

Os acromial : de l'anatomie à la pathologie

J. PARIER, G. NOURISSAT, B. MONTALVAN, C. RADIER



ANATOMIE

Si l'acromion peut être reconnu dès 6 semaines de la vie embryonnaire, le centre d'ossification apparaît entre l'âge de 15 et 18 ans et fusionne entre 22 et 25 ans, habituellement de la partie postérieure vers la partie antérieure. La fusion ultime débouche vers une forme triangulaire ou quadrangulaire qui se nomme l'acromion.

C'est Cruveilhier [1] qui le premier a observé un os acromial (OA). Il avait noté que l'acromion présentait une ligne claire de discontinuité de l'os prenant place exactement au niveau de la zone où il existe habituellement une fusion avec l'épine de l'omoplate. L'anatomiste Gruber [2] a donné une description détaillée de l'os acromial en 1863 lors d'une étude cadavérique de 100 spécimens pour lesquels il avait retrouvé 3 OA (fig. 1).

Il existe différentes appellations :

- Os acromial
- Os acromial accessoire
- Acromion bipartite
- Os acromial terminal

Il s'agit d'une anomalie de fusion d'un centre d'ossification de l'acromion qui entraîne une séparation d'un fragment épiphysaire.

Folliasson [3] en 1933 a montré le schéma des centres de croissance. Le plus distal est le pré-acromion, puis le méso-acromion et le méta-acromion et enfin le basi-acromion.



Fig. 1 : Les différents types d'os acromial selon Gruber (schéma en vue supérieure représentant des formes variées d'os acromial suite à des études cadavériques).

C'est entre le méta-acromion et le méso-acromion que le problème se pose, comme l'ont montré Edelson [4] en 1993 et Hunt [5] en 2007. De façon moins fréquente, il peut y avoir une absence de fusion entre le pré-acromion et le méso-acromion (l'os acromial terminal). Enfin, dans quelques cas un peu exception-

nels, on trouve une absence de fusion entre le méta et le basi-acromion. Edelson estime qu'habituellement la partie distale de l'acromion qui correspond à l'os acromial représente environ 1/3 de la longueur totale de l'acromion (fig. 2) [4].

Le degré de fusion varie d'une union complète à une union fibreuse ou enfin à une articulation diarthrodiale comme l'a montré notamment Bigliani [6] en 1991.

Le muscle deltoïde prend son origine sur la surface latérale des points d'ossification de l'acromion. Une partie du muscle trapèze s'insère le long de la surface interne de l'acromion. Quant au ligament acromio-coracoïdien, il s'insère à la partie inférieure et distale. Les ligaments acromioclaviculaires stabilisent l'acromion ou l'os acromial quand il est présent.

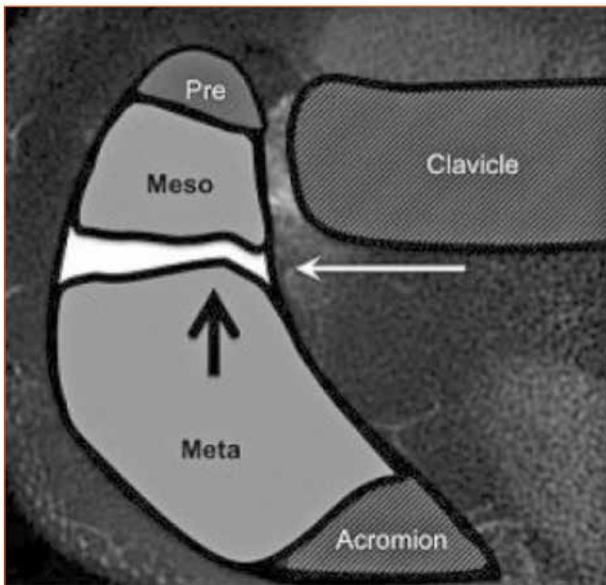


Fig. 2 : Les différentes fusions possibles de l'acromion.

ORIGINE DE L'OS ACROMIAL

Deux hypothèses sont mises en avant :

- **La première** serait que l'os acromial résulte d'un phénomène de tension ou de pression qui se développe au niveau de l'acromion. C'est notamment la thèse développée par Stirland [7]. À l'appui d'une hypo-

thèse traumatique, on trouve une association d'exercices agressifs, notamment le tir à l'arc chez des archers aux XV^e et XVI^e siècles sur les squelettes desquels on a fréquemment retrouvé cette anomalie.

Roedl [8] en 2015 publie une intéressante étude portant sur 2372 IRM de l'épaule chez de jeunes lanceurs âgés de 15 à 25 ans qui présentaient une douleur de cette articulation. Un œdème au niveau de l'acromion a été noté dans 2,6 % des cas, soit 61 jeunes, associé à une fusion incomplète de l'acromion. Une douleur locale a été trouvée dans 119 cas, soit plus de 5 % des cas. Si l'on détaille les 61 cas, 19 soit 31 %, ont un œdème et une pseudarthrose et 42, soit 69 %, seulement un œdème (à noter qu'il y avait aux USA en 2012, 2,6 millions de jeunes dans la "little league baseball"). Cette souffrance de l'acromion, œdème ou/et pseudarthrose a été nommée "acromial apophysiolysis". L'auteur note que dépasser le chiffre de 100 lancers par semaine est un facteur de risque (40 % par rapport à 8 %). Par ailleurs, cette anomalie est un élément significatif d'augmentation du développement d'un os acromial et de lésion de la coiffe des rotateurs après 25 ans.

On pourrait imaginer que la contraction du deltoïde tire l'os acromial vers le bas et le déstabilise causant une non-fusion. On pourrait aussi penser que lors de l'élévation, l'humérus et le tubercule majeur poussent le bord antérieur de l'acromion vers le haut et le déstabilisent vers le haut. Ces deux hypothèses pourraient être en jeu. L'auteur suggère que c'est plutôt le mouvement d'antépulsion, lorsque la tête humérale passe sous l'acromion à peu près autour de 40° sous le bord antérieur de l'acromion, qui favorise cette anomalie de fusion.

- **La seconde** hypothèse est génétique. Un tenant de cette hypothèse est Sammarco [9] en 2000. Dans une étude anatomique portant sur 1198 squelettes humains, il a retrouvé 128 cas d'os acromial sur 96 squelettes soit 8 %, et chez 33 % des sujets l'anomalie était bilatérale. Pour Liberson [10] lors d'une étude réalisée en 1937, la bilatéralité était de 62 %. Par ailleurs, il y a de façon formelle une augmentation significative de la fréquence de l'OA chez les sujets d'origine africaine. La prévalence de l'os acromial est variable suivant les ethnies. Elle peut être

de 8,2 % comme l'a rapporté Edelson [4] dans une population israélienne ou encore de 18,2 % dans une population bantoue d'Afrique du Sud comme l'a rapporté Case [11] en 2006.

Hunt en 2007 rapporte une fréquence plus grande de l'OA chez les hommes d'origine africaine (12,4 %), que chez les femmes (9,22 %). Chez les hommes caucasiens, on arrive à 6,8 % et chez les femmes à 3,2 %.

Une étude de Jayant [12] en 2012 dans une clinique orthopédique de Corée rapporte des éléments à l'appui d'un facteur génétique. Sur un total de 1568 patients, dont 741 hommes, on a retrouvé 13 cas soit 0,7 % d'OA.

On peut imaginer comme Case [11] que ces deux hypothèses mécaniques et génétiques sont combinées pour prédisposer un sujet à posséder un OA.

LA CLINIQUE

Comment sait-on que c'est l'acromion, voire l'OA et non pas l'articulation acromioclaviculaire, qui fait mal ?

Bien souvent l'OA est asymptomatique comme l'ont montré de très nombreuses études. Warner [13] estime que la douleur est en relation avec un conflit sous-acromial déclenché par la mobilisation de l'os acromial durant la contraction du faisceau antérieur du deltoïde qui favoriserait une lésion de la coiffe des rotateurs. Cependant, l'inefficacité de l'infiltration de la bourse sous-acromiale n'est pas en faveur de la théorie du conflit. Par ailleurs, les constatations chirurgicales ne mettent pas en évidence de bursite sous-acromiale. L'infiltration de l'OA et si nécessaire sa stabilisation donnent d'excellents résultats sur la douleur.

Parmi les facteurs déclenchants de la douleur, on trouve des traumatismes directs ou indirects, ou des antécédents de chirurgie comme Abboud [14] le rapporte dans près de 60 % des cas.

Il y a des OA parfaitement stables qui *a priori* ne font pas mal. D'autres sont complètement mobiles, rares, parfaitement asymptomatiques. Les os acro-

miaux qui posent le plus de problèmes sont les os ayant une mobilité modérée. Il est de plus tout à fait concevable qu'un traumatisme fragilise la fusion incomplète de l'acromion. La mobilité semble pouvoir accélérer la dégénérescence de l'articulation acromioclaviculaire.

L'incidence des lésions de la coiffe des rotateurs apparaît statistiquement augmentée chez les sujets présentant un os acromial [6].

Clinique d'un os acromial douloureux

On palpe très souvent une zone en relief au niveau de l'OA. Parfois, on perçoit la mobilité de l'OA. Si la palpation fait mal, on effectue une flexion passive forcée ; si elle est indolore, l'OA n'est sans doute pas en jeu.

Il n'y a pas de douleur nocturne. Bien souvent, l'expression est celle d'un conflit sous-acromial (impingement) avec des signes de Hawkins et de Yocum positifs. On ne trouve pas ou peu de limitation d'amplitude. Le testing retrouve souvent des douleurs au test de Jobe. La montée antérieure du bras est douloureuse, particulièrement après 90°. L'articulation acromioclaviculaire n'est pas douloureuse et le test du "cross arm" est négatif.

Imagerie

L'imagerie permet de faire le diagnostic d'os acromial, de préciser son type et de rechercher une souffrance osseuse aiguë ou chronique.

La radiographie standard

Le profil axillaire, incidence habituellement décrite pour visualiser l'os acromial, est réalisé en bout de table, patient assis, le bras en abduction à 45° au-dessus de la cassette placée sur la table, sous le creux axillaire. Le faux profil peut également être réalisé. Il se fait debout.

Les meilleurs signes sont : l'aspect de double densité [15] et parfois une irrégularité de la corticale sur le profil de coiffe en regard de l'insertion du tendon supra-épineux (fig. 3 a et b).

En l'absence d'orientation clinique et en fonction du type et de l'importance de la fusion, le diagnostic n'est pas toujours facile sur les radiographies standards.

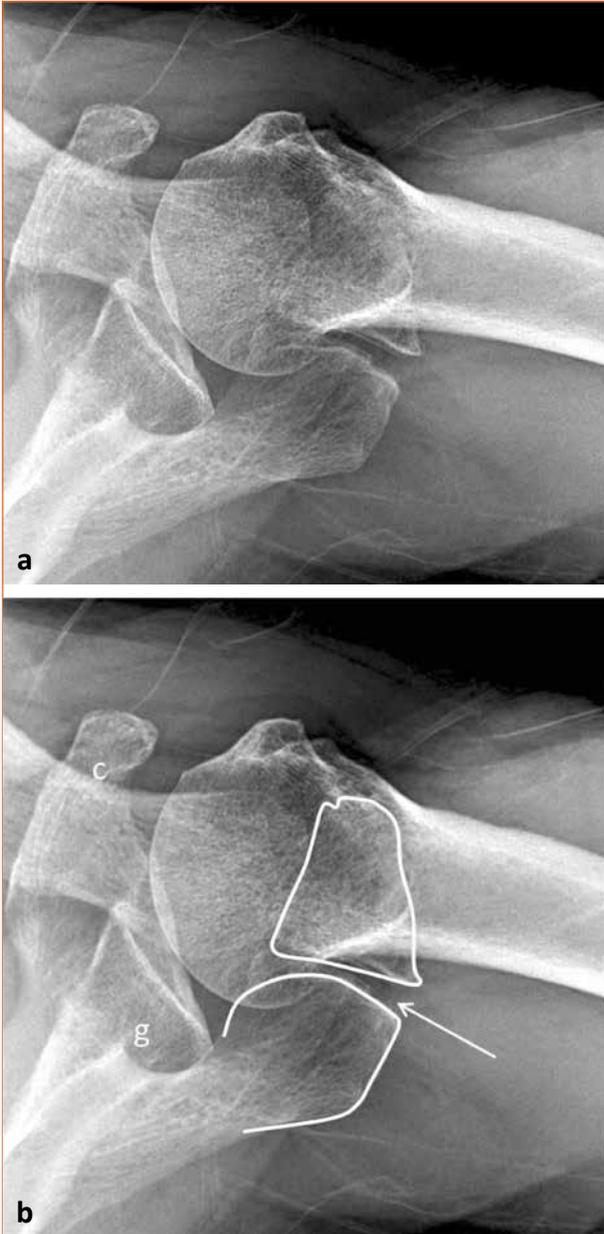


Fig. 3 a et b : Radiographie de l'épaule en profil axillaire. L'os acromial est bien visualisé en surdensité sur la tête humérale. La synchondrose (*flèche blanche*) est bien visible. **c :** coracoïde ; **g :** glène.

L'échographie [16]

L'examen de la région acromioclaviculaire est systématique au cours de l'examen de l'épaule et peut faire évoquer le diagnostic.

En échographie, la corticale osseuse apparaît comme une ligne hyperéchogène continue et régulière. L'existence d'une solution de continuité de la corticale supérieure de l'acromion permet d'évoquer le diagnostic d'acromion bipartite. Il ne faut pas confondre cet aspect avec l'articulation acromioclaviculaire (**fig. 4a**). L'étude en Doppler couleur visualise une éventuelle hypervascularisation (**fig. 4b**).

L'IRM

Elle permet de faire le diagnostic d'os acromial et d'apprécier le retentissement osseux et sur la coiffe.

L'acromion est étudié dans les trois plans de l'espace, au cours du bilan d'exploration de l'épaule en T2 fat sat et axial ou sagittal T1 selon les écoles.

L'os acromial est facile à voir sur les coupes axiales, même si elles sont peu nombreuses (**fig. 5 a et b**).

L'axe de la synchondrose est plus ou moins perpendiculaire à celui de l'articulation acromioclaviculaire réalisant un aspect de double articulation (**fig. 6**).

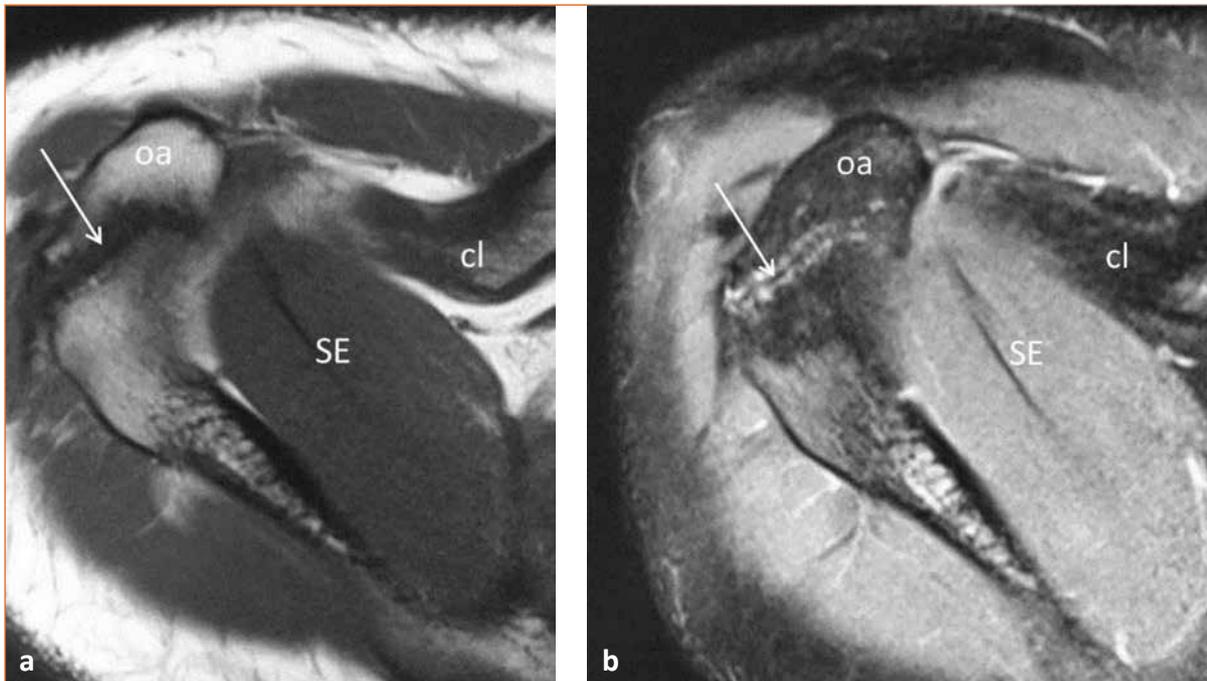
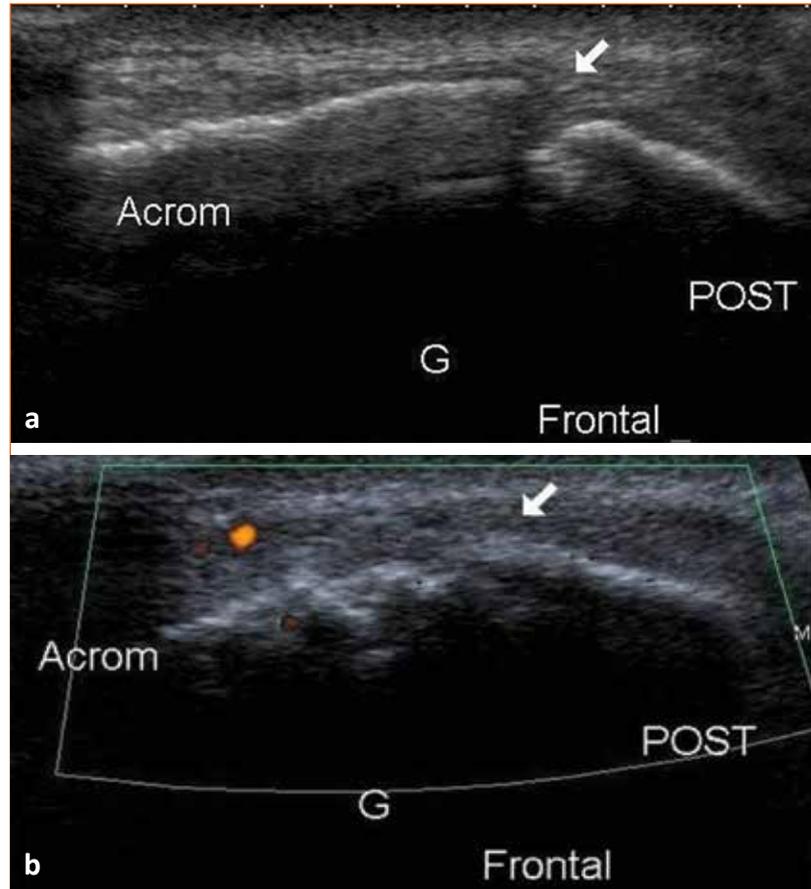
On recherchera une hypertrophie de l'articulation acromioclaviculaire ou de la pseudo-articulation qui pourrait retentir sur la coiffe.

Les séquences T2 fat sat permettent d'apprécier l'importance de l'œdème osseux dans l'os acromial (**fig. 7a**), mais également sur le versant scapulaire (**fig. 7b**). L'"interligne" lui-même peut être en hypersignal (**fig. 7c**).

Des remaniements osseux de part et d'autre de la synchondrose témoignent d'une souffrance chronique au niveau d'une jonction mobile. On recherche en particulier des micro-lacunes d'hyperpression ou un hypersignal osseux (**fig. 5b**).

Fig. 4 a et b : Echographie :

- a) coupe coronale sur l'acromion. Solution de continuité de la corticale au niveau de la synchondrose (flèche). Acrom : acromion.
 b) coupe coronale sur la synchondrose en Doppler Puissance. Présence de quelques vaisseaux (en couleur sur l'image).

**Fig. 5 a et b** : IRM. Coupe axiale passant par l'acromion :

- a) IRM séquence T1 : La synchondrose est en hypo signal.
 b) IRM séquence T2 fat sat : la synchondrose (flèche) est en hypo signal avec un petit hypersignal osseux linéaire de part et d'autre avec des micro-lacunae. oa : os acromial, cl : clavicule, SE : supra-épineux.

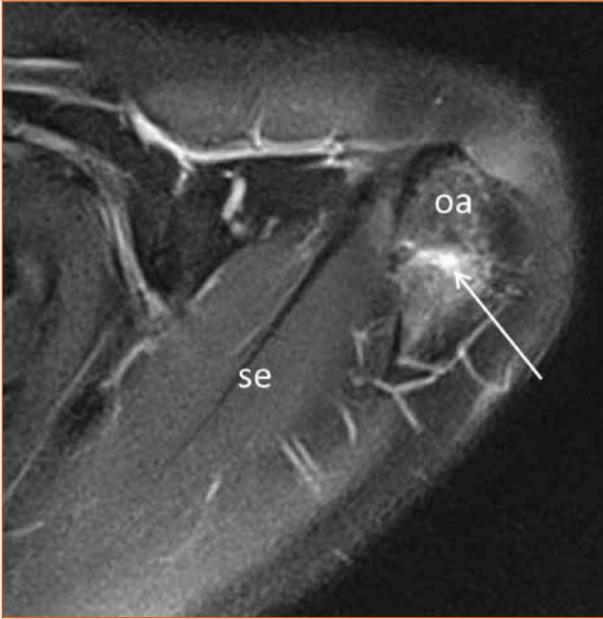


Fig. 6 : IRM axiale T2 fat sat passant par l'acromion. La synchondrose (flèche) a un axe perpendiculaire à celui de l'articulation acromioclaviculaire (*). oa : os acromial. cl : clavicule

Le scanner

L'articulation acromioclaviculaire fait rarement l'objet d'un examen spécifique. Le plus souvent son étude se fait au cours d'un arthroscanner.

Les reconstructions dans les 3 plans de l'espace permettent de faire le diagnostic et le bilan de l'os acromial.

Les signes en faveur de mobilité et de souffrance chronique sont la présence d'air dans l'articulation, l'existence de micro-lacunes sous-jacentes à la synchondrose et la condensation osseuse associée (fig. 8).

LE TRAITEMENT MÉDICAL

Roedl [8] sur les 61 cas de sa série, a recours à un traitement médical avec repos sportif de 3 mois associé à des anti-inflammatoires non stéroïdiens. Un seul cas a nécessité un traitement chirurgical.

Le cas décrit par Frizziero [17] en 2012 évoque les éléments essentiels du traitement médical. Il s'agit

d'un nageur de compétition âgé de 22 ans, droitier, qui présente une douleur persistante de l'épaule droite évoquant un conflit évoluant depuis plusieurs années. Il rapporte une aggravation de la douleur après le dos crawlé ou le crawl. Le traitement médical institué a consisté en :

- l'absence de natation,
- l'administration locale de traitement anti-inflammatoire avec de la physiothérapie,
- des glaçages 3 x/jour de 20 minutes, chaque jour pendant 2 mois.

L'auteur n'évoque pas la possibilité d'une infiltration écho ou radioguidée qui nous paraît cependant avoir sa place autant pour confirmer le diagnostic que pour effectuer un traitement :

- un renforcement musculaire des rotateurs interne et externe avec des systèmes élastiques,
- des exercices de renforcement avec abaissement de la tête humérale ont été effectués, associés à des exercices de renforcement des stabilisateurs de l'épaule et des exercices de renforcement du grand dentelé.

A la fin de ces deux mois, le patient a pu retourner vers un entraînement dans des conditions normales. Tous les tests étaient négatifs. La pression digitale au niveau de l'os acromial n'était plus douloureuse. Lors du contrôle échographique, il n'y avait plus de bursite sous acromiale et pas d'œdème autour de l'acromion.

Os acromial et sport de lancer

Chez les joueurs de baseball

Roedl [8] dans son étude portant sur 2372 lanceurs de baseball âgés de 15 à 25 ans, retrouvait environ 2,6 % d'épaules douloureuses en relation avec un OA, ce qui peut paraître considérable. On peut imaginer que ce phénomène est propre à une technique particulière aux joueurs de baseball. Elle s'éloigne peut-être du lancer d'autres sports.

Fig. 7 : IRM axiale T2 fat sat :

- a)** Hypersignal osseux du versant scapulaire de la pseudo-articulation (*) et de l'os acromial (oa), se (supra-épineux).
- b)** IRM. Coupes sagittales T2 fat sat passant par :
- l'articulation acromioclaviculaire (*). L'os acromial est en hypersignal témoin d'une souffrance osseuse.
 - la synchondrose sur une coupe plus latérale. Le supra-épineux est juste sous-jacent.
- c)** IRM. Coupe axiale T2 fat sat passant par la synchondrose (flèche) qui est en hypersignal franc. Hypersignal de l'os acromial (oa) ; clavicule (cl).

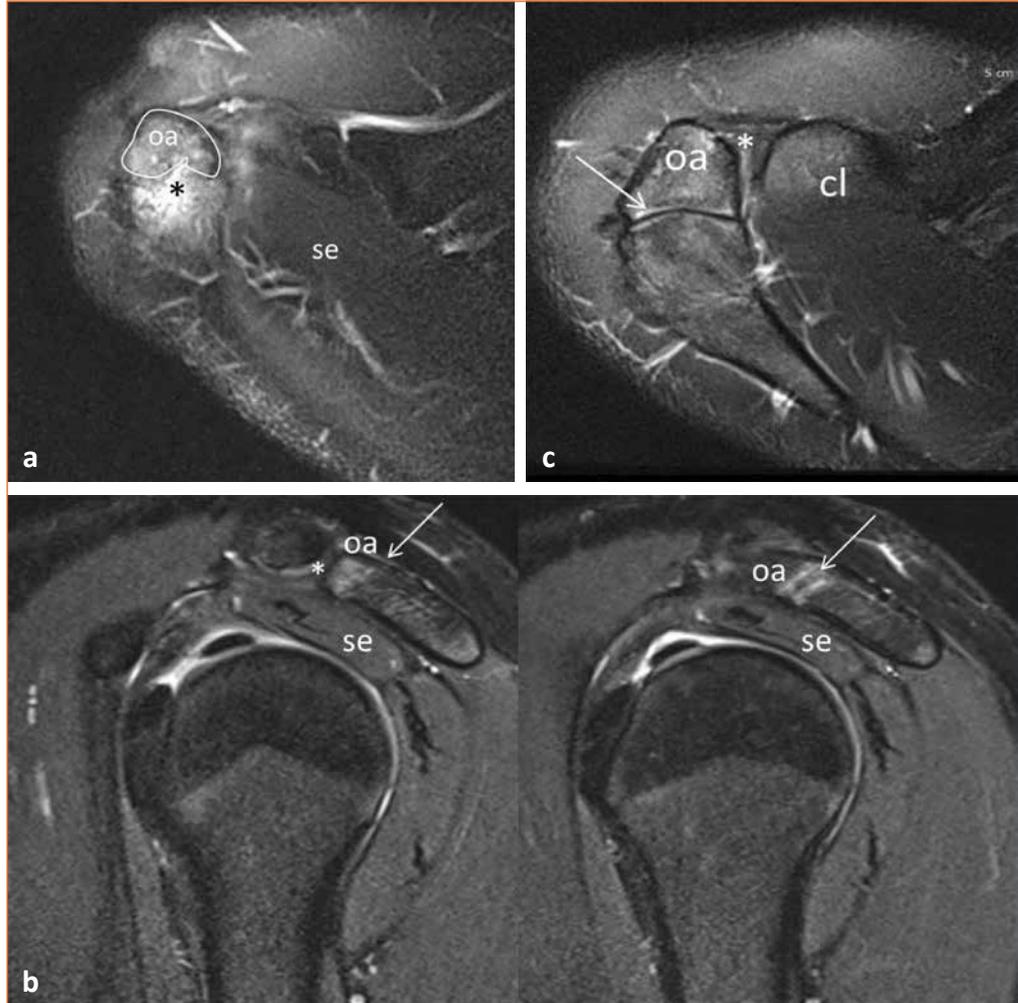
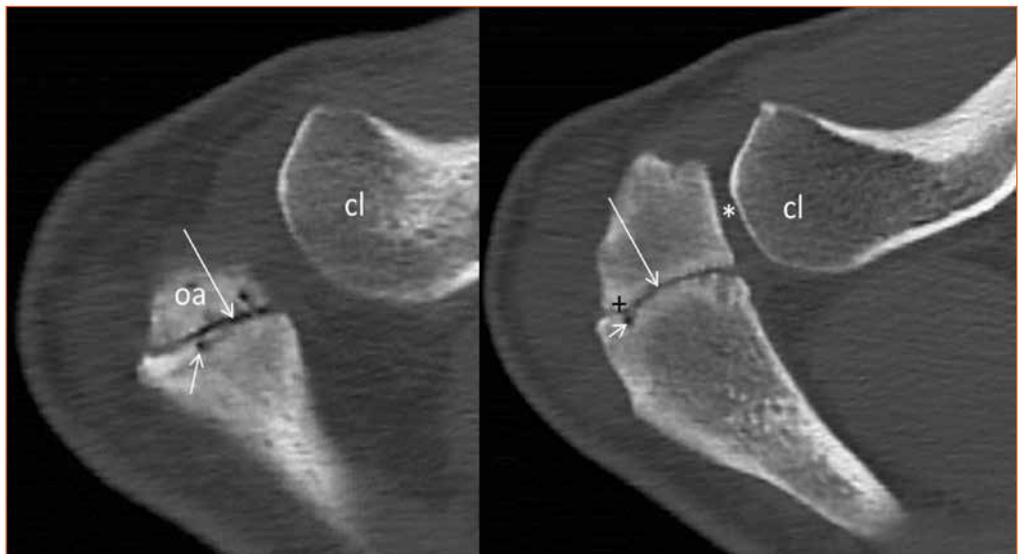


Fig. 8 : TDM. Coupes axiales passant par la synchondrose. Vide dans la synchondrose et dans les micro-lacunes osseuses sous-jacentes (flèches). Condensation osseuse associée (+) interligne acromioclaviculaire (*).



Chez les joueurs de tennis

Chez les joueurs de haut niveau recensés à Roland Garros, nous avons trouvé une courte série de 4 joueurs, 3 garçons (fig. 9 et 10) et une fille sur une période de 10 ans pour lesquels un OA a été symptomatique. Le membre atteint est toujours le membre dominant.

Pour l'un des 4 joueurs, on peut suspecter l'os acromial d'avoir été responsable d'un arrêt sportif d'une semaine ; il s'agissait du meilleur des joueurs.

Pour 2 autres, un arrêt sportif de 3 semaines a été nécessaire. Pour la jeune fille, l'arrêt a été plus long, environ 3 mois, mais il semble qu'il s'agisse d'une épaule complexe, et il est très difficile d'imputer la responsabilité entière à l'OA.

Dans notre expérience, il semble que l'OA ne soit qu'un épiphénomène et que l'élément essentiel au niveau de ces épaules très sollicitées soit la fixation scapulaire et également le rapport défavorable entre les rotateurs externes insuffisants et les rotateurs internes très puissants.

En effet, dès que l'on note l'existence d'un décollement net de l'omoplate visible de manière spontanée ou à la fatigue, il s'agit d'une épaule qui est en train de se déstabiliser et qui pourrait entraîner une cascade de pathologies avec un décentrage, et dans un certain nombre de cas, soit un conflit sous-acromial, soit un conflit postérieur.

Le rapport entre les rotateurs internes et externes nous paraît être un élément fondamental qui en lui-même pourra décompenser, s'il n'est pas respecté, un certain nombre d'éléments associés du fait du dysfonctionnement. Les tests isocinétiques permettent d'évaluer les muscles de la coiffe. Dès que le rapport descend en dessous de 60 % en défaveur des rotateurs externes, il existe des phénomènes douloureux secondaires. Un élément essentiel est donc, en plus des déficits d'amplitudes éventuels, le travail des muscles qui stabilisent la scapula, puis secondairement le travail dans des conditions optimales des rotateurs externes qui ont toujours tendance à être déficitaires. Si l'on n'entretient pas ces rotateurs externes, avec le temps, le déséquilibre se creuse à nouveau. Un travail permanent est donc indispensable,

voire des cessions de renforcement spécifique pour garder une épaule optimum.

Dans la littérature, un autre cas d'OA a été décrit en 1992 chez un joueur de tennis professionnel de 29 ans par Burkhart [18]. Un traitement comportant un repos de quelques jours associé à des anti-inflammatoires a permis la reprise du tennis.

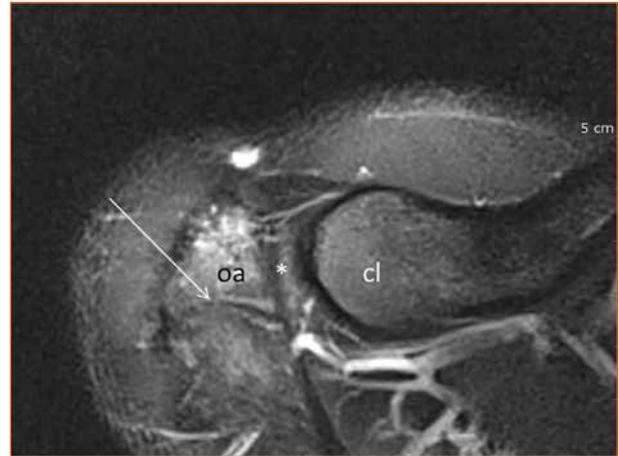


Fig. 9 : Joueur de tennis haut niveau, 22 ans, 2 poussées douloureuses.



Fig. 10 : Joueur de tennis haut niveau, 15 ans en poussée douloureuse.

LE TRAITEMENT CHIRURGICAL

Il se conçoit selon la formule consacrée “après l'échec d'un traitement médical bien conduit”. L'acromioclaviculaire stabilise l'OA et sa résection le déstabilise. De plus, la vascularisation de la partie antérieure de l'acromion est antéro-médiale et passe par la clavicule. Toute chirurgie au niveau de la clavicule peut alors retentir sur l'acromion.

Neuf études ont été retenues par Harris et Griesser [19] en 2013, soit 125 épaules dont 7 cas bilatéraux. Il s'agissait de 82 hommes et de 36 femmes, épaule dominante dans 66 % des cas, avec une moyenne d'âge de 49 ans \pm 11 ans. Deux à 36 mois se sont écoulés avant traitement. Le méso-acromial est la forme la plus fréquente dans 94 % des cas.

Les interventions représentent : 27 % d'excision (**tableau 1**), 13 % d'acromioplastie (**tableau 2**). On note également 60 % de fixation (**tableau 3**) dont Barbier [20] décrit une variante avec greffon périosté. Il insiste sur la

nécessité d'une greffe osseuse et l'avantage de l'ostéosynthèse par haubanage et broches qui permettent une mise en compression du foyer favorisant la fusion osseuse avec un effet de relèvement de l'os acromial.

Par ailleurs, on note 60 % de réparation de la coiffe, 25 % d'excision de la partie distale de la clavicule et 11 % de ténodèse du biceps.

L'excision de l'os acromial, par voie ouverte ou sous arthroscopie, donne de bons résultats que ce soit sur la douleur ou la force si le fragment n'est pas trop gros et que l'on effectue une réparation soigneuse du deltoïde. L'acromioplastie par voie ouverte ou sous arthroscopie donne de bons résultats, que ce soit sur la douleur, la force ou les amplitudes ; cependant, il faut que l'OA soit stable. Il n'y a pas de différence significative de résultats entre l'acromioplastie et la fixation [19], mais des reprises sont fréquentes et des échecs ne sont pas négligeables. La fixation avec vis semble donner de meilleurs résultats à court et à moyen terme que la technique par broches [20].

Tableau I : Excision 27 % (modifié d'après Harris et Griesser [19])

Auteur	Date	Nb	Techniques	Résultats
Mudge <i>et al.</i>	1984	7	résection d'un méso-acromion et suture du deltoïde à l'acromion	4 excellents résultats et 3 échecs
Edelson <i>et al.</i>	1993	5	excision et avancement du deltoïde	80 % bons résultats
Warner <i>et al.</i>	1998	3	excision à ciel ouvert et réparation du deltoïde	2 mauvais résultats pour méso-acromion 1 bon résultat pour pré-acromion
Amengol <i>et al.</i>	1994	5	excision du fragment acromial	aucun résultat satisfaisant
Pignani <i>et al.</i>	2006	9	arthroscopie avec excision du fragment antérieur	100 % retour au sport au niveau antérieur pas de perte de force

TABLEAU II : Acromioplastie 13 % (modifié d'après Harris et Griesser [19])

Auteur	Date	Nb	Techniques	Résultats
Wright <i>et al.</i>	2000	13	acromioplastie arthroscopique étendue	85 % (11) satisfaits avec absence de douleur et pas de signe de désinsertion du deltoïde
Huntchinson <i>et al.</i>	1993	3	acromioplastie décompressive	récidives des douleurs dans 100 % des cas
Amengol <i>et al.</i>	1994	23	7 arthroscopies 19 à ciel ouvert	87 % résultat satisfaisant
Abboud <i>et al.</i>	2006	11	acromioplastie	69 % (7/11) satisfait - 100 % mauvais résultat en cas d'AT/MP
Jerosch <i>et al.</i>	1994	10	acromioplastie méso-acromion	4 excellents, 3 bons, 2 moyens, 1 mauvais

TABLEAU III : Fixation (modifié d'après Harris et Griesser [19])

Auteur	Date	Nb	Techniques	Résultats
Pecker <i>et al.</i>	2004	26	2 vis 3,5 mm + hauban - 2 broches + hauban - 1 vis + 1 broche + hauban	100 % fusion - 100 % fusion - 1 échec
Ryu <i>et al.</i>	1999	4	greffe prélevée sur le trochiter 2 vis 3,5 mm	100 % fusion- 100 % satisfaction
Satterlee <i>et al.</i>	1999	6	2 vis canulées de 4,5 mm + hauban	6 fusions, score ASES > 90 - 100 % satisfaction
Bigliani <i>et al.</i>	1994	10	ostéosynthèse à ciel ouvert	5 résultats excellents, 2 satisfaits et 3 non satisfaits
Warner <i>et al.</i>	1998	12	2 vis canulées de 4,0 mm (7 cas) ou 2 broches - (5 cas) + hauban synthétique + autogreffe iliaque	80 % (6/7) fusions avec vis - 20 % fusion avec broches
Simovitch <i>et al.</i>	2006	15	2 vis canulées de 4,0 mm + hauban métallique	15 fusions
Abboud <i>et al.</i>	2006	8	2 vis canulées de 4,5 mm ou 2 broches + hauban	100 % fusion - 38 % satisfaits (3/8)

CONCLUSION

L'os acromial est un défaut de l'ossification de l'acromion sans doute favorisé par des phénomènes génétiques et micro-traumatiques. Il est important de le détecter, même s'il est habituellement bien toléré. En

cas de douleur, un test anesthésique permet d'affirmer son implication. La chirurgie est orientée vers une fixation du fragment mobile avec de bons résultats.

Tous mes remerciements aux docteurs J.-L. Brasseur, C. Delin, H. Guerini pour l'iconographie.

Références

- [1] CRUVEILHIER J. Traité d'anatomie. *Bechet jeune. 1834; p241*
- [2] GRUBER W. Uber die arten der Acromialknochen und accidentellen Acromiogelenke. *Arch Anat Physiol Wiss Med. 1863; pp. 373-87.*
- [3] FOLLIASSON A. Un cas d'os acromial. *Rev Orthop. 1933; 20: 533-8.*
- [4] EDELSON JG, ZUCKERMAN J, HERSHKOVITZ I. Os acromiale: Anatomy and surgical implications. *JBJS (B). 1993; 75: 551-5.*
- [5] HUNT R, BULEN L. The frequency of os acromiale. *Int Osteoarcheol. 2007; 17: 309-17.*
- [6] BIGLIANI LU, NORRIS TR, FISCHER J. The relationship between unfused acromial epiphysis and subacromial impingement lesions. *J Shoulder Elbow Surg. 1994; p. 2524.*
- [7] STIRLAND A. Human bones in archeology. *Shire archeology. 1986 p 54.*
- [8] ROEDL JB, MORRISON WB, CICCOTTI MG, ZOGA AC. Acromial apophysiolysis: superior shoulder pain and acromial non fusion in the young throwing athlete. *Radiology. 2015 Jan; 274(1):201-9.*
- [9] SAMMARCO VJ. Os acromiale: Frequency, anatomy, and clinical implications. *J Bone Joint Surg Am. 2000. 82: 394-400.*
- [10] LIBERSON F. Os acromiale: a contested anomaly. *J Bone Joint Surg Am. 1937; 19(3): 683-9.*
- [11] CASE DT, BURNETT SE, NIELSEN T. Os acromiale: population differences and their etiological significance. *Homo. 2006; 57(1): 1-18.*
- [12] KUMAR J, PARK WH, KIM SH, LEE HI, YOO JC. The Prevalence of Os Acromiale in Korean Patients Visiting Shoulder Clinic. *Clinics Orthop Surg. 2013; 5: 202-8.*
- [13] WARNER JJ, BEIM GM, HIGGINS L. The treatment of symptomatic os acromiale. *J Bone Joint Surg Am. 1998; 80(9): 1320-6.*
- [14] ABBOUD JA, SILVERBERG D, PEPE M, BEREDJIKLIAN PK, IANNOTTI JP, WILLIAMS GR, RAMSEY ML. *J Shoulder Elbow Surg. 2006 May-Jun; 15(3): 265-70.*
- [15] LEE DH, LEE KH, LOPEZ-BEN R, BRADLEY EL. The double-density sign: a radiographic finding suggestive of an os acromiale. *J Bone Joint Surg Am. 2004; 86(12): 2666-70.*
- [16] SMITH J, DAHM DL, NEWCOMER-ANEY KL. Role of sonography in the evaluation of unstable os acromiale. *J Ultrasound Med. 2008 Oct; 27(10): 1521-6.*
- [17] FRIZZIERO A, BENEDETTI M, CRETA D, MOIO A, GALLETTI S. Painful os acromiale: Conservative management in a young swimmer athlete. *J Sport Med. 2012; 11, 352-6.*
- [18] BURKHART SS. Os acromiale in a professional tennis player. *Am J Sports Med, 1992; 20: 483-4.*
- [19] HARRIS JD, GRIESSER M. Systematic review of the surgical treatment for symptomatic os acromiale. *Int J Shoulder Surg. 2011; 5(1): 9-16.*
- [20] BARBIER O, BLOCK D, DEZALY C, SIRVEAUX F, MOLE D. Os acromial : une source de douleur scapulaire à ne pas manquer. *Rev Chir Orth. 2013; 99(4) : 382-9.*