processus conique en dessous et en arrière du col fémoral.

2. Les moyens d'union :

La tête fémorale est donc enchâssée dans l'acétabulum où elle est maintenue en place par plusieurs moyens d'union :

2.1. Le labrum acétabulaire ou bourrelet : c'est un fibrocartilage en anneau qui augmente la congruence et la stabilité articulaire.

2.2. La capsule articulaire : manchon fibreux très solide tendu entre l'os iliaque et la base du col fémoral.

2.3. Les ligaments :

- Le ligament ilio-fémoral de Bertin en avant.
- Le ligament pubo-fémoral en arrière.
- Le ligament ischio-fémoral.

Tous les ligaments sont tendus en extension et détendus en flexion.

2.4. Les muscles péri-articulaires : ils permettent non seulement la mobilité de la hanche, mais aussi, sa stabilité. Ils sont réunis en plusieurs groupes :

➔ Muscles du compartiment antérieur :

- Muscle ilio-psoas présente deux parties : le psoas et le muscle iliaque.
- Muscle sartorius prend insertion sur l'épine iliaque antéro-supérieure(EIAS) et passe devant l'articulation de la hanche.
- Muscle droit fémoral appartient au muscle quadriceps.

Il en est le seul chef qui prend insertion sur l'os coxal.

Il s'y fixe par deux tendons : un tendon direct inséré sur l'épine iliaque antéro-inférieure (EIAI) et un tendon réfléchi partant du sillon supra- acétabulaire au-dessus du sourcil de l'acétabulum.

→ **Muscles du compartiment médial :**

- Muscle pectiné : est parallèle au long adducteur, au-dessus de lui. Il s'insère sur la crête pectinée au bord antérieur de l'os coxal et descend en bas et en dehors vers le tiers supérieur de la ligne âpre à hauteur de sa bifurcation.
- Muscle gracile : est le plus médial des muscles de la cuisse ; Il s'insère sur le pubis près de la symphyse et se termine sur la tubérosité médiale de l'extrémité supérieure du tibia par un tendon appartenant à la « patte d'oie ».
- Muscles adducteurs :
 - Le muscle grand adducteur est le plus large et dorsal.
 - Le muscle court adducteur est en avant du grand adducteur. Il s'insère sur le pubis et se termine sur la ligne âpre au tiers moyen du fémur en deux chefs.
 - Le muscle long adducteur recouvre le court adducteur entre le pubis et le tiers moyen de la ligne âpre.

→ **Muscles du compartiment latéral :**

- Le muscle petit fessier : le plus profond et le plus antérieur : inséré sur l'aile iliaque en avant de la ligne glutéale antérieure, il se termine à la face antérieure du grand trochanter.
- Le muscle moyen fessier : s'insère sur l'aile iliaque entre les deux lignes glutéales et recouvre en capuchon le grand trochanter en se terminant sur la face latérale, dont il est séparé par une bourse séreuse.
- Muscle tenseur du fascia lata : prend origine sur l'épine iliaque antéro-supérieure et se dirige en bas et en arrière vers le tractus ilio-tibial fibreux, qui se termine à la tubérosité latérale du tibia.

-

→ **Muscles du compartiment postérieur :**

- Les muscles Ischiojambiers : sont au nombre de trois : semi-membraneux, semi-tendineux et long chef du muscle biceps fémoral.

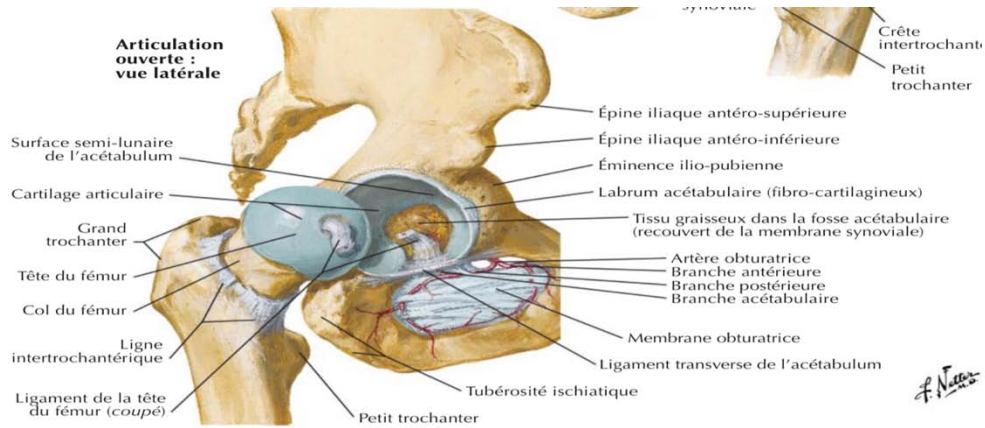


Fig.76: Schéma de l'articulation de la hanche

Ils se terminent dans les os de jambe et sont donc bi-articulaires.

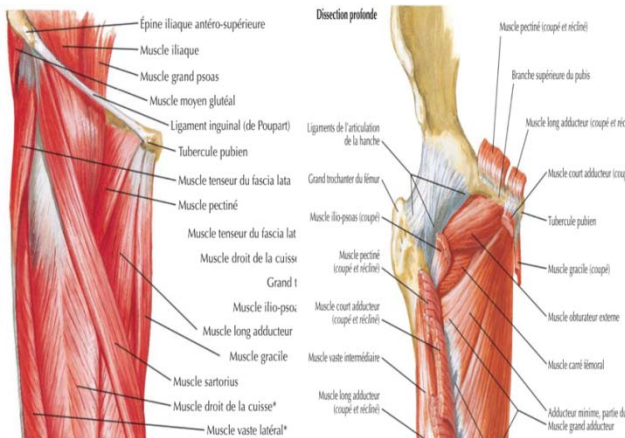


Fig. 77: Muscles des compartiments antérieur et médial de la hanche

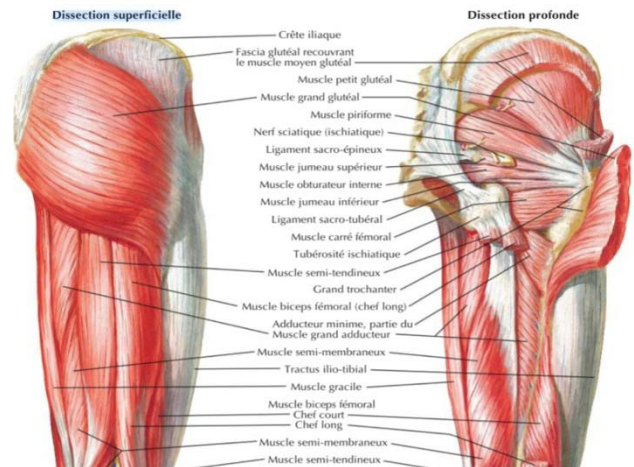


Fig. 78: Muscles des compartiments latéral et postérieur la hanche

III. Technique d'examen et résultats normaux : [25 – 27] [36 ;37]

1. Technique : (Fig.79)

- Une large plage de fréquence doit être utilisée (de 3.5 MHz jusqu'à 13 MHz) afin de permettre l'examen complet des structures les plus profondes aux plus superficielles.
- Examen bilatéral et comparatif en décubitus dorsal, hanches en extension,
- Schématiquement 4 compartiments : (repères osseux +++)
- Antérieur, médial, latéral et postérieur.



Fig.79 : Position initiale du patient et sondes

2. Compartiment antérieur :

→ Articulation coxo-fémorale :

❖ Technique : (Fig.80)

Coupe sagittale sur la tête fémorale.



Fig. 80: Position du patient pour l'étude de l'articulation coxo-fémorale

❖ Résultat : (Fig.81)

- Le cotyle et la tête fémorale apparaissent comme des lignes hyperéchogènes régulières.
- Le cartilage de recouvrement de la tête fémorale apparaît comme une fine ligne hypoéchogène.
- Le labrum antérieur, une structure triangulaire hyperéchogène insérée sur le cotyle
- La capsule articulaire normalement hyperéchogène dont l'épaisseur des replis synoviaux peut être mesurée (< 10 mm).

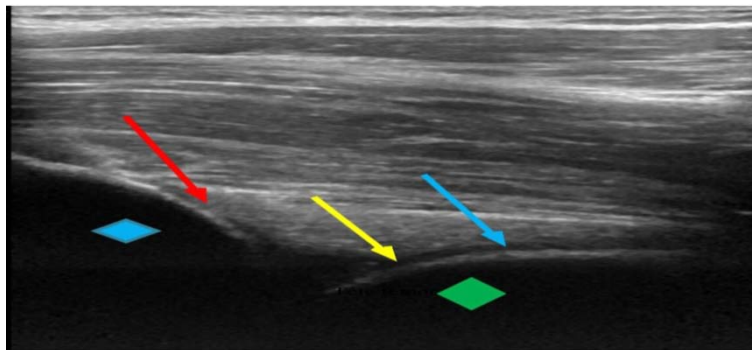


Fig.81 : Coupe sagittale sur la tête fémorale :
- Tête fémorale (carré vert) + cotyle (carré bleu)
- Cartilage articulaire (flèche jaune)
- Capsule articulaire : fin liseré hyperéchogène (flèche bleue)
- Labrum : triangulaire (flèche rouge)

➔ Muscle ilio-psoas :

❖ Technique : (Fig.82)

Coupe axiale oblique en regard de l'articulation coxo-fémorale.

Coupe sagittale, jambe en rotation externe.

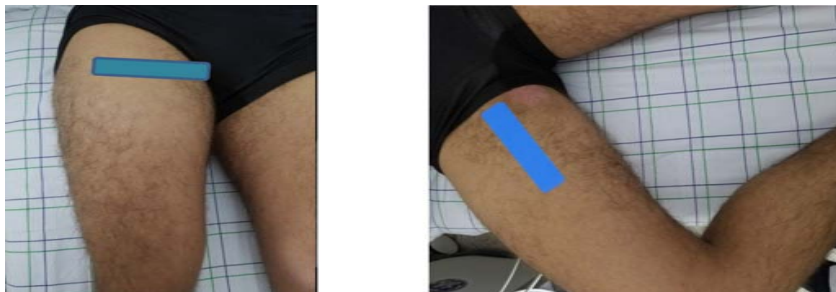


Fig. 82: Position du patient pour l'étude du muscle ilio-psoas
- Coupe axiale à droite
- Coupe sagittale à gauche: jambe en rotation externe

❖ Résultat normal :(Fig.83 et Fig.84)

Au-dessus de l'interligne articulaire, le muscle psoas-iliaque est le premier à être identifié en position latérale par rapport au paquet vasculo-nerveux fémoral.

Son tendon apparaît comme une structure fibrillaire anisotrope hyperéchogène.

Le tendon est en relation étroite avec la capsule antérieure de la hanche et les deux structures peuvent généralement être distinguées à l'échographie.

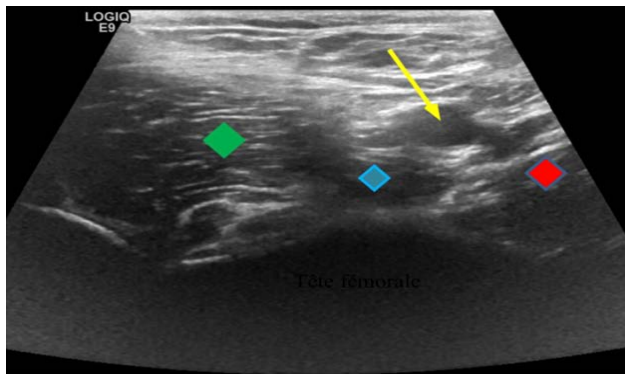


Fig. 83: Coupe axiale oblique en regard de l'articulation coxo-fémorale :
•Muscle psoas : (carreau rouge) sous le plan vasculaire (flèche jaune)
•Muscle iliaque (carreau vert)
•Tendon commun (carreau bleu): en superficie de l'articulation

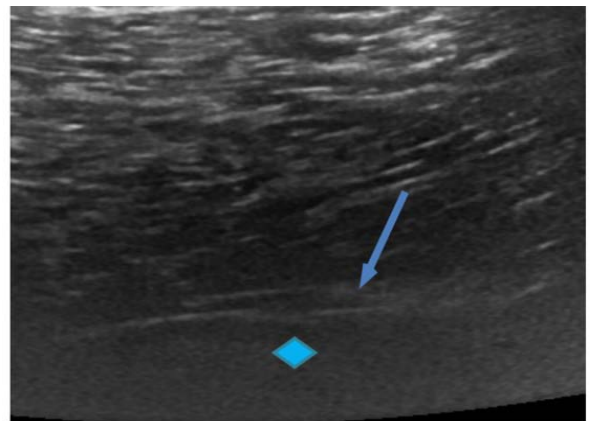


Fig.84 : Coupe sagittale , jambe en rotation externe , plus en profondeur
Insertion distale du tendon du muscle ilio-psoas (flèche) sur le petit trochanter (carreau bleu)

→ Muscle sartorius :

❖ Technique : (Fig.85)

Coupe sagittale sur l'EIAS après repérage.



Fig. 85: Position du patient pour l'étude du muscle sartorius :
Coupe sagittale sur l'EIAS après repérage

❖ Résultat : (Fig.86)

- Insertion du muscle sartorius sur l'épine iliaque antéro supérieure.
- Le tendon apparaît hyperéchogène et fibrillaire.
- Nerf cutané latéral de la cuisse en superficie du muscle sartorius.

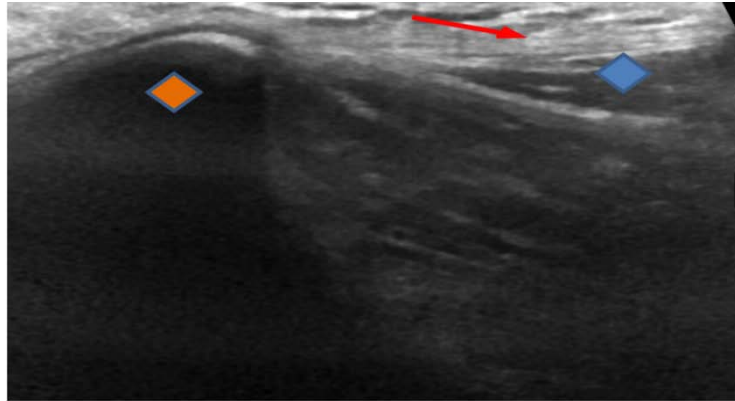


Fig. 86:

- Insertion du muscle sartorius (carreau bleu) sur l'épine iliaque antéro supérieure (carreau marron)
- Nerf cutané latéral de la cuisse (flèche) en superficie du muscle sartorius

→ Muscle droit fémoral :

❖ Technique :(Fig.87)

Coupe sagittale et axiale sur l'EIAI après repérage.



Fig.87 : Position du patient pour l'étude du muscle droit fémoral: (coupes sur l'EIAI après repérage)

- A droite coupe sagittale
- A gauche coupe axiale

❖ Résultat : (Fig.88 et Fig.89)

- Insertion sur l'épine iliaque antéro-inférieure.
- Le tendon apparaît fibrillaire et hyperéchogène.

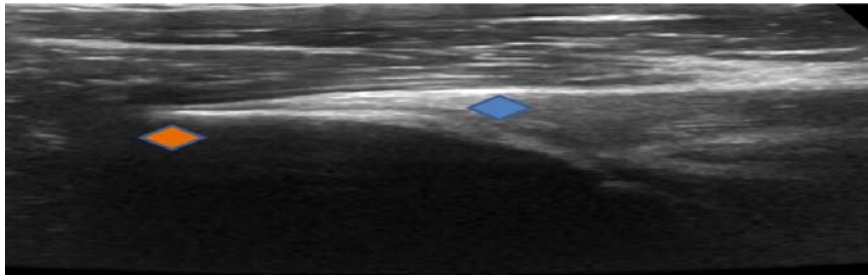


Fig. 88: Coupe sagittale sur l'EIAI :
Insertion du tendon du muscle droit fémoral (carreau bleu) sur l'EIAI (carreau marron)

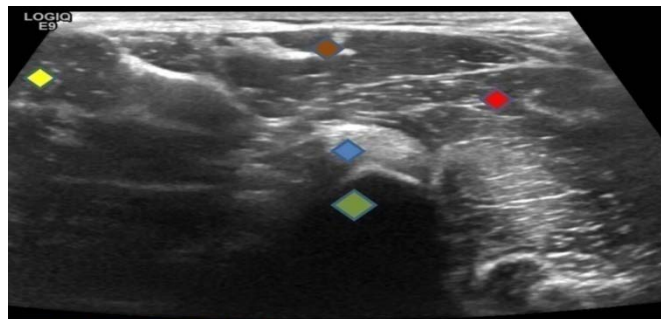


Fig.89 : Coupe axiale sur l'EIAI:
Insertion du tendon (carreau bleu) sur l'EIAI (carreau vert) :
• Muscle sartorius (carreau marron) de siège superficiel
• Muscle ilio psoas en dedans (carreau rouge)
• Muscle tenseur du fascia lata en dehors (carreau jaune)

3. Compartiment médial :

→ Muscle pectiné :

❖ Technique : (Fig.90)

- Coupe axiale au 1/3 supérieur de la cuisse, jambe en abduction et en extension.



Fig. 90: Position du patient pour l'étude du muscle pectiné

❖ Résultat : (Fig.91)

- Muscle pectiné en profondeur et en dedans des vaisseaux fémoraux.
- Nerf obturateur entre le pectiné en avant et le muscle obturateur externe en arrière.

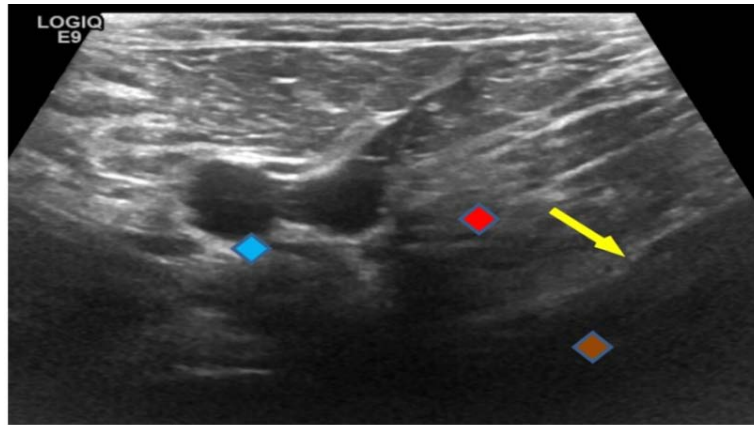


Fig. 91: Coupe axiale au 1/3 supérieur de la cuisse ,
•Muscle pectiné (carreau rouge) en profondeur et en dedans des vaisseaux fémoraux (carreau bleu)
•Nerf obturateur (flèche) entre le pectiné en avant et le muscle obturateur externe (carreau marron) en arrière

→ Muscle gracile :

❖ Technique :(Fig.92)

- Coupe axiale oblique en superficie des adducteurs, jambe en abduction, genou en flexion.



Fig. 92: Position du patient pour l'étude du muscle gracile

❖ Résultat : (Fig.93)

- Le muscle gracile apparaît en surface des muscles adducteurs .

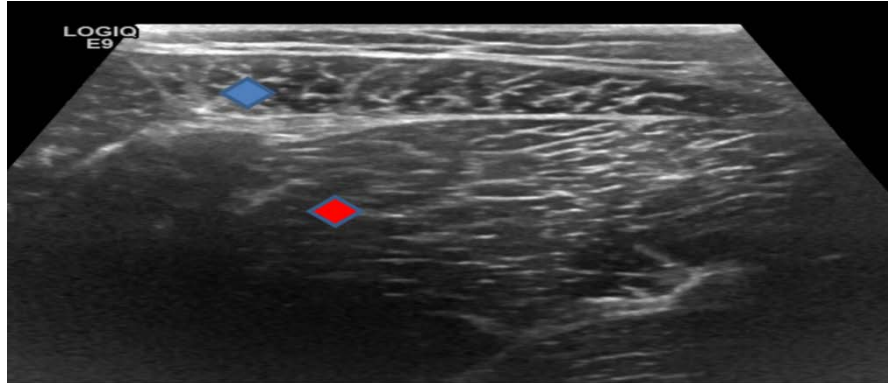


Fig. 93: Coupe axiale oblique en surface des adducteurs
Muscle gracile (carreau **bleu**) en surface des muscles adducteurs (carreau **rouge**)

→ Muscles adducteurs :

❖ Technique : (Fig.94)

- Coupe axiale oblique plus en dehors, jambe en abduction, genou en flexion.

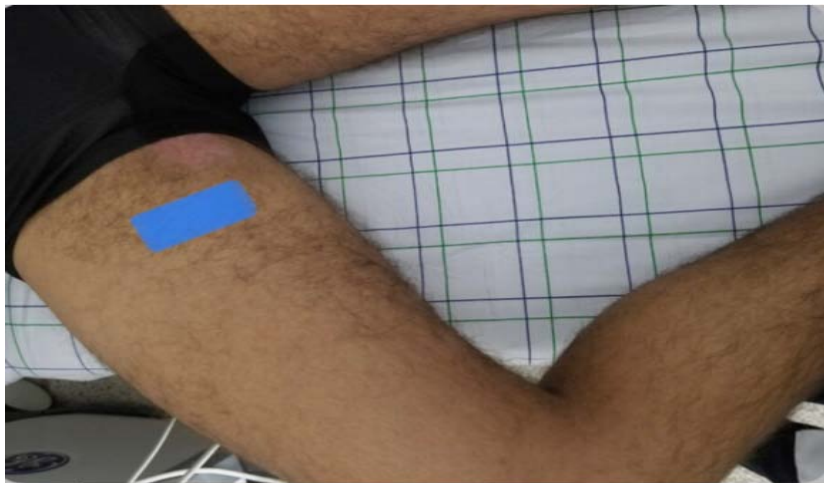


Fig.94: Position du patient pour l'étude des muscles adducteurs

❖ Résultat : (Fig.95)

- Muscles adducteurs de la surface en profondeur :
- Long adducteur.
- Court adducteur.
- Grand adducteur.

On effectue un balayage vers le haut de la jonction myotendineuse à l'insertion des tendons sur le pubis.

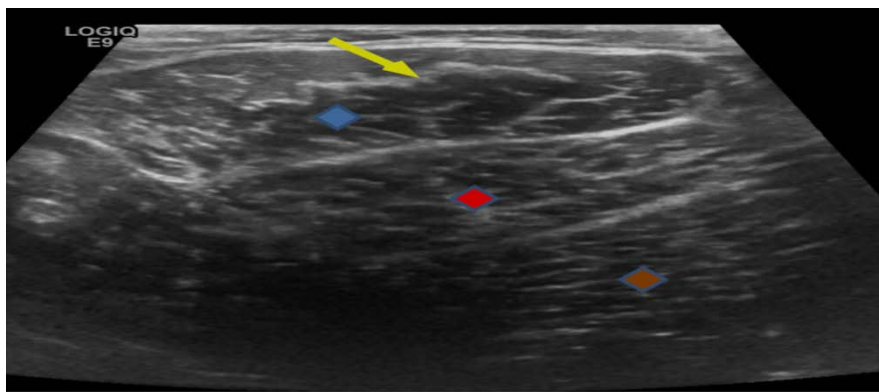


Fig.95: Coupe axiale oblique plus en dehors du muscle gracile

- Muscles adducteurs de la surface en profondeur :
 - Long adducteur (carreau **bleu**) cloison longitudinale (flèche)
 - Court adducteur (carreau **rouge**)
 - Grand adducteur (carreau **marron**)

4. Compartiment latéral :

→ Muscle petit fessier :

❖ Technique : (Fig.96)

- Décubitus controlatéral, hanche légèrement fléchie.
- Coupe axiale sur la face antérieure du grand trochanter repéré à la palpation.



Fig. 96: Position du patient pour l'étude du muscle petit fessier

❖ Résultat : (Fig.97)

- Tendon du petit fessier sur la facette antérieure du grand trochanter.

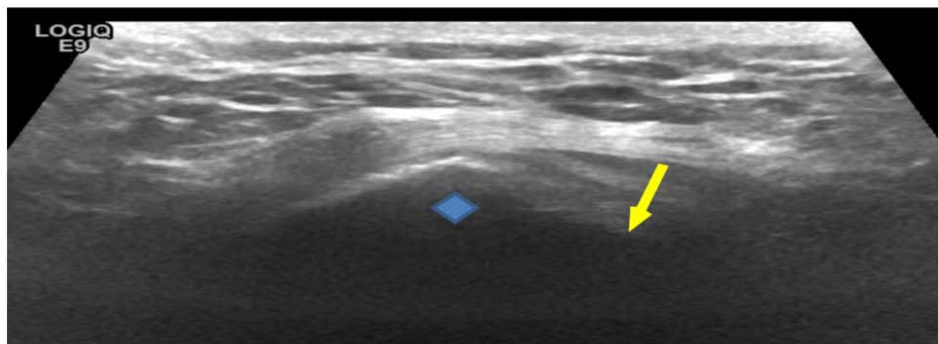


Fig. 97: Coupe axiale sur la face antérieure du grand trochanter
▪Tendon du petit fessier (flèche) sur la facette antérieure du grand trochanter (carreau **bleu**)

→ **Muscle moyen fessier :**

❖ **Technique : (Fig.98)**

- Décubitus controlatéral, hanche légèrement fléchie.
- Coupe axiale sur la face postérieure du grand trochanter repéré à la palpation.



Fig.98 : Position du patient pour l'étude du muscle moyen fessier

❖ **Résultat (Fig.99)**

- Tendon du moyen fessier sur la facette postérieure du grand trochanter en profondeur du tractus ilio-tibial.

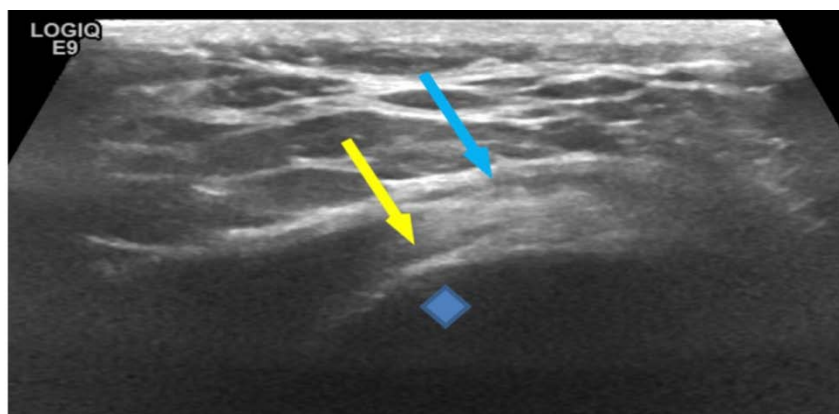


Fig.99: Coupe axiale sur la face postérieure du grand trochanter
•Tendon du moyen fessier (flèche orange) sur la facette postérieure du grand trochanter (carreau vert)
en profondeur du tractus ilio-tibial (flèche verte)

→ **Muscle tenseur du fascia lata :**

❖ **Technique : (Fig.100)**

- Coupe sagittale en avant du moyen fessier.



Fig. 100: Position du patient pour l'étude du muscle tenseur du fascia lata

❖ **Résultat : (Fig.101)**

- Insertion du TFLA sur la crête iliaque.
- Le fascia lata apparaît comme une bande hyperéchogène linéaire à bords lisses joignant le bord antérieur du grand fessier et la partie postérieure du muscle tensor fasciae latae.
- Il est mieux évalué sur les coupes coronales.

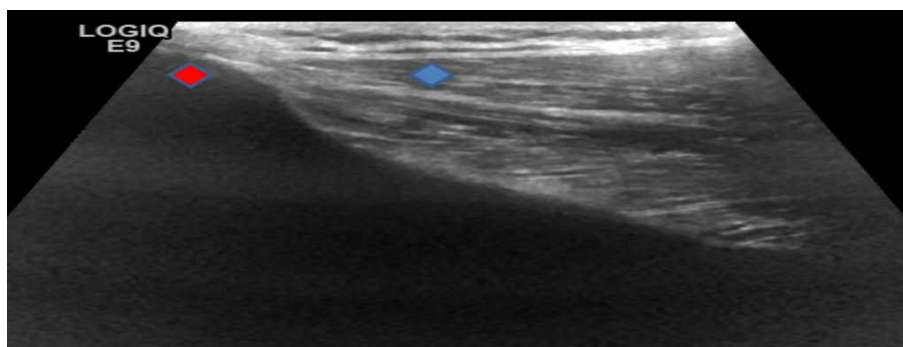


Fig.101: Coupe sagittale en avant du moyen fessier
• Insertion du TFLA (tenseur du fascia lata) (carreau **bleu**) sur la crête iliaque (carreau **rouge**)

5. Compartiment postérieur :

→ Muscles ischio jambiers :

❖ Technique : (Fig.102)

- Décubitus ventral, pieds pendants.
- Coupe axiale sur la tubérosité ischiatique repérée à la palpation.



Fig.102: Position du patient pour l'étude des muscles ischio-jambiers

❖ Résultat : (Fig.103 et Fig.104)

- Insertion du tendon conjoint du semi tendineux, du biceps fémoral et du tendon du semi membraneux en profondeur sur la tubérosité ischiatique
- A ce niveau, le tendon du semi-membraneux et le tendon conjoint du semi-tendineux et le chef long du biceps fémoral ne peuvent être séparés.
- Plus distalement, le tendon conjoint du semi-tendineux et du biceps fémoral se distingue du tendon du semi-membraneux par sa position plus superficielle et latérale.

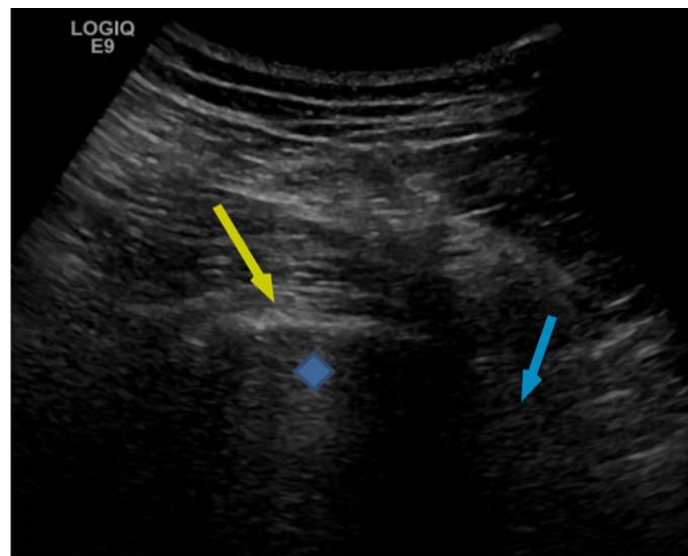


Fig.103 : Coupe axiale sur la tubérosité ischiatique

- Insertion du tendon conjoint du semi tendineux et du biceps fémoral (flèche **jaune**) et du tendon du semi membraneux (flèche **bleue**) en profondeur sur la tubérosité ischiatique (carreau **bleu**)

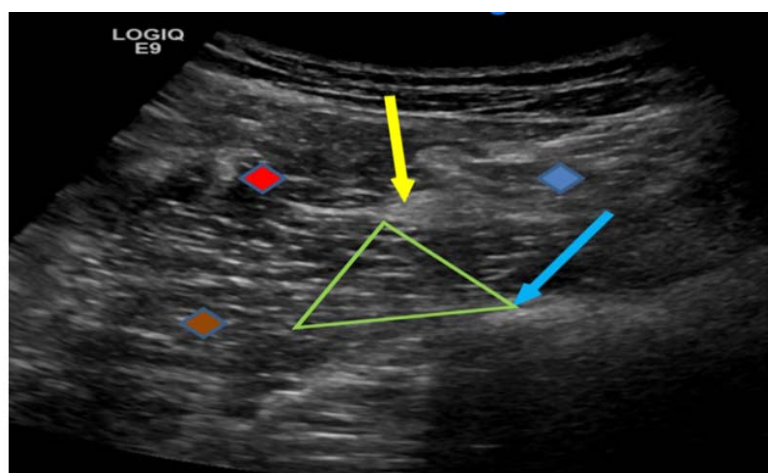


Fig. 104: Coupe axiale centrée sur le tendon conjoint sous la tubérosité ischiatique

- Tendon conjoint central (flèche **jaune**) séparant le biceps en dehors (carreau **bleu**) et le semi tendineux en dedans (carreau **rouge**)
- Semi membraneux en profondeur (carreau **marron**)
- Nerf sciatique (flèche **bleue**) délimite le triangle De Cohen (triangle **vert**)

Échographie du genou :

I. Introduction :

L'échographie du genou est un examen fréquemment réalisé en 2^{ème} intention après les radiographies standards dans le cadre de la pathologie du genou.

La bonne maîtrise de l'anatomie du genou va permettre de connaître les points clés et coupes principales de l'examen échographique.

II. Rappel anatomique : [2;28]

Le genou est une grosse articulation superficielle intermédiaire entre la cuisse et la jambe, munie d'un dispositif capsulo-ligamentaire puissant qui assure la stabilité à la station debout et lors de la marche.

Elle met en jeu trois os, le fémur, le tibia et la patella par le biais de deux articulations :

- Fémoro-tibiale qui est une bicondylienne à ménisques interposés.
- Fémoro-patellaire qui est une trochléenne.

1. Les surfaces articulaires :(Fig.105)

1.1. Extrémité distale du fémur :

Elle est constituée de deux condyles fémoraux (Condyle médial et le condyle latéral), chaque condyle désigne une surface articulaire spirale ,incurvée et enroulée sur elle même. En bas elle s'articule avec les cavités glénoides par l'intermédiaire des ménisques et en avant avec la face dorsal de la patélla.

1.2. Surface patellaire :

La surface articulaire patellaire représente deux tiers supérieurs de la face dorsale de la rotule. Elle s'articule avec la trochlée fémorale.

1.3. La trochlée fémorale :

Située à la face antérieure de l'extrémité inférieure du fémur ,elle s'articule avec la face postérieure de la rotule.

Son versant latéral est plus large que le médial.

1.4. Plateau tibial :

Constitué de deux cavités glénoides s'articulant avec les condyles fémoraux par l'intermédiaire des ménisques.

L'espace inter-glénodien occupé par les épines tibiales, c'est un espace d'insertion ligamentaire.

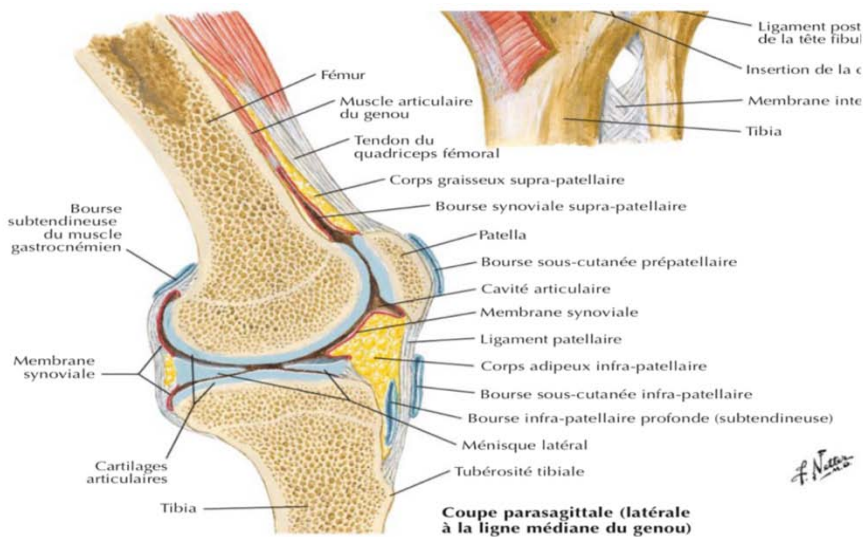


Fig.105: Articulation du genou vue latérale

2. Les ménisques :

Ce sont des fibrocartilages semi-lunaires interposés entre les condyles fémoraux et les glènes tibiales. Ils augmentent la surface de ces derniers.

Ils sont au nombre de deux, un médial en forme de « C » et l'autre latéral en forme de « O ».

3. Les moyens d'union :

⇒ Ligaments passifs : (Fig.106 et Fig.107)

- Le système collatéral (les ligaments latéraux interne et externe).
- Le pivot central (les ligaments croisés :antérieur et postérieur).
- Le système sagittal :
 - ✓ Le ligament patellaire.
 - ✓ Les ailerons (rétinaculums) rotuliens (médial et latéral) et les expansions tendineuses des deux vastes médial et latéral.

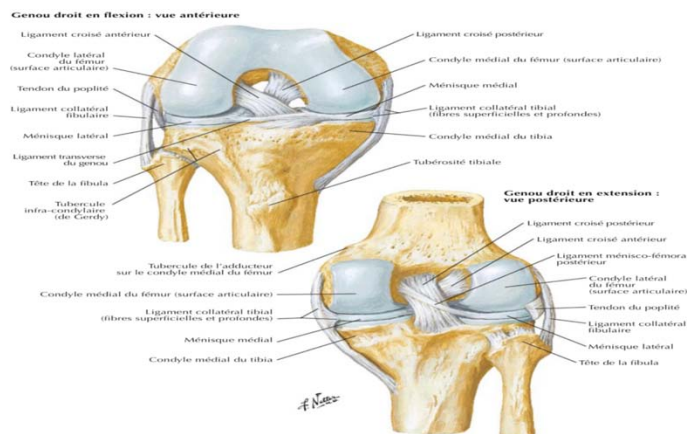


Fig.106: Schéma des moyens d'union passifs du genou

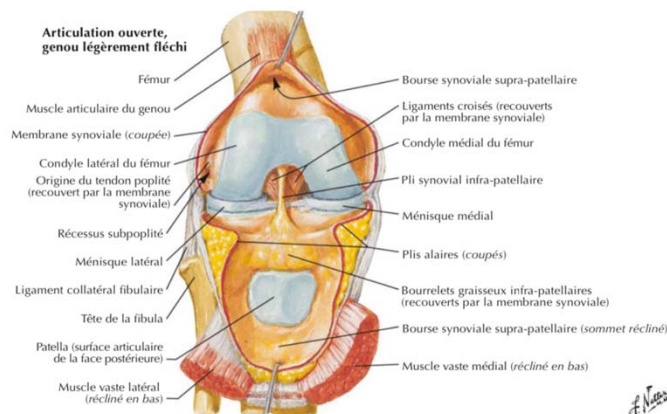


Fig.107: Schéma des moyens d'union passifs du genou

➔ **Moyens actifs :** (Fig.108, Fig.109 et Fig.110)

- **En avant :** le tendon du quadriceps.
- **Médialement :** les muscles de la « patte d'oie » (semi-tendineux, gracile, sartorius).
- **En arrière :**
 - Le tendon du demi membraneux.
 - Le tendon du biceps crural (fémoral).
 - Le muscle poplité.
- **Latéralement :** l'expansion du muscle tenseur du fascia lata (tractus ilio-tibial).

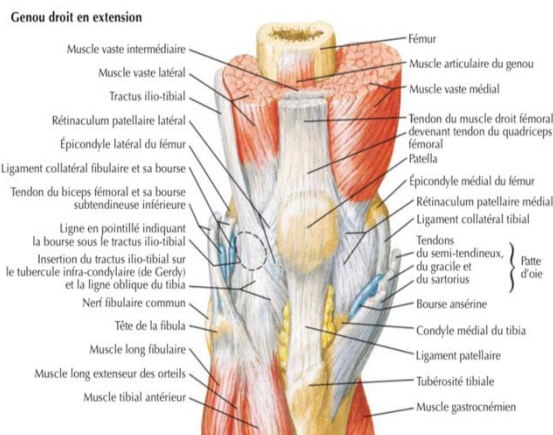


Fig.108: Schéma des moyens d'union actifs du genou

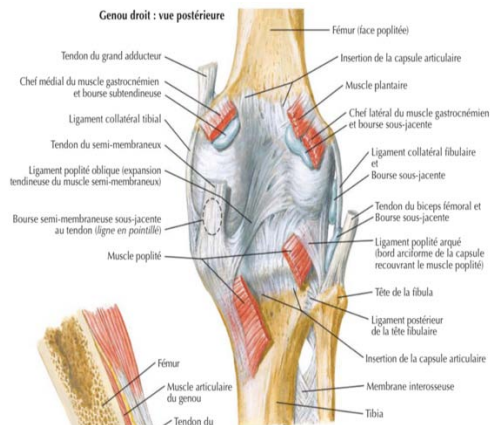


Fig.109: Schéma des moyens d'union actifs du genou

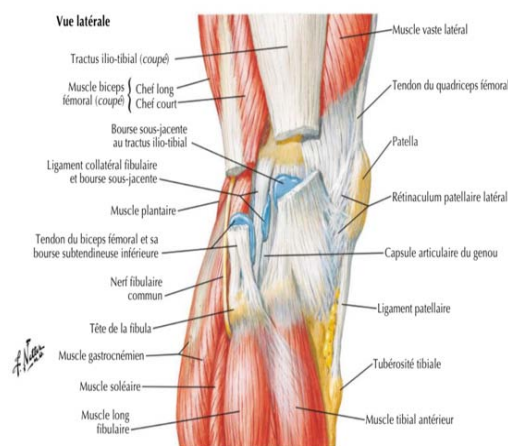


Fig.110: Schéma des moyens d'union actifs du genou

III. Technique d'examen et résultats normaux : [29 ;30] [36 ;37]

1. Étude de la région antérieure :

1.1. Technique: (Fig.111)

L'examen de la face antérieure du genou se réalise chez un patient en décubitus dorsal et l'articulation en légère flexion.



Fig.111: Position de l'étude de la région antérieure

1.2. Echo-anatomie normale :

* Étage supra patellaire: (Fig.112 et Fig.113)

Le tendon quadricipital présente un aspect trilamellaire.

Il s'insère sur le pôle supérieur de la patella.

Certaines fibres du tendon quadricipital passent en pont au-dessus de la patella pour s'unir avec des fibres du ligament patellaire.

Certaines fibres tendineuses provenant du muscle vaste médial et du muscle vaste latéral constituent les expansions latérales qui s'insèrent sur le tibia.

Comme tous les tendons, le tendon quadricipital apparaît fibrillaire et hyperéchogène en échographie.

Ses bords sont soulignés par la graisse sous-cutanée et par la graisse suprapatellaire plus hypoéchogène.

À la partie profonde du tendon quadricipital, se situe le récessus sous-quadricipital qui reste non visible en l'absence de lame d'épanchement.



Fig.112: Coupe sagittale du tendon quadricipital

•Aspect multi lamellaire du **tendon quadricipital** séparé du fémur par un tissu graisseux .

Il s'insère sur la patella

•**Récessus sous quadricipital** anéchogène invisible en absence d'épanchement

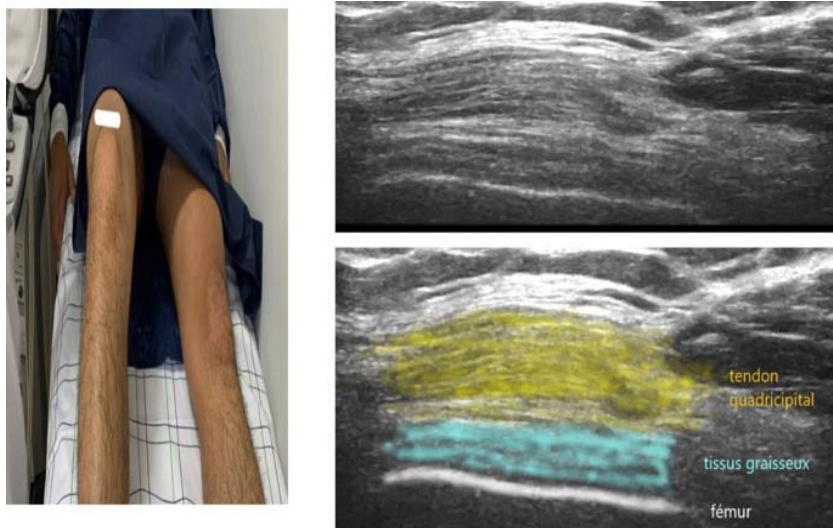


Fig.113: Coupe axiale du tendon quadricipital

✱ **Régions parapatellaires (médiale et latérale) :** (Fig.114, Fig.115 et Fig.116)

On distingue les deux rétinacula qui apparaissent comme des structures bilaminaires.

Le rétinaculum médial s'insère sur l'épicondyle fémoral médial au niveau du tubercule du grand adducteur.

Il se dirige vers le bord médial de la patella où il présente une insertion en éventail, en s'intriquant avec des fibres de l'expansion du vaste médial.

Le rétinaculum latéral s'insère au niveau de l'épicondyle latéral et sur la berge latérale de la patella ainsi que sur le ligament patellaire.

En l'absence d'artéfact d'anisotropie (inclinaison anatomique normale à 45°), les rétinacula patellaires sont visualisés sous la forme d'une bande hyperéchogène d'environ 2 à 3 mm d'épaisseur (épaisseur plus importante sur leur versant patellaire).

Le plus souvent, l'artéfact d'anisotropie leur confère un aspect bilaminaire hypoéchogène.



Fig.114: Coupe axiale du genou à 60 degré de la surface patellaire de la trochlée fémorale

- Lamé osseuse sous-chondrale
- Cartilage trochléen visible régulier et homogène
- Cartilage patellaire invisible (le plus touché dans les syndromes fémoro-patellaires)

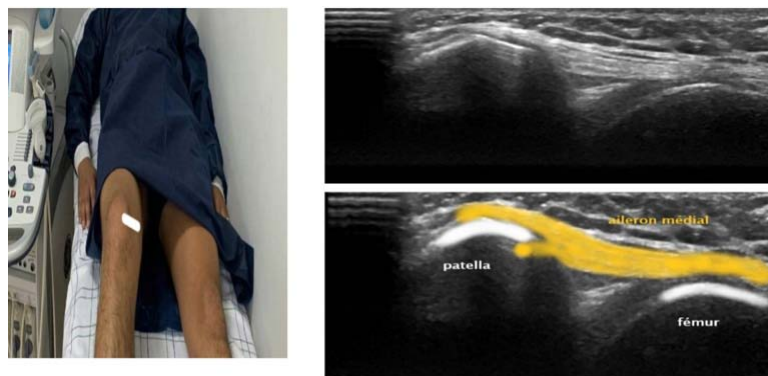


Fig.115: Coupe axiale du rétinaculum patellaire (aileron) médial

- Corticale osseuse de la patella et corticale osseuse du fémur
- Entre les deux corticales, une large Bande échogène borne avec à son insertion patellaire un double faisceau caractéristique: aileron rotulien interne

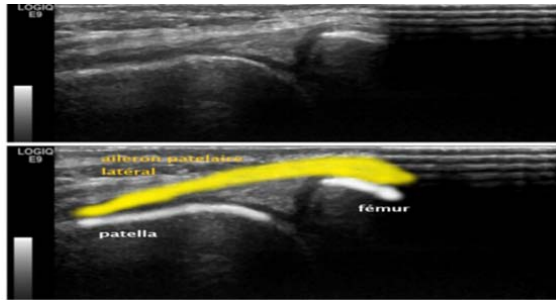


Fig.116: Coupe axiale du rétinaculum patellaire (aileron) latéral
• Corticale osseuse du bord latéral de la patella à gauche
• Corticale osseuse de l'épicondyle fémorale
• Entre les deux , une bande échogène: aileron rotulien externe

❄ **Etage infrapattellaire:** (Fig.117 et Fig.118)

Le ligament patellaire mesure 4 à 5 cm de long.

Il est relativement échogène par rapport à la graisse de la loge de Hoffa.

Dans le plan sagittal, le bord supérieur du ligament patellaire est convexe vers le haut, tandis que son bord inférieur est plus rectiligne.

La partie distale de ce tendon peut être sujette à l'artéfact d'anisotropie.

Dans le plan axial, le ligament patellaire présente un aspect semi-ovalaire.

La loge de Hoffa extrasynoviale mais intracapsulaire est située en arrière du ligament patellaire et est occupée par de la graisse qui apparaît hypoéchogène et hétérogène par rapport au ligament.

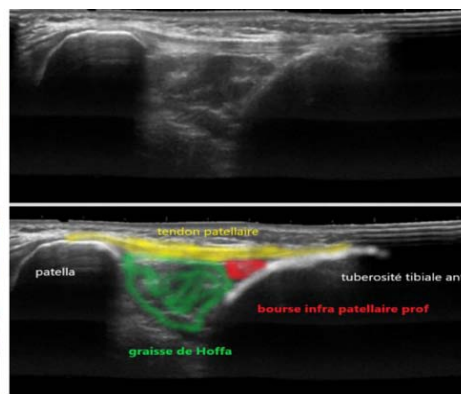


Fig.117: Tendon patellaire en coupe sagittale (Genou fléchi à 45 degré)
•Ligament tendu entre le bord inférieur de la patella et la tubérosité tibiale antérieure : tendon patellaire
•En profondeur tissu graisseux de Hoffa
•Bourse physiologique minime et bilatérale : bourse infra patellaire profonde

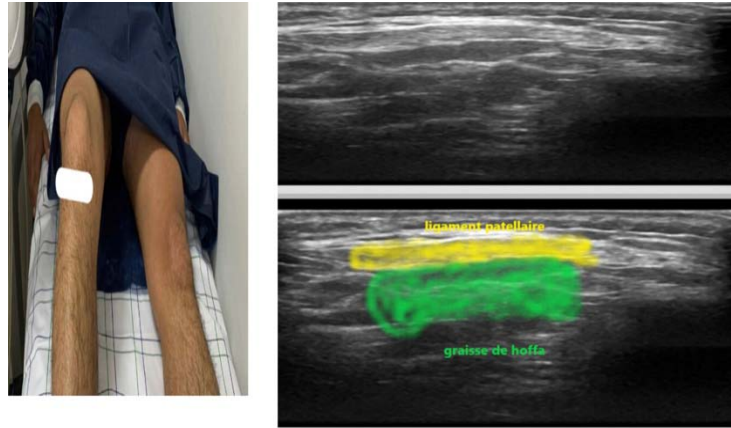


Fig.118: Ligament patellaire en coupe axiale (Genou fléchi à 45 degré)
Ligament patellaire en forme semi ovale hyperéchogène au dessus de la graisse de Hoffa qui paraît hypoéchogène hétérogène

2. Etude de la face médiale du genou :

2.1. Technique :

L'examen de la face médiale du genou se réalise chez un patient en décubitus dorsal, l'articulation en flexion modérée avec la hanche en discrète flexion et rotation externe.

2.2. Echo-anatomie normale :

✱ Ligament collatéral médial : (Fig.119)

Le ligament collatéral médial est large, plat et mesure de 8 à 10 cm.

Il est constitué de deux plans, superficiel et profond, séparés par une couche de graisse et d'une bourse séreuse.

Le plan superficiel le plus visible en échographie s'insère sur l'épicondyle fémoral médial et adhère au versant superficiel du ménisque médial et à la capsule articulaire.

Le LCM présente une échostructure trilaminaire en rapport avec ses couches constitutives:

- Le faisceau superficiel est hyperéchogène et mesure 2 à 3 mm d'épaisseur ; il unit le condyle fémoral médial à l'extrémité supérieure du tibia où il s'insère en arrière de l'insertion des tendons de la patte-d'oie.

- La couche intermédiaire graisseuse est hypoéchogène mais parfois plus difficile à individualiser.
- Le faisceau profond, dont la visualisation de la couche profonde est parfois plus délicate, est hyperéchogène et correspond à un épaissement de la capsule articulaire, elle-même adhérente au plan du ménisque médial.

✱ **Tendon des muscles de la patte d'oie :(Fig.120)**

- La patte-d'oie est formée des tendons du sartorius, du gracile et du semi-tendineux.
- La patte-d'oie s'insère sur la face antéromédiale du tibia, en avant du LCM.
- Si l'ensemble de ces tendons présente une structure fibrillaire hyperéchogène, leur individualisation propre n'est pas encore possible en raison de leur intrication distale.
- La visualisation en mode Doppler de l'artère géniculée inféromédiale permet de repérer les tendons de la patte-d'oie juste au-dessous.
- La bourse de la patte-d'oie est non visible dans des conditions normales.

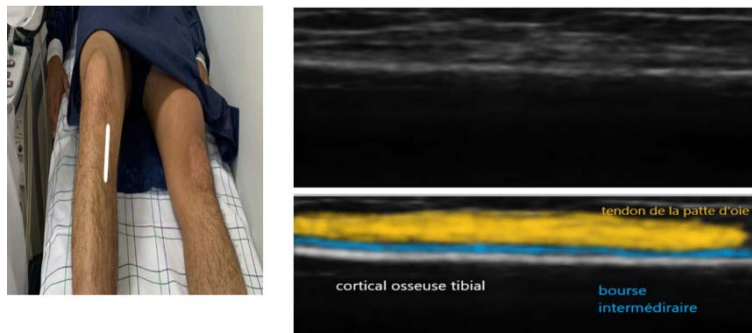


Fig.120: Coupe coronale de l'insertion des tendons de la patte d'oie:
•1/3 antéro-interne supérieur de la jambe en avant du ligament collatéral médial
• Corticale osseuse tibiale
•Tendon commun des muscles de la patte d'oie
•Bourse intermédiaire

✱ **Tendon du muscle semi-membraneux : (Fig.121)**

On place la sonde le long du tiers postérieur de la face médiale du genou.

L'insertion indirecte du semi-membraneux est située dans un sillon sur la face postéro-médiale du tibia qui peut être visualisé sur les coupes coronales.

Il apparaît comme un sillon peu profond de la ligne corticale.

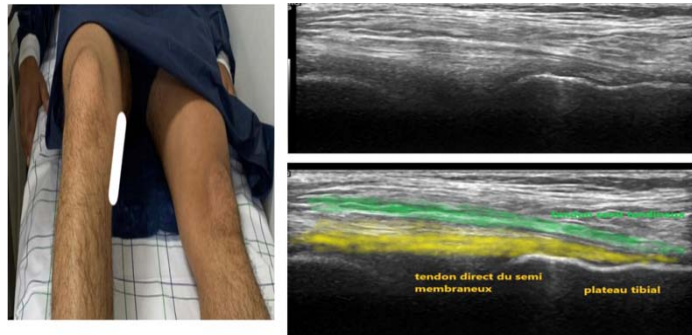


Fig.121: Coupe coronale du tendon direct du muscle semi-membraneux:
•Tendon direct du semi membraneux s'insère en latéral sur le plateau tibial vu sur la coupe coronale sous le tendon du semi tendineux .
•Le tendon réfléchi du membraneux vu en retournant la sonde à 90 degré

3. Etude de la face latérale du genou :

3.1. Technique :

Le genou est examiné chez un patient en décubitus latéral.

Trois repères osseux facilitent le repérage des différents éléments anatomiques :

- La face latérale du condyle latéral.
- Le tubercule de Gerdy localisé sur la surface antérolatérale du tibia.
- La tête de la fibula.

3.2. Echo-anatomie normale :

✱ Bandelette iliotibiale : (Fig.122)

La bandelette iliotibiale s'étend de l'épine iliaque antérosupérieure au tubercule de Gerdy localisé au niveau de la tubérosité latérale du tibia.

Cette structure apparaît hyperéchogène et fibrillaire.

Elle chemine en regard de la face latérale du condyle à environ 1 cm en avant du tendon du biceps fémoral.

Il existe une bourse de glissement entre la bandelette iliotibiale et le condyle latéral mais qui reste non visible à l'état normal.

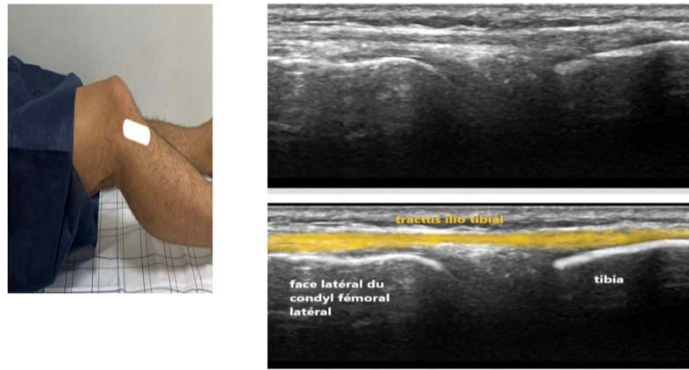


Fig.122: Coupe coronale et axiale du tractus ilio-tibial:
• Bandelette ilio-tibiale tapisse la face latérale du condyle fémoral latéral puis descend pour s'insérer sur le tibia

❄ **Tendon du poplité : (Fig.123)**

La fossette condylienne latérale constitue une dépression osseuse cupuliforme.

Le tendon du poplité y prend naissance pour rejoindre son insertion distale à la face postérieure de l'épiphyse tibiale supérieure.

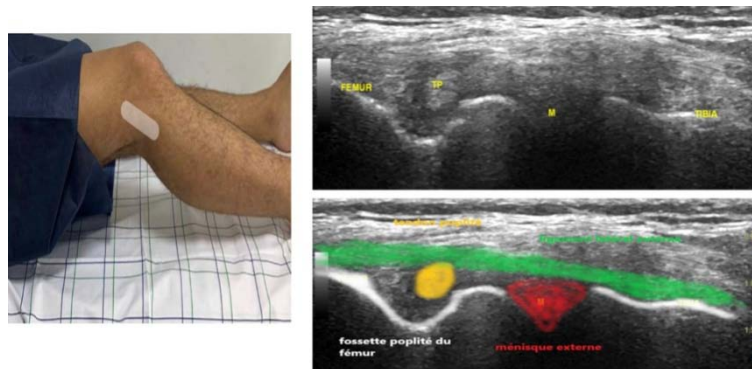


Fig.123: Coupe axiale du tendon poplité:
• Tendon poplité dans la fossette poplité du fémur

❄ **Ligament collatéral latéral : (Fig.124)**

Le ligament collatéral latéral (LCL) s'insère sur le condyle fémoral latéral et présente un trajet oblique jusqu'à la tête de la fibula où il présente une insertion commune avec le tendon du biceps fémoral.

Il passe en pont au-dessus du tendon du muscle poplité et n'adhère pas à la capsule articulaire en raison de cette interposition.

Il présente une épaisseur d'environ 3 mm.

Le LCL peut apparaître souvent hypoéchogène en raison de sa surface concave.

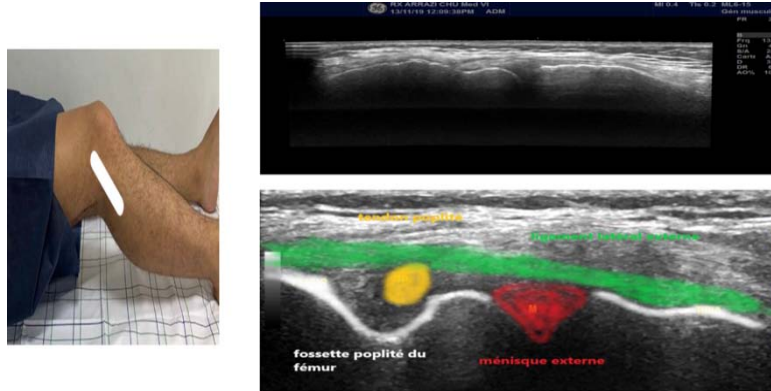


Fig.124: Coupe coronale du ligament collatéral latéral :
• S'insère en haut sur le condyle fémoral latéral
• Trajet oblique
• Insertion commune sur la tête fibulaire avec le tendon du biceps fémoral

✱ **Tendon du muscle biceps fémoral : (Fig.125)**

Le tendon du biceps fémoral présente comme toutes les autres structures tendineuses un aspect fibrillaire globalement hyperéchogène.

L'étude de ce tendon superficiel est facilitée par sa mise en tension en flexion du genou à 90°.

Il se situe dans un plan plus superficiel et plus postérieur que celui du ligament collatéral latéral.

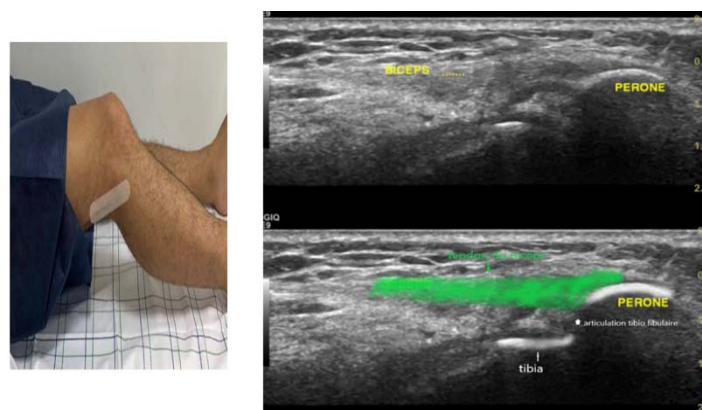


Fig.125: Coupe coronale de l'insertion du tendon du muscle biceps fémoral :
• Il s'insère sur la tête fibulaire un peu en arrière de l'articulation tibio-fibulaire

4. Etude de la face postérieure du genou :

4.1. Technique : (Fig.126)

L'étude de la face postérieure du genou se fait chez un patient en décubitus ventral, le genou en extension.

4.2. Echo-anatomie normale :



Fig.126: Position du patient pour l'étude de la région postérieure du genou

❖ Tendon du muscle gastrocnémien médial : (Fig.127)

Le muscle gastrocnémien médial croise la coque condylienne médiale puis vient s'insérer au niveau de la face médiale du condyle médial.

Ce muscle gastrocnémien médial présente alors une position très médiane à la face postérieure du genou.

Il existe une bourse commune au muscle gastrocnémien médial et au muscle semi membraneux, qui se présente comme une structure hypoéchogène à parois fines.

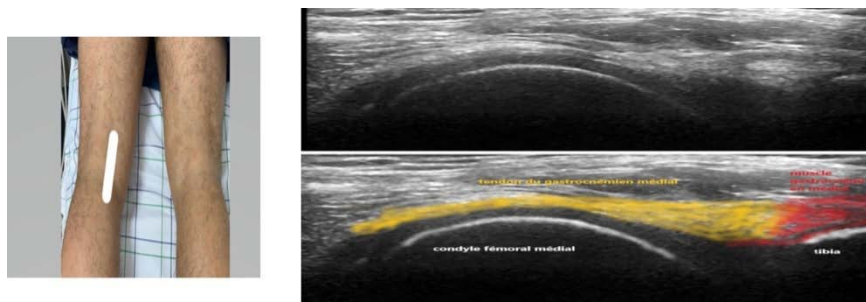


Fig.127: Coupe sagittale de l'insertion du muscle gastrocnémien médial:
•Tendon du muscle gastrocnémien médial s'insère sur la face postérieure du condyle fémoral médial

❄ **Tendon du muscle gastrocnémien latéral** : (Fig.128)

Le muscle gastrocnémien latéral est superficiel et recouvre le muscle plantaire.

Il croise la coque du condyle latéral ainsi que la fibula, puis vient s'insérer sur le tubercule supracondylien latéral ainsi que sur la face latérale du condyle latéral.

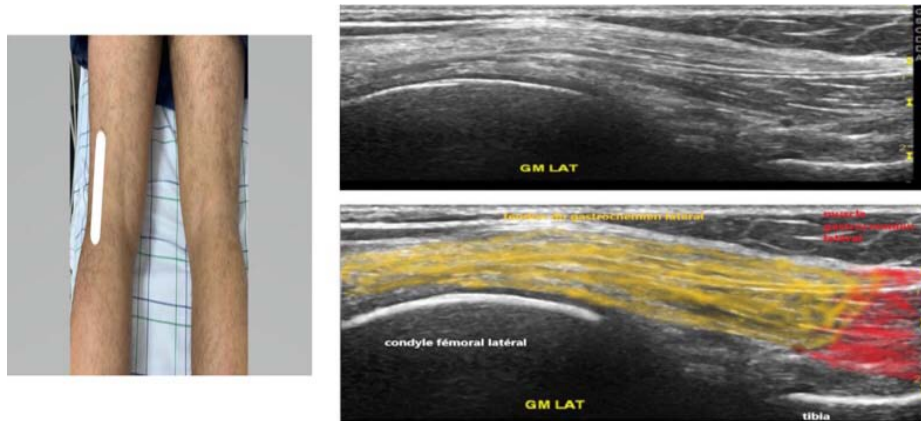


Fig.128: Coupe sagittale de l'insertion du muscle gastrocnémien latéral:
•Tendon du muscle gastrocnémien latéral s'insère sur la face postérieure du condyle fémoral latéral

❄ **Artère poplitée et nerf fibulaire commun** : (Fig.129)

L'artère poplitée est rectiligne jusqu'à l'arcade du muscle soléaire.

La veine poplitée monte le long de l'artère et reste en position postéro-latérale par rapport à celle-ci.

Elle présente une section ovalaire en coupe axiale d'un diamètre un peu plus important que l'artère et reste compressible par la sonde.

À la partie supérieure de la fosse poplitée, le nerf sciatique se divise en deux branches :

- Le nerf tibial qui descend verticalement en suivant le grand axe du creux poplité.
- Le nerf fibulaire commun qui descend en bas et en dehors, le long du bord médial du muscle biceps fémoral pour contourner plus bas la tête de la fibula.

Comme toutes les structures nerveuses périphériques, ils présentent un aspect échographique particulier : les fascicules nerveux sont hypo-échogènes englobés dans un périnèvre plus hyperéchogène et entouré lui-même de l'épinèvre nettement hyperéchogène.



Fig.129: Coupe axiale du creux poplité

- L'artère poplitée accompagnée de la veine (compressible par la sonde) et du nerf tibial cheminant entre les jumeaux
- Le nerf fibulaire commun se dirige en dehors le long du bord médial du biceps fémoral pour contourner plus bas la tête

Échographie de la cheville

I. Introduction :

L'échographie de la cheville est l'étude ultrason des structures ligamentaire, tendineuse et osseuse.

Elle fait partie intégrante du bilan de la douleur et de certaines pathologies surtout traumatiques de la cheville.

La connaissance des coupes de référence est d'une importance capitale permettant d'identifier le contexte normal et de le différencier de celui pathologique.

II. Rappel anatomique : (Fig.130, Fig.131) [2 ; 31]

1. Les surfaces articulaires :

*** Mortaise tibio-tarsienne :**

Les parois supérieure et médiale de la mortaise appartiennent au pilon tibial représentées par la face inférieure du pilon tibial et la face latérale de la malléole tibiale. Sa paroi latérale est représentée par la face articulaire de la malléole fibulaire.

*** Tenon astragalien : Il est représenté par :**

- La poulie astragalienne sur la face supérieure, elle répond au pilon tibial.
- La facette médiale en forme de virgule répond à la malléole médiale.
- La facette latérale de forme triangulaire répond à la malléole latérale.

2. Les moyens d'union :

2.1. Les ligaments :

- ✱ Ligament collatéral interne : Le plus puissant il comprend deux plans :

- Plan profond (ligament tibio-astragalien) : Il est formé de deux faisceaux :

Faisceau antérieur (tibio-astragalien antérieur) s'étend de la malléole médiale à la face médiale de l'astragale).

Faisceau postérieur s'étend de la malléole médiale à la face postérieure de l'astragale.

- Plan superficiel : le ligament deltoïdien de Farabeuf.

- ✱ Ligament collatéral externe : Il comprend 3 faisceaux :

- Le faisceau antérieur ou fibulo-astragalien antérieur : de la malléole latérale au col de l'astragale.
- Le faisceau moyen ou fibulo-calcanéen : de la malléole latérale à la face latérale du calcaneum.
- Le faisceau postérieur ou fibulo-astragalien postérieur : s'étend de la malléole latérale à la face postérieure de l'astragale.

2.2. Les tendons :

- Le tendon d'Achille : est le tendon le plus important, il relie les muscles du mollet au calcaneum.
- Le tendon tibial postérieur : soutient la voûte plantaire et nous permet la supination d'un pied
- Le tendon tibial antérieur permet la flexion dorsale du pied.
- Deux tendons passent derrière le relief latéral de la cheville (la malléole latérale). Ces deux tendons, appelés fibulaires, aident à tourner le pied vers l'extérieur.
- D'autres tendons passent dans cette zone et contribuent à l'équilibre de la cheville.

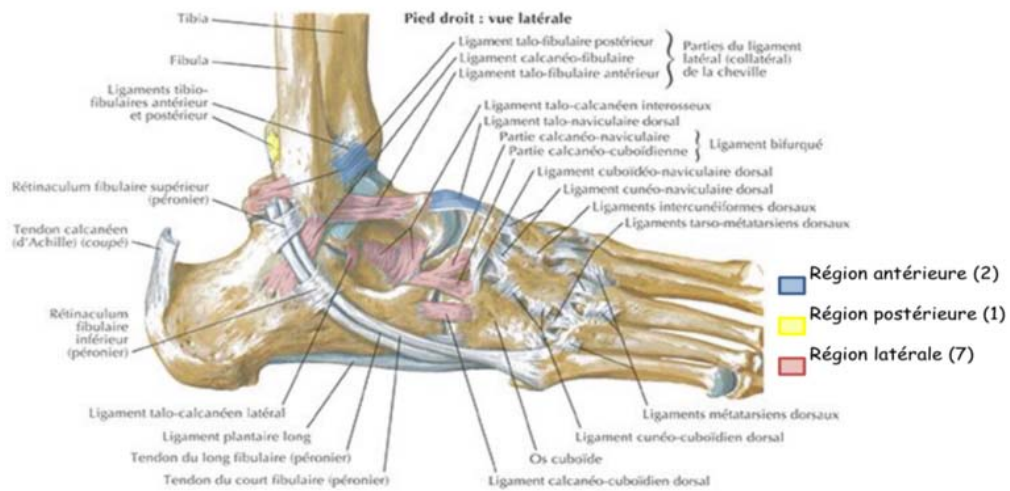


Fig.130: Schéma d'une vue latérale du pied

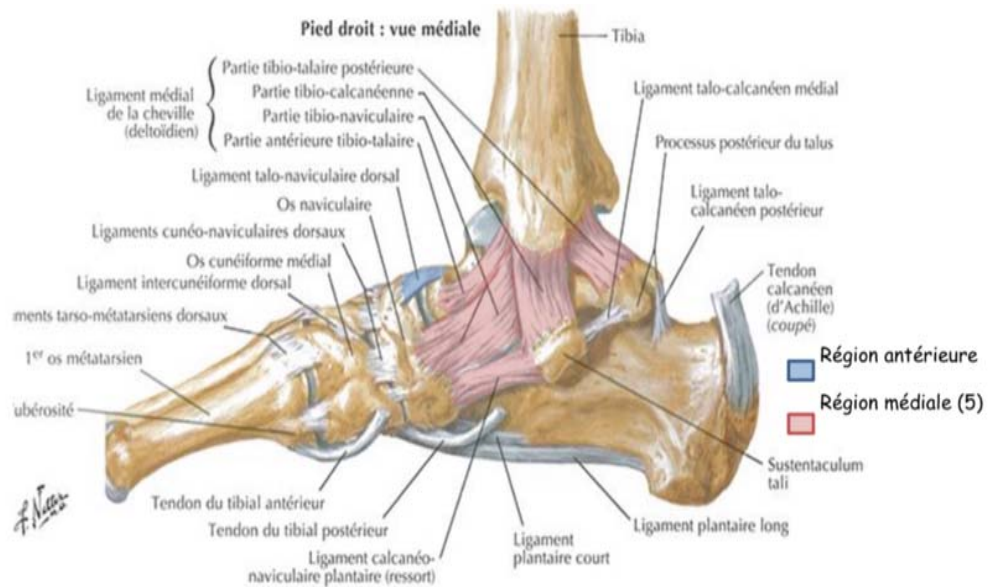


Fig.131: Schéma d'une vue médiale du pied

III. Technique d'examen et résultat normal : [32 – 37]

1. Type de sonde: Sonde de haute fréquence 10-18 Mhz. (Fig.132)



Fig.132: Sondes utilisées dans l'examen échographique de la cheville
A: Sonde linéaire B: Sonde club de golf

2. Région antérieure :

❖ Technique : (Fig.133)

Patient en décubitus dorsal, genou fléchi, pied à plat.



Fig.133: Position du patient pour l'examen échographique de la région antérieure de la cheville

❖ Résultat (Fig.134 à Fig.138)

- **Articulation tibio-talienne:**

Le récessus antérieur de cette articulation est à peine détectable, en revanche on visualise bien le cartilage du dôme du talus (fine bande hypoéchogène) et on devine la capsule articulaire (fine bande hyperéchogène fibrillaire).

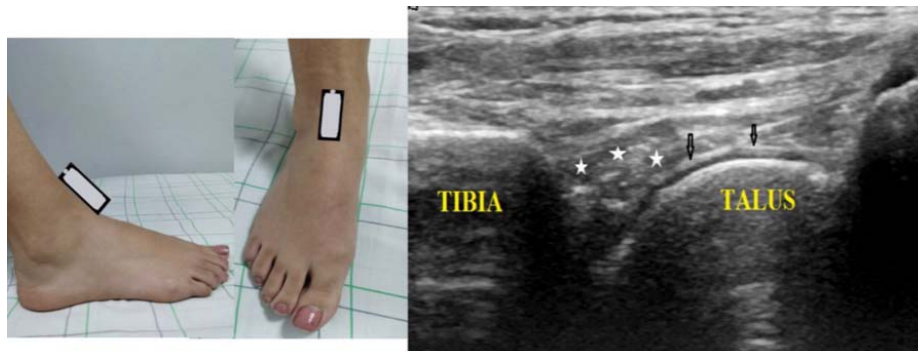


Fig.134: Coupe sagittale médiale de l'articulation tibio-talienne
- Cartilage du dôme du talus (flèches)
- Récessus articulaire antérieur (étoiles)

- **Ligament talonaviculaire dorsal (Chopart) :**

Il apparaît hyperéchogène, épais, fibrillaire.

- **Ligament de Lisfranc :**

Il apparaît sous forme de bande hyperéchogène.

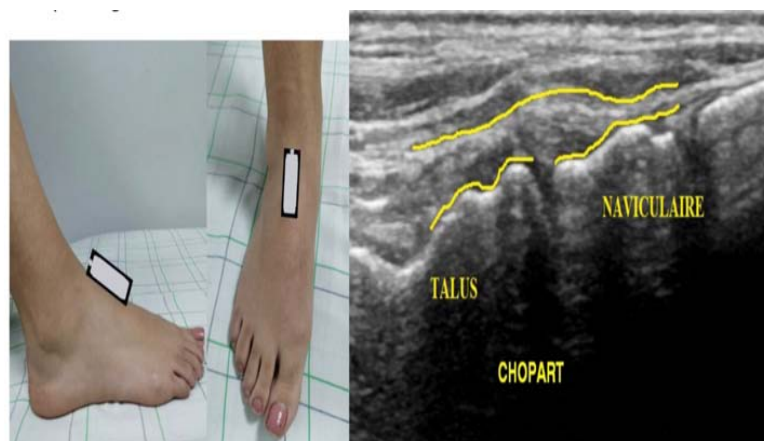


Fig.135: Coupe longitudinale du ligament talonaviculaire dorsal (Chopart) : hyperéchogène, épais, fibrillaire.



Fig.136: Coupe longitudinale du Ligament de Lisfranc (Bande hypoéchogène en haut)
Cun :Cunéiforme médiale
Meta: 2ème Métatarsien

- Tendon long extenseur de l'hallux (LEH) :

Le LEH est hyperéchogène, fibrillaire à bords parallèles.

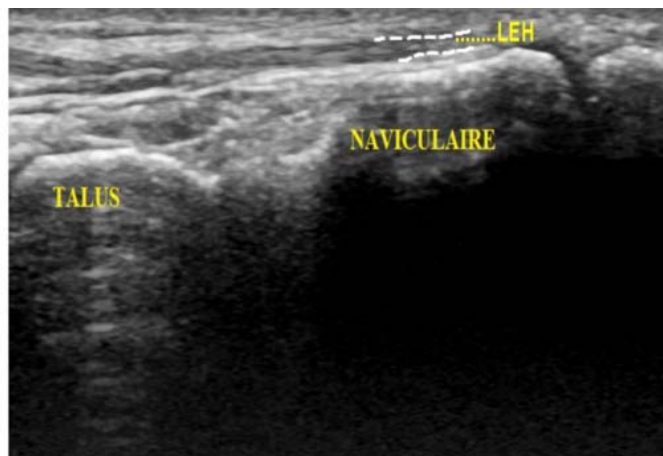


Fig.137: Coupe longitudinale du tendon du LEH : hypoéchogène, à bords parallèles.
(LEH: Tendon long extenseur de l'Hallux)

- Tendon tibial antérieur :

Il est hyperéchogène, fibrillaire et le plus large des tendons extenseurs.

Il est analysé de sa jonction myotendineuse à son insertion sur la face inférieure du 1er cunéiforme et sur la base du 1er métatarsien.

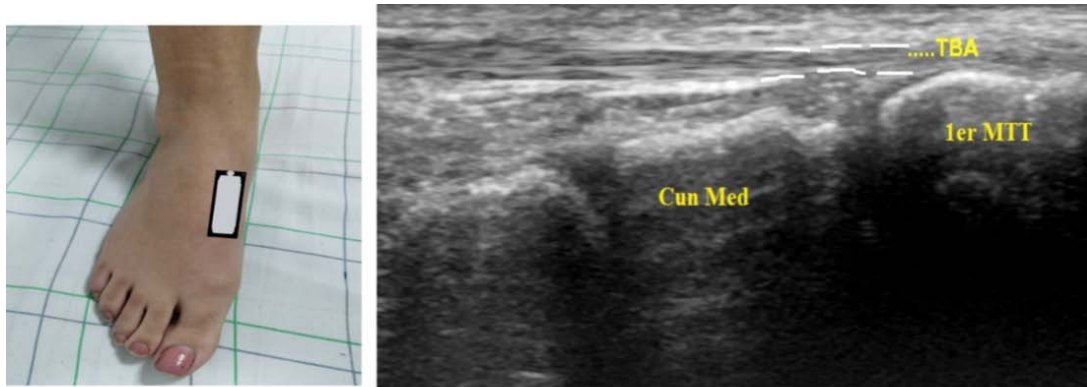


Fig.138: Tendon tibial antérieur: échogène, fibrillaire.
(TBA: T. tibial antérieur)

3. Région Postérieure :

❖ Technique : (fig.139)

Patient en décubitus ventral, pied flexion neutre, orteils à plat.

❖ Résultat :

- **Tendon calcanéen (tendon d'Achille) (fig.139)**

Il doit être analysé de la jonction myotendineuse à son insertion calcanéenne.

Il apparaît hyperéchogène, fibrillaire à bordures parallèles.



Fig.139: Coupe sagittale du tendon calcanéen: hyperéchogène, concave, bordures parallèles (En bleu)

4. Région Médiale :

❖ Technique :

Patient en décubitus controlatéral, pied en flexion dorsale.

❖ Résultat :

- **Ligament collatéral médial (fig.140)**

Il est mieux visualisé sur les coupes coronales.

Le faisceau tibio-astragalien apparaît hyperéchogène et épais, avec un trajet oblique marqué.

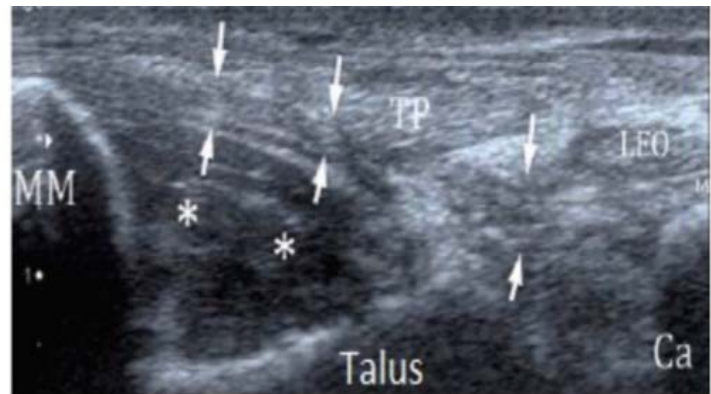


Fig.140: Coupe coronale verticale médiale du faisceau moyen du ligament collatéral médial
TP: Tibial postérieur LFO: Long fléchisseur des orteils Ca: Calcanéum
- Flèches : F.tibiocalcanéen
- Etoiles : F.tibiotalier profond

- Spring ligament (fig.141)

Il est inconstamment visualisé à l'échographie à cause de son trajet profond et complexe.



Fig.141: Coupe horizontale du Spring ligament légèrement hypoéchogène sous le TBP (profond)
TBP: Tibial postérieur, hypéréchogène, fibrilaire (superficiel)

- Tunnel tarsien (fig.142)

Il est traversé d'avant en arrière par : le tendon du muscle jambier postérieur, les tendons longs fléchisseurs des orteils, par l'artère tibiale et les veines tibiales postérieures et par le nerf tibial.



Fig.142: Tunnel tarsien : Coupe horizontale rétro-malléolaire
- Rétinaculum tibial postérieur (jaune)
- Long fléchisseur orteils (orange)
- Vaisseaux (blanc)
- Nerf tibial (bleu)

5. Région latérale :

❖ Technique :

Patient en décubitus dorsal, genou fléchi, pied plat + varus.

❖ Résultat :

- Ligament talofibulaire antérieur (fig.143)

Il apparaît sous forme de bande linéaire hyperéchogène, fibrillaire, joignant la face antérieure de la pointe de la malléole externe au col du talus.

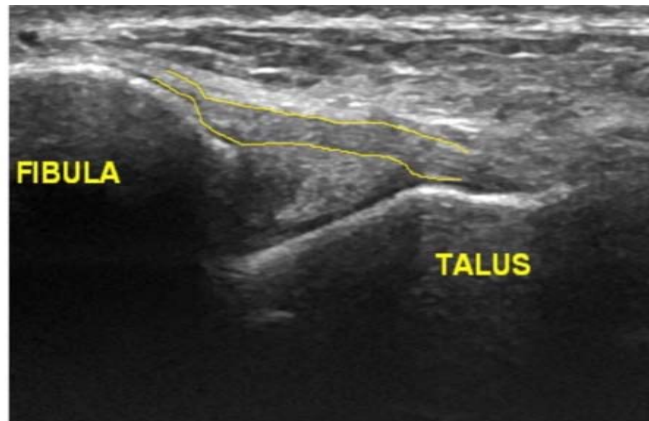


Fig.143: Coupe longitudinale du ligament talofibulaire antérieur : hyperéchogène ,fibrillaire (trait jaune)

- Ligament tibiofibulaire inférieur(fig.144)

Il a un aspect hyperéchogène et fibrillaire reliant les extrémités distales du tibia et du péroné.



Fig.144: Coupe longitudinale du Ligament tibiofibulaire inférieur : hyperéchogène , fibrillaire (trait jaune)

- Sinus du tarse (fig.145)

Cet espace non articulaire compris entre le talus et le calcaneus est à cheval sur le médio-pied et l'arrière pied.

Il s'étudie par une coupe frontale pré-malléolaire latérale.

L'environnement graisseux permet de dépister des formations kystiques, le plus souvent superficielles, présentant un rapport étroit avec les rétinaculum des extenseurs.

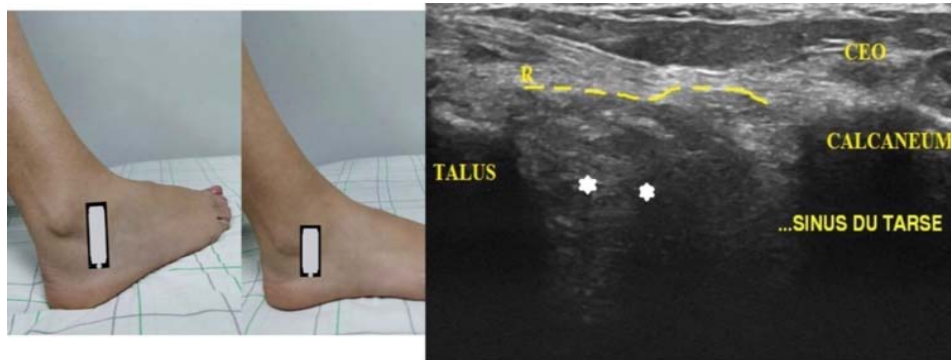


Fig.145: Sinus du tarse

- Rétinaculum (en jaune)
- CEO: Tendon court extenseur des orteils
- Étoiles : ligament talocalcaneen interosseux: fibrillaire (deviné +++)

- Ligament Calcanéo-cuboïdien (fig.146)

Le ligament calcanéo-cuboïdien latéral est situé dans un plan horizontal, tendu du calcaneus à l'os cuboïde.

Il apparaît sous forme de bande fine, fibrillaire.

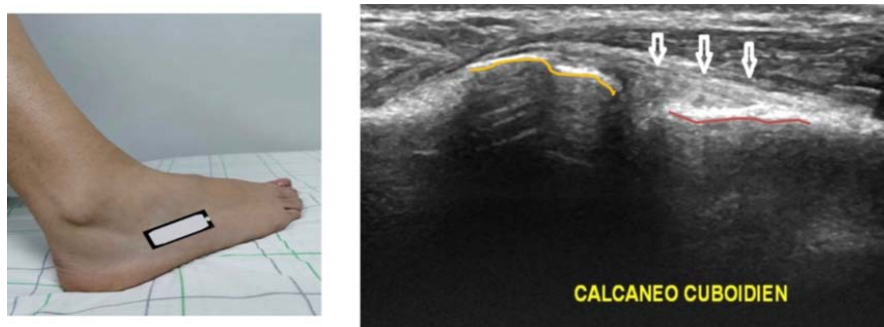


Fig.146: Ligament Calcanéo-cuboïdien

- Calcaneum (trait jaune)
- Cuboïde (trait rouge)
- Ligament calcanéo-cuboïdien (flèches)

- **Ligament Bifurque (faisceau cuboïdien) (fig.147)**

Le ligament bifurqué se recherche en positionnant la sonde dans le plan horizontal centrée sur l'articulation calcanéo-cuboïdienne.

En remontant la sonde, le versant calcanéen devient de plus en plus petit et convexe en avant, ce qui correspond à son rostre.

Ce ligament bifurqué présente deux faisceaux naissant du rostre du calcanéus :

- Un faisceau calcanéo- cuboïdien d'orientation grossièrement horizontale.
- Un faisceau calcanéo-naviculaire de trajet latéro-médial.

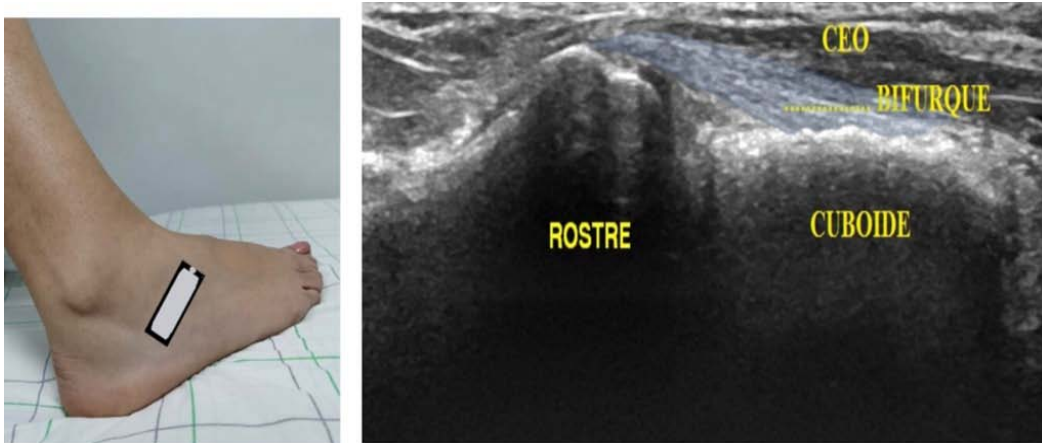


Fig.147: Ligament Bifurque (faisceau cuboïdien)



CONCLUSION



Si cette technique d'imagerie paraît, au premier abord, simple d'utilisation, elle nécessite néanmoins un apprentissage rigoureux, encadré et une pratique assidue.

Le kit d'enseignement des coupes élémentaires en échographie ostéoarticulaire prend par conséquent tout son intérêt et a pour but de démontrer toute l'importance ainsi que l'intérêt que détient cet outil d'imagerie.

Ce kit d'enseignement permet de :

- Apprendre les compétences de base de l'échographie musculo-squelettique
- Se familiariser avec l'aspect échographique normal des muscles, tendons, ligaments, les nerfs, le cortex et les tissus mous sur les différentes coupes
- Comprendre l'intérêt de l'étude dynamique



Résumé

La pratique de l'échographie est aujourd'hui d'un intérêt grandissant dans l'exploration des articulations et des éléments qui les entourent. L'échographie ostéoarticulaire prolonge directement l'examen clinique, ce qui permet au médecin d'étayer son diagnostic et d'être plus précis dans la réalisation de gestes thérapeutiques.

Notre travail a consisté en l'élaboration d'un kit d'enseignement de l'échographie ostéoarticulaire, 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 de l'écho anatomie normale de chaque articulation.

Le Kit contient les modules théoriques suivants :

- Un rappel anatomique de chaque articulation, à savoir :
Épaule, coude, poignet, main, hanche, genou et cheville.
- La technique d'examen de chacune de ces articulations.
- L'écho-anatomie normale et résultats normaux des différentes coupes.

Le tout est illustré en une iconographie riche faite de plus de 273 images.

Dans ce Kit, 245 images d'échographie des articulations ont été colligées au service de radiologie du CHU Mohammed VI de Marrakech et 1 image échographique seulement empruntée de la littérature, soit respectivement 99.6% et 0.4% ; ainsi que 28 planches d'anatomie.

Summary

The practice of ultrasound is of growing interest today in the exploration of joints and the elements that surround them.

The osteoarticular ultrasound directly prolongs the clinical examination, which allows the doctor to support his diagnosis and to be more precise in carrying out therapeutic procedures.

Our work consisted in the development of an osteoarticular ultrasound teaching kit, in order to provide a practical educational tool available to doctors in training, general practitioners and specialists in radiology, traumatology, orthopedics, rheumatology and rehabilitation physicians..

It helps in understanding and interpreting the normal echo anatomy of each joint.

The Kit contains the following theoretical modules:

- An anatomical reminder of each joint, namely:

Shoulder, elbow, wrist, hand, hip, knee and ankle
- The examination technique of each of these joints
- Normal echo-anatomy and normal results of the different sections

The whole is illustrated in a rich iconography made up of more than 273 images.

In this Kit, 245 ultrasound images of the joints were collected at the radiology department of the Mohamed VI University Hospital in Marrakech and 1 ultrasound image only borrowed from the literature, either respectively 99.6% and 0.4% respectively ; as well as 28 anatomy plates.

ملخص

تحظى ممارسة الموجات فوق الصوتية باهتمام متزايد اليوم في استكشاف المفاصل والعناصر التي تحيط بها. يطيل فحص الموجات فوق الصوتية العظمي المفصلي بشكل مباشر الفحص السريري، مما يسمح للطبيب بدعم تشخيصه وأن يكون أكثر دقة في تنفيذ الإجراءات العلاجية.

يتألف عملنا من تطوير مجموعة أدوات تعليمية بالموجات فوق الصوتية العظمية المفصلية ، من أجل توفير أداة تعليمية عملية متاحة للأطباء في التدريب والممارسين العاميين والمتخصصين في الأشعة والصدمات وجراحة العظام وأمراض الروماتيزم وأطباء إعادة التأهيل.

يساعد في فهم وتفسير تشريح الصدى الطبيعي لكل مفصل.
تحتوي المجموعة على الوحدات النظرية التالية:

- تذكير تشريحي لكل مفصل وهي:
الكتف والكوع والمعصم واليد والورك والركبة والكاحل
 - تقنية فحص كل من هذه المفاصل
 - تشريح صدى طبيعي ونتائج طبيعية للأقسام المختلفة
- يتضح الكل في أيقونية غنية تتكون من أكثر من 273 صورة.

في هذه المجموعة ، تم جمع 245 صورة بالموجات فوق الصوتية للمفاصل في قسم الأشعة بمستشفى جامعة محمد السادس في مراكش وصورة واحدة بالموجات فوق الصوتية مستعارة فقط من الأدبيات ، أي 99.6% و 0.4% على التوالي؛ بالإضافة إلى 28 لوحة تشريح.

;

BIBLIOGRAPHIE

1. **Chevallier J-M**
Anatomie – appareil locomoteur.
2ème. 2016. 488 p. (Atlas de poche).
2. **H.Netter F.**
Atlas d'anatomie humaine.
7ème. Elsevier Masson; 2019. 672 p.
3. **Serpi F, Albano D, Rapisarda S, Chianca V, Sconfienza LM, Messina C.**
Shoulder ultrasound: current concepts and future perspectives.
J Ultrason. 7 juin 2021;21(85):e154-61.
4. **Singh J.**
Shoulder ultrasound: What you need to know.
Indian J Radiol Imaging. 2012;22(4):284.
5. **Plomb-Holmes C, Clavert P, Kolo F, Tay E, Lädermann A.**
An orthopaedic surgeon's guide to ultrasound imaging of the healthy, pathological and postoperative shoulder.
Orthop Traumatol Surg Res. 2018;104(8):S219-32.
6. **Chang K-V, Mezian K, Naňka O, Wu W-T, Lin C-P, Özçakar L.**
Ultrasound-guided interventions for painful shoulder: from anatomy to evidence.
J Pain Res. 2018;Volume 11:2311-22.
7. **Beal L, Ficheux G.**
Laboratoire d'anatomie –
Faculté de médecine et maieutique de Lille. 2017.
8. **Jäschke M, Weber M-A.**
Sonographie des Ellenbogens – Standardschnitte und Normalanatomie.
Radiol. 2018;58(11):985-90.

9. **Draghi F, Danesino GM, de Gautard R, Bianchi S.**
Ultrasound of the elbow: Examination techniques and US appearance of the normal and pathologic joint.
J Ultrasound. 2007;10(2):76-84.
10. **Jacobson JA.**
VIDEO: Ultrasound of the Elbow: Scanning Techniques.
Am J Roentgenol. 2018;211(3):W139-W139.
11. **Egan M, Spinner D. Elbow. In: Nelson BP, Topol E, Bhagra A, Mulvagh SL, Narula J.(eds)**
Atlas of Handheld Ultrasound.
1ère.Springer Publishing,2018,213
12. **Fontaine C, Wavreille G, Chantelot C, Prodhomme G.**
Surgical anatomy of the dorsal face of the hand and the wrist.
EM-Consulte 2005, Pages 64-78.
13. **Roulot E.**
Anatomie de la main et du poignet.
Disponible sur: (<https://eric-roulot.com/main-poignet/anatomie-main-poignet/>)
14. **Pereira Da Silva N, Torres de Abreu Macedo JA, Pereira Da Silva FMGS, Cruz F, Caseiro Alves F.** « Getting a grip » on the ultrasonography of the Wrist: a step-by-step guide.
2018;23.
15. **Olchowy C, Łasecki M, Zaleska-Dorobisz U.**
Wrist ultrasound examination – scanning technique and ultrasound anatomy. Part 1: Dorsal wrist. *J Ultrason. 2015;61:172-88.*
16. **Olchowy C, Soliński D, Łasecki M, Dąbrowski P, Urban S, Zaleska-Dorobisz U.**
Wrist ultrasound examination – scanning technique and ultrasound anatomy.Part 2: Ventral wrist.
J Ultrason. 2017;17(69):123-8.

17. **Fantino O, Jacob D, Adolphe J, Court L, Godoc B, Moser T.**
Gel contact
La SIMS – Société d’Imagerie musculosquelettique, 2013 ;n°22.
18. **Martinoli C.**
Musculoskeletal ultrasound: technical guidelines.
Insights Imaging. 2010;1(3):99-141.
19. **Castelain C, Christofilis M, Jayankura M, Samaha C, Zouaouy S.**
FMPMC-PS – Orthopédie – Questions d'internat.
2000. Disponible sur:
<http://www.chups.jussieu.fr/polys/orthopedie/polyortho/POLY.Chp.16.html>
20. **De Maeseneer M, Meng J, Marcelis S, Jager T, Provyn S, Shahabpour M.**
Ultrasound anatomy of the fingers: flexor and extensor system with emphasis on variations and anatomical detail.
J Ultrason. 2020;20(81):e122-8.
21. **McCarthy CL.**
Ultrasound of Normal and Injured Ligaments and Retinacula of the Hand.
Semin Musculoskelet Radiol. 2020;24(02):083-100.
22. **Rossi F, Romano N, Muda A, Martinoli C, Tagliafico A.**
Wrist and Hand Ultrasound: Reliability of Side-to-Side Comparisons of Very Small (<2-mm) Clinically Relevant Anatomic Structures.
J Ultrasound Med. 2018;37(12):2785-95.
23. **Lee JC, Healy JC.**
Normal Sonographic Anatomy of the Wrist and Hand.
RadioGraphics. 2005;25(6):1577-90.
24. **Leguerrier A.**
Nouveaux dossiers d'anatomie : Membre inférieur.
Heures de France; 1993. 220 p.

25. **Graf R.**
Hip Sonography: Background; Technique and Common Mistakes; Results; Debate and Politics; Challenges.
HIP Int. 2017;27(3):215-9.
26. **Tagliafico A, Bignotti B, Rossi F, Sconfienza L, Messina C, Martinoli C.**
Ultrasound of the Hip Joint, Soft Tissues, and Nerves.
Semin Musculoskelet Radiol. 2017;21(05):582-8.
27. **Rath E, Sharfman ZT, Amar E.**
Practical office ultrasound for the hip surgeon: current concepts.
J ISAKOS Jt Disord Orthop Sports Med. 2020;5(2):89-97.
28. **Alami T.**
L'articulation du genou.
2015. Disponible sur: (<http://www.dralami.edu/anatomie/Genou/Knee.htm>)
29. **Li TY.**
Sonography of Knee Effusion.
J Diagn Med Sonogr. 2020;36(6):545-58.
30. **Gandikota G.**
Ultrasound of the knee in rheumatology.
Indian journal of rheumatology 2018 ;13 : 36-42
31. **Laude F, J.-P.Bénazet**
Anatomie et biomécanique des entorses de cheville.
1995:5.
32. **Döring S, Provyn S, Marcelis S, Shahabpour M, Boulet C, de Mey J, et al.**
Ankle and midfoot ligaments: Ultrasound with anatomical correlation: A review.
Eur J Radiol. 2018;107:216-26.

33. **McKiernan S, Fenech M, Fox D, Stewart I.**
Sonography of the ankle: The lateral ankle and ankle sprains: Lateral ankle sonography.
Sonography. 2017;4(4):146-55.
34. **Stella SM, Ciampi B, Del Chiaro A, Vallone G, Miccoli M, Gulisano M, et al.**
Sonographic visibility of the main posterior ankle ligaments and para-ligamentous structures in 15 healthy subjects.
J Ultrasound. 2021;24(1):23-33.
35. **Cruz M, Ferreira C, Oliveira PG, Ruivo C, Cruz F, Alves FC.**
Ultrasonography of the Ankle: a step-by-step guide.
ECR 2017 EPOS. European Congress of Radiology ; 2017.
36. **Sans N, Lapègue F, Jacob D.**
Echographie musculosquelettique.
2ème. Elsevier Masson, 2014, 416. (Imagerie médicale pratique)
37. **Bianchi S, Martiloni C.**
Ultrasound of the musculoskeletal system.
Springer, 2007, 973. (Medical Radiology)

قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلاً وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض

و الألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلاً رعايتي الطبية للقريب

والبعيد، للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة

الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلايتي، نقيّة مما يشينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد

أطروحة رقم 163

سنة 2021

الأقسام الأساسية في الموجات فوق الصوتية العظمية المفصلية: مجموعة التدريس

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2021/09/30
من طرف

السيد أيوب المتوكل

المزداد في 19 شتنبر 1995 بالكدية البيضاء

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية :

تشريح الصدى - علم التشريح - الموجات فوق الصوتية - عظمي مفصلي.

اللجنة

الرئيس	السيد	ي. ناجب
		أستاذ في جراحة العظام والمفاصل
المشرف	السيدة	م. والي إدريسي
		أستاذة في الفحص بالأشعة
الحكام	السيد	ع. محسن
		أستاذ مبرز في الفحص بالأشعة