



Mise au point

Pathologie du complexe fibrocartilagineux triangulaire dans le cadre des fractures de l'extrémité distale du radius

Pathology of the triangular fibrocartilaginous complex in distal radius fractures

D. Fontès

Clinique du sport, 36, boulevard Saint-Marcel, 75005 Paris, France

Reçu le 1^{er} novembre 2015 ; accepté le 23 janvier 2016

Disponible sur Internet le 21 octobre 2016

Résumé

La fracture de l'extrémité distale du radius est assez rarement isolée et le complexe fibrocartilagineux triangulaire (TFCC) participe souvent d'un même mécanisme lésionnel. Une prise en charge contemporaine du traitement de la fracture initiale est idéale et tire ainsi bénéfice d'une arthroscopie systématique. Néanmoins, en l'absence d'un diagnostic et donc d'un traitement précoce, la symptomatologie pourra se localiser au carrefour ulnaire et justifier un traitement spécifique du TFCC. Il est généralement mené sous arthroscopie après une classification lésionnelle précise, guidant un geste adapté au caractère vascularisé ou non de la lésion, ainsi que son éventuel potentiel de déstabilisation (gestes de débridement, de suture capsulaire ou de réinsertion fovéale). Malheureusement, encore trop souvent, la fracture de l'extrémité distale du radius est insuffisamment stabilisée par un procédé d'ostéosynthèse inadapté ou un traitement orthopédique inopportun, et la varience ulnaire s'en trouve alors positivée avec le cortège symptomatique du syndrome de l'ulna longue. Une « wafer procedure » peut alors parfois être proposée si un raccourcissement de moins de 3 mm est nécessaire et que l'articulation radio-ulnaire distale n'est pas trop désorganisée.

© 2016 SFCM. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Complexe triangulaire ; TFCC ; Arthroscopie ; Ulna longue ; Wafer procedure

Abstract

Distal radius fracture is actually quite rarely isolated and triangular fibrocartilaginous complex (TFCC) is often involved with the same mechanism of injury. A contemporary management of the treatment of the initial fracture is ideal and so benefits from a routine arthroscopic management. Nevertheless, in the absence of diagnosis and therefore early treatment, the symptoms may be located at the ulnar crossroads and justify specific treatment of TFCC. It is generally conducted after an accurate arthroscopic lesion classification guiding a procedure, depending on the lesion vascularization as well as its possible destabilization potential (debridement, capsular suture or foveal reattachment). Unfortunately, too often the radius fracture is insufficiently stabilized by an inadequate fixation process or inappropriate orthopedic management with a positive ulnar variance consequence and an ulnar plus syndrome. A “wafer procedure” may then sometimes be proposed if a shortening of less than 3 mm is needed and that the distal radio-ulnar joint is not too disorganized.

© 2016 SFCM. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Triangular complex; TFCC; Arthroscopy; Ulna plus syndrome; Wafer procedure

1. Introduction

Longtemps sous-estimée dans le contexte des fractures de l'extrémité distale du radius (EDR), la pathologie du carrefour ulnaire a longtemps été limitée à l'observation des fractures du

Adresse e-mail : docteurfontes@noos.fr.

processus styloïde ulnaire. Or, dans les suites d'une fracture de l'EDR, la majorité des douleurs alléguées par les patients siègent pourtant sur le versant ulnaire de l'articulation.

Ce relatif paradoxe tire son explication de lésions associées du complexe fibrocartilagineux triangulaire (*triangular fibrocartilage complex* [TFCC]), soit contemporaines de la fracture initiale, soit secondaires à une positivité de la variance ulnaire et la survenue d'un syndrome d'hyperpression médiale du poignet. Ainsi, une exploration arthroscopique, soit lors du traitement de la lésion initiale, soit à distance de celle-ci, permet d'en préciser le diagnostic et, la plupart du temps, d'en réaliser aussi le traitement.

2. Lésions du TFCC contemporaines de la fracture de l'extrémité distale du radius

2.1. Diagnostic lésionnel

Le TFCC est le principal stabilisateur de l'articulation radio-ulnaire distale (RUD). Sa description princeps par Andrew Palmer [1] a bénéficié de récentes études histologiques et fonctionnelles [2], qui ont décrit précisément l'arrangement tridimensionnel de l'attache ulnaire du TFCC en identifiant trois composants : le ligament triangulaire proximal, le hamac ligamentaire distal et le ligament collatéral ulnaire (LCU) ou *ulnar collateral ligament* (UCL), attenant à la gaine profonde de l'extensor carpi ulnaris (ECU). Le hamac ligamentaire distal et le LCU constituent le « TFCC distal », alors que le ligament triangulaire proximal constitue le « TFCC proximal ». Ces deux principales structures peuvent être lésées simultanément ou indépendamment l'une de l'autre et occasionner une symptomatologie spécifique, voire une déstabilisation de l'articulation RUD.

Si la classification princeps d'Andrew Palmer de 1989 [3] fait toujours référence pour l'identification de lésions traumatiques (classe 1) et de lésions dégénératives (classe 2), elle a dû bénéficier d'actualisations récentes au vu d'une meilleure connaissance de la physiopathologie du carrefour ulnaire.

Si les lésions 1A et 1C demeurent inchangées, les lésions de sa partie radiale, de type 1D, bénéficient d'une précision selon que la lésion est uniquement centrale (1D1) ou se propage au niveau de l'insertion radiale antérieure et/ou postérieure des ligaments radio-ulnaires distaux : dorsal (1D2), palmaire (1D3), rarement les deux (1D4) ; la lésion est alors volontiers associée à un arrachement ostéo-ligamentaire [4]. Quant aux lésions de l'insertion ulnaire du TFCC, elles ont bénéficié, grâce aux travaux de systématisation d'Andrea Atzei, Riccardo Luchetti et le groupe de l'EWAS [5] d'une meilleure segmentation lésionnelle selon la localisation précise de la désinsertion (Fig. 1). Ces lésions sont potentiellement déstabilisantes pour l'articulation RUD et doivent pouvoir bénéficier d'un diagnostic lésionnel précoce et, on le verra, d'un traitement spécifique.

De nombreuses études arthroscopiques confirment le fort taux de lésions ligamentaires associées que nous avons mis en évidence lors de contrôles arthrographiques systématiques de fractures de l'EDR [6] :

- pour Geissler et al. [7], sur 40 cas : 68 % de lésions de parties molles associées, dont 17 (43 %) localisées au TFCC (8 de classe 1B, 4 de classe 1A, 5 de classe 1D) ;
- pour Fontès [8], sur 30 cas : 70 % de lésions du TFCC, 40 % du ligament scapho-lunaire (LSL), 17 % du ligament lunotriquétral (LLT) et 17 % de lésions extrinsèques ;
- pour Fischer et al. [9], sur 54 patients : 41 % de lésions ligamentaires associées aux fractures extra-articulaires contre 89 % dans le groupe des fractures articulaires ;
- pour Lindau et al. [10], sur 50 cas : 98 % de lésions ligamentaires associées, dont 78 % de lésions du TFCC ; 10 cas associaient désinsertion radiale du TFCC et fracture de la marge dorso-ulnaire du radius ; la présence d'une fracture du processus styloïde ulnaire comportait un taux d'association à une lésion du TFCC statistiquement plus élevé ;
- pour Richards et al. [11], sur 118 fractures intra- et extra-articulaires : le TFCC était lésé dans 35 % des fractures extra-articulaires et 56 % des fractures intra-articulaires.

Des études cliniques plus récentes ont confirmé l'importance des lésions du TFCC contemporaines des fractures du radius, qu'elles soient intra- ou même extra-articulaires [12–16]. Pechlaner et al. [17] ont apporté un éclairage biomécanique à cette association lésionnelle en trouvant une lésion du TFCC chez 62 % des sujets lorsqu'une force en hyperextension était appliquée jusqu'à créer une fracture de l'EDR.

Afin d'éviter le passage à la chronicité d'une lésion initiale sous-diagnostiquée, nous recommandons, tout spécialement chez le sujet jeune et lors des fractures articulaires, de réaliser une arthroscopie lors du traitement chirurgical de la fracture. Comme l'ont montré de nombreuses études, cela permet non seulement de réaliser un lavage articulaire et un meilleur contrôle réductionnel, mais aussi l'identification et le traitement des lésions ligamentaires associées [18–24].

Trois principaux signes palpatoires arthroscopiques (Fig. 2) permettent de préciser la classification lésionnelle du TFCC (Fig. 1) et d'initier alors leur traitement :

- le *trampoline sign* : il consiste en une perte d'élasticité globale du TFCC, qui est normalement tendu tel un trampoline [25] ; il est positif dans les désinsertions complètes proximales et distales du TFCC, négatif dans les lésions proximales isolées et incertain dans les lésions distales partielles ;
- le *hook sign* (d'Atzei) : il cherche à créer un effet vague en repoussant l'attache ulnaire du complexe triangulaire vers le radius [25] ; il est positif dans les lésions complètes et négatif dans les autres cas ;
- le *ghost sign* (de Fontès) : il consiste à créer un *reverse trampoline sign* en introduisant le crochet dans l'articulation RUD et en recherchant un effet « fantôme » du versant fovéal du TFCC observé dans la radio-carpienne [25] ; négatif dans les lésions purement distales, il se positive en cas d'atteinte associée ou isolée du feuillet proximal, ce qui le distingue alors du *hook sign*.

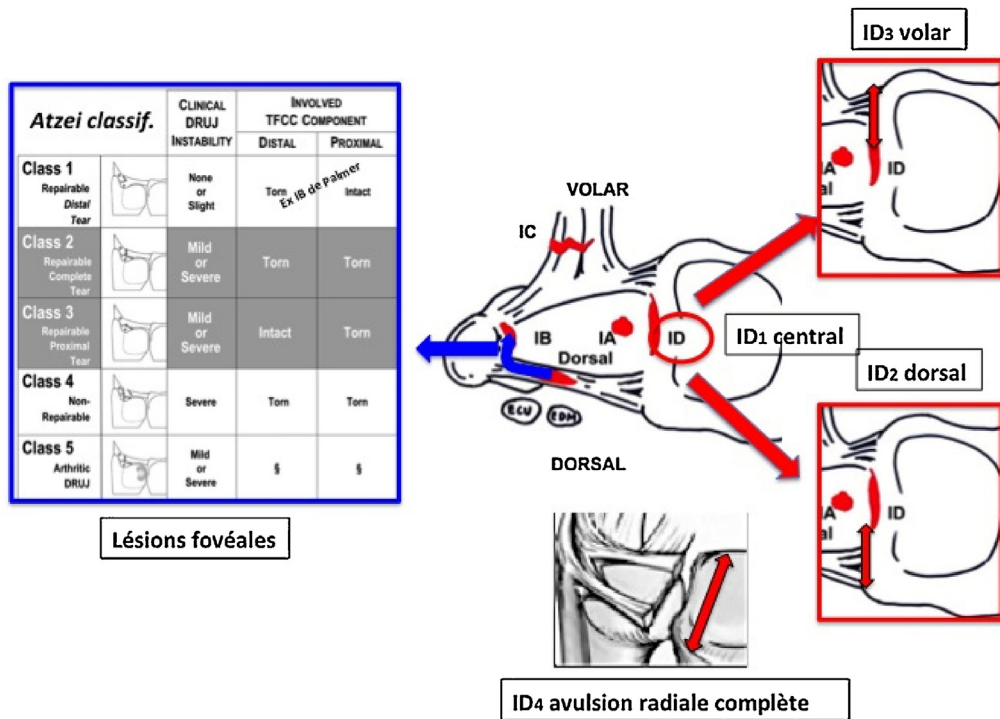


Fig. 1. Classification de Palmer des lésions du TFCC. Actualisée par Atzei et al. [5] et Nakamura [4].

Parfois, plusieurs types lésionnels peuvent être associés (par exemple, une lésion centrale de classe 1A et une lésion périphérique) nécessitant une analyse précise des lésions (Fig. 3).

2.2. Traitement des lésions associées du TFCC

Dès lors qu’une lésion du TFCC est mise en évidence lors du bilan arthroscopique, il ne faut pas la négliger et son traitement

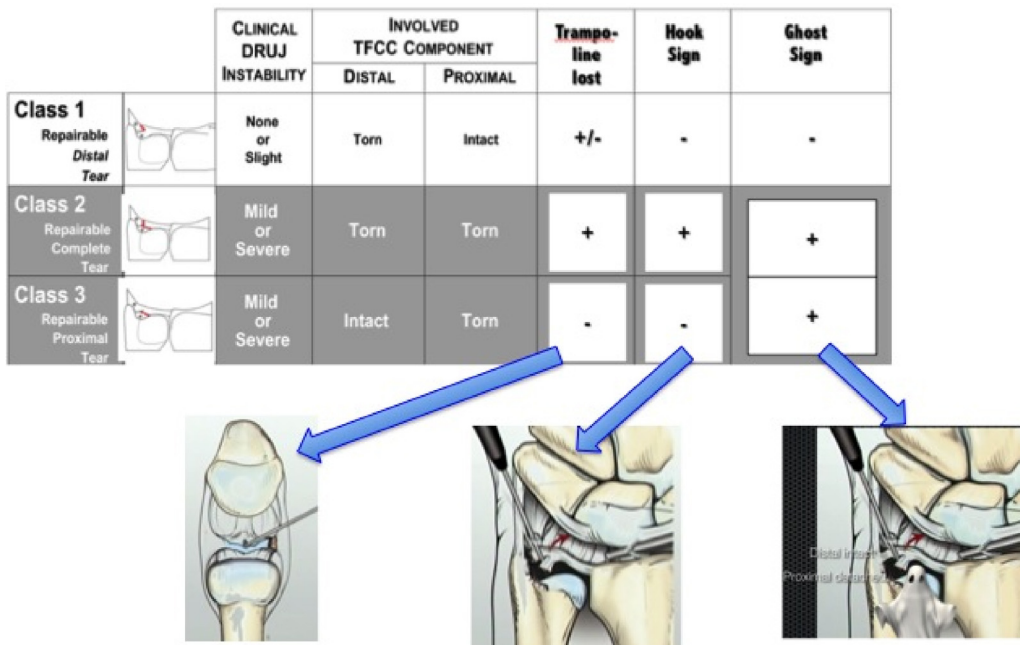


Fig. 2. Signes palpatoires arthroscopiques du TFCC. D’après Atzei et al. [5] et Fontès [8].

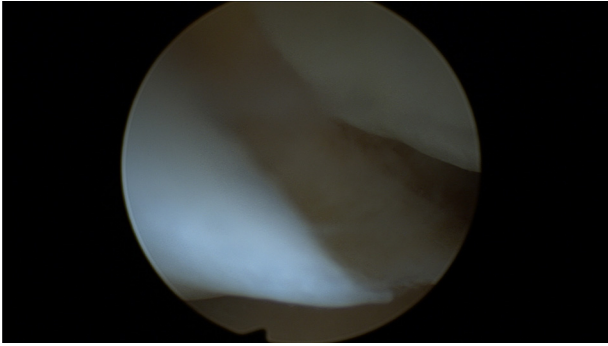


Fig. 3. Lésion complexe associant un lambeau central (classe 1A de Palmer) et une désinsertion périphérique (classe 1B).

doit être réalisé dans la même séance opératoire et sous endoscopie, à moins d'une limite technique rencontrée par l'opérateur (comme par exemple en cas d'instabilité majeure de l'articulation RUD ou de lésions ligamentaires importantes faisant alors préférer un traitement « à ciel ouvert »). Néanmoins, certaines lésions sont à même de cicatriser spontanément par la simple immobilisation, comme de minimes lésions périphériques hématisées non déstabilisantes ; par ailleurs, certaines déchirures centrales du TFCC ne doivent pas être prises pour des lésions de classe 1A, car purement dégénératives et en rapport avec une variance ulnaire positive préexistante à la fracture.

Le traitement spécifique du TFCC repose sur sa classification, l'éventuelle déstabilisation de l'articulation RUD et sa localisation en zone vascularisée (donc avec des possibilités de cicatrisation) ou en zone avasculaire.

Ainsi, une lésion de classe 1A ou de classe 1D1, en zone avasculaire, doit pouvoir bénéficier d'un débridement central, en prenant soin de ne pas fragiliser les ligaments RUD antérieur et postérieur [26]. Nous réalisons volontiers ce geste au moyen d'une électrode de radiofréquence, ce qui en facilite la réalisation et permet un débridement parfaitement stable et régulier (Fig. 4).

Les lésions de classe 1B du versant ulnaire du TFCC n'atteignant pas son insertion fovéale sont d'un diagnostic plus aisé que dans les formes chroniques, où un tissu cicatriciel mécaniquement incompetent doit être débridé afin d'exposer la

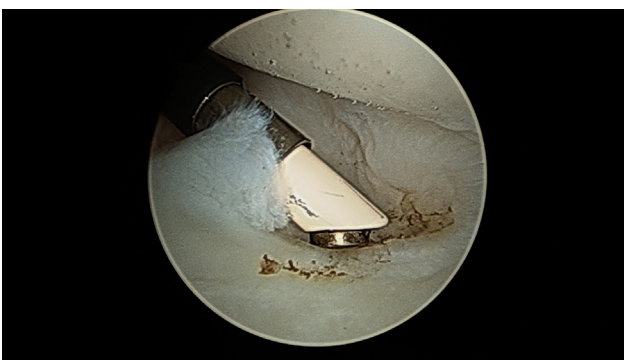


Fig. 4. Débridement central d'une lésion de classe 1A au moyen d'une électrode de radiofréquence.

zone pathologique. Le principe du traitement consiste à « adosser » le TFCC avulsé à la gaine profonde de l'ECU. Plusieurs techniques ont été proposées selon l'orientation, la localisation et le type de nœuds réalisés. Nous restons fidèles à l'outside-in technique de Terry Whipple [26,27] en utilisant une aiguille recourbée et un fil coulissant par la voie instrumentale 6R. Deux ou trois passages sont réalisés selon l'étendue lésionnelle. La suture est axiale et les nœuds sont extra-articulaires, sous l'ECU que l'on récline (Fig. 5).

Les désinsertions fovéales ne sont pas rares dans cette association lésionnelle et semblent indépendantes de la concomitance d'une fracture du processus styloïde ulnaire. Leur potentiel de déstabilisation de l'articulation RUD en rend la réparation indispensable. Plusieurs techniques de réparation transosseuse ont été décrites, associant une arthroscopie et un court abord, soit de la métaphyse ulnaire dans la technique de Nakamura [28,29], soit de l'articulation RUD elle-même dans celle d'Atzei [5]. La seule technique purement arthroscopique précédemment décrite était celle de William Geissler [30], utilisant trois voies d'abords arthroscopiques et un ancillaire à usage unique complexe et onéreux (ArthrexTM). La technique princeps ne comprend pas moins de 14 étapes. Nous avons voulu simplifier cette technique de réinsertion et la rendre plus accessible économiquement pour nos établissements de santé publics et privés. Notre technique comporte trois temps opératoire :

- le premier temps consiste à exposer la lésion et à préparer la fovéa par un shaving superficiel. L'orifice d'introduction du Pushlock[®] est réalisé au moyen d'un foret manuel de 2 mm

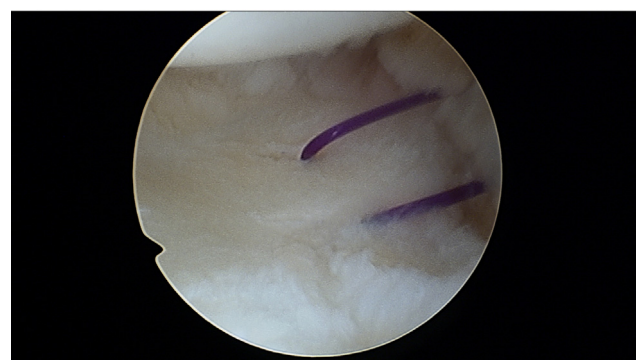
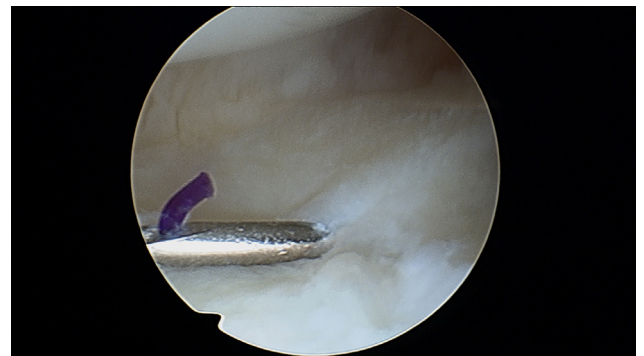


Fig. 5. Suture périphérique d'une lésion de classe 1B selon l'outside-in technique de Whipple.

de diamètre, qui nous semble plus maniable qu'une mèche au moteur (Fig. 6) ;

- le temps suivant consiste à introduire une aiguille de type intramusculaire de façon percutanée au travers du TFCC à 2–3 mm du bord libre de la désinsertion, un fil de suture type Fiberwire 2/0 (Arthrex®) y a été introduit et récupéré au moyen d'une pince mosquito par la voie 6R. L'aiguille est ensuite décalée de quelques mm selon notre artifice, ce qui permet de réaliser en une seule étape un point en U dont on introduit les deux brins dans l'œillet du Pushlock® ;
- la dernière étape consiste en la mise en tension de la suture et l'impaction de l'ancre dans l'orifice fovéal précédemment réalisé (Fig. 6). Il est parfois utile de maintenir la réduction d'une instabilité de l'articulation RUD lors de la réinsertion transosseuse du TFCC et de vérifier alors la stabilité retrouvée de cette articulation. Il n'est pas rare que la lésion ulnaire soit étendue en arrière du TFCC, nécessitant alors un complément de suture par suspension capsulaire comme précédemment présentée.

Les lésions extrinsèques de type 1 C sont souvent identifiées dans un contexte d'effractions capsulo-ligamentaires hématisques [31]. Elles ne réclament, la plupart du temps qu'une régularisation, voire un shrinkage (remise en tension par électrocoagulation du collagène) et exceptionnellement une suture, néanmoins techniquement faisable sous arthroscopie [32,33].

Dans le cadre des fractures articulaires à haute énergie, il n'est pas rare de rencontrer une avulsion radiale des ligaments RUD constituant des lésions de classe 1D2, 3 ou 4 selon Nakamura. L'attache osseuse est souvent solidaire de la lésion et l'absence d'un traitement adapté sans nul doute la prémisse d'un dérangement ulnaire secondaire, voire d'une réelle instabilité. Aussi est-il nécessaire d'en faire le diagnostic lors de l'exploration arthroscopique et d'y apporter le traitement le plus adapté. En cas de fragment ostéo-ligamentaire, un brochage direct sous contrôle endoscopique est une solution simple (Fig. 7), la ou les broches étant ôtées au terme de la 6^e

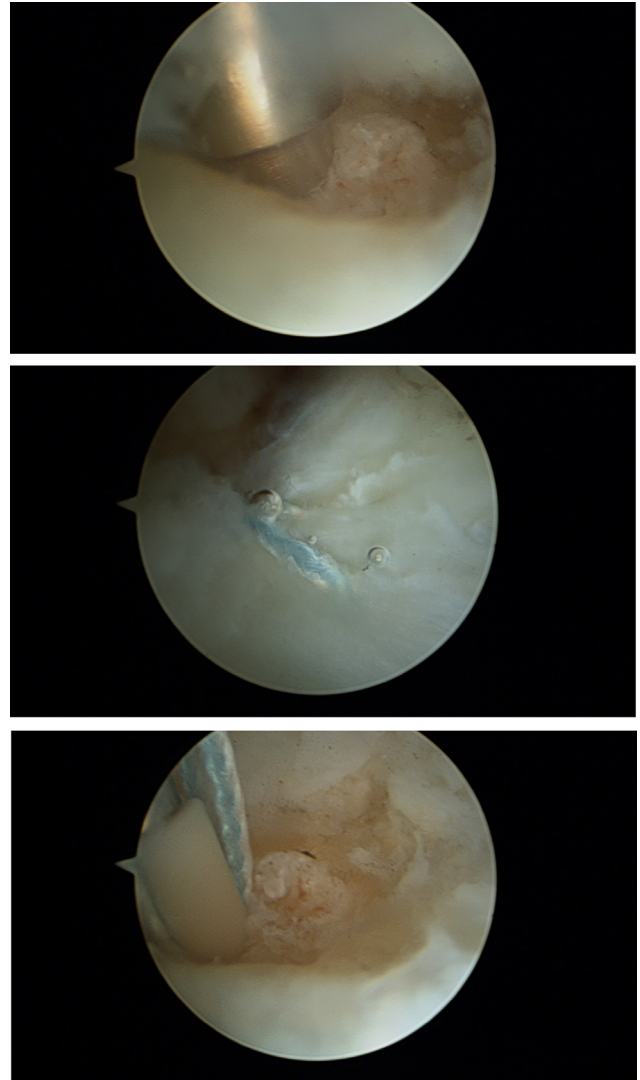


Fig. 6. Différents temps de la réinsertion fovéale du TFCC sur un Pushlock® selon notre technique.

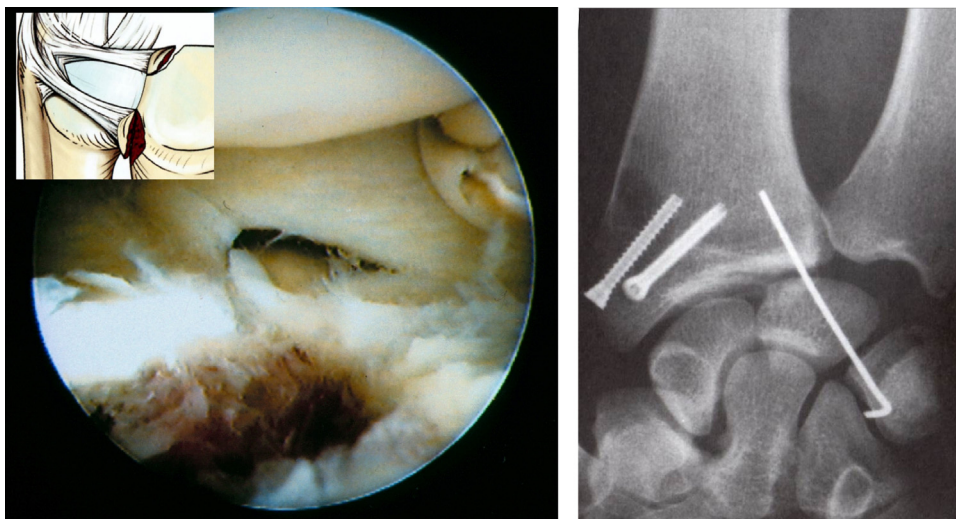


Fig. 7. Avulsion ostéo-ligamentaire de classe 1D3, ostéosynthésée par une broche articulaire.



Fig. 8. Réinsertion radiale du TFCC (classe 1D2) sur un Pushlock[®].

semaine. En l'absence de lésion osseuse, une adaptation de notre technique de réinsertion fovéale peut aussi être réalisée, en appuyant la réparation ligamentaire sur un ou plusieurs Pushlocks[®] (Fig. 8).

Les suites opératoires de ces différentes lésions associées à la fracture doivent bien évidemment tenir compte de cette dernière et de l'ostéosynthèse qui a été réalisée mais, en pratique, les gestes de débridement ne nécessitent aucune immobilisation complémentaire alors que les réinsertions nécessitent une immobilisation stricte en rotation neutre en prenant le coude les trois premières semaines et une protection du poignet dans une attelle antébrachiale les trois semaines suivantes, avant de débiter la rééducation.

3. Syndrome de l'ulna longue secondaire

L'un des principaux challenges thérapeutiques du traitement des fractures de l'EDR est de normaliser la variance ulnaire ou du moins de s'assurer de l'absence de toute positivité. En effet, un syndrome d'ulna longue peut être une complication secondaire avec son cortège de lésions du TFCC, des cartilages médiaux ainsi que du LLT. L'étendue des lésions répond à la classification de Palmer [34] caractérisant la classe 2 dégénérative. Ainsi, le tassement radial insuffisamment réduit ou stabilisé induit un allongement relatif de l'ulna et la positivité de la variance ulnaire. Il en découle un syndrome d'hyperpression médiale par excès de contraintes axiales (et son cortège de lésions ostéo-cartilagineuses : géodes d'hyperpression, chondropathie, et ligamentaires du TFCC et du LLT). Elles demeurent normalement inférieures à 20 % du total des forces s'exerçant sur le versant médial du poignet

et peuvent atteindre 40 ou 50 % au-delà d'une variance de plus de 2 mm [30].

Néanmoins, il n'est pas toujours aisé de démanteler une symptomatologie douloureuse séquellaire d'une fracture de l'EDR où s'associent parfois incongruence articulaire, lésions ligamentaires, syndrome d'hyperpression médiale, voire suspicion de syndrome douloureux régional complexe. Un correct bilan radiologique (avec mesure comparative précise de la variance ulnaire) est toujours indispensable (Fig. 9) et bénéficie souvent de l'apport d'un arthros scanner ou d'une IRM, qui objectivent volontiers les géodes d'hyperpression sur le versant articulaire proximal du lunatum, les lésions l'articulation luno-triquétrale, ainsi que du TFCC, voire de la pointe de l'hamatum dans une configuration de type Viegas 2 (Fig. 10). La pathologie du carrefour ulnaire a largement tiré bénéfice de l'arthroscopie du poignet, qui a fait reculer les indications d'ostéotomie diaphysaire (technique de Milch) ou épiphysaire (technique de Sennwald-Comtet [35,36]) de raccourcissement de l'ulna ou de réaxation du radius. Indépendamment de la technique habituelle de débridement endoscopique des lésions ligamentaires du TFCC et du LLT, il est possible de pratiquer l'émondage d'une tête ulnaire bombant et chondropathique (« wafer procedure », « wafer » désignant la galette, hostie, rondelle... qu'il faudra retirer sur l'extrémité distale de l'ulna).

Dans notre pratique habituelle, la « wafer procedure » est indiquée lorsque la variance ulnaire est positive (≥ 1 mm) et que s'associe une lésion traumatique initiale ou dégénérative secondaire du TFCC, alors que l'anatomie de l'articulation RUD est conservée (ni subluxation, ni arthrose). L'optique est introduite par la voie 3–4, les instruments par la voie 6R en passant alternativement au-dessous et au-dessus du complexe



Fig. 9. Positivité de la variance ulnaire dans les suites d'une fracture du radius. En tirets, l'étendue de la résection de tête ulnaire nécessaires à l'obtention d'un bon résultat.

triangulaire. Le premier temps consiste en l'excision large et régulière de la portion centrale du TFCC (Fig. 11) en respectant les ligaments RUD. La tête ulnaire est ensuite ostéotomisée à la mini-fraise rotative à la manière d'une acromioplastie sur 2 ou 3 mm d'épaisseur (Fig. 12). Afin de ne laisser aucun spicule périphérique, il est recommandé de mobiliser le poignet selon différents degrés de pronation-supination et de pratiquer, en cas de doute, un contrôle radioscopique de l'excision. Aucune immobilisation postopératoire n'est nécessaire et la mobilisation douce du poignet est encouragée précocement.



Fig. 10. Syndrome de l'ulna longue, associant une lésion de classe 2D du TFCC, une lésion fibrocartilagineuse du ligament luno-triquétral et des lésions ostéochondrales du lunatum ainsi que de la pointe de l'hamatum.

Peu d'études se sont portées sur les séquelles des fractures radiales et leur prise en charge arthroscopique. Nous avons revu 31 cas de ce cadre lésionnel [8], comportant 12 hommes pour 19 femmes d'âge moyen 49,5 ans. La variance ulnaire moyenne était de +1,26 mm et elle était responsable d'un syndrome d'hyperpression interne dans tous les cas. Chaque patient a bénéficié d'une « wafer procedure » arthroscopique, diversement associée à d'autres gestes (débridement de lésions ligamentaires interosseuses, *shaving* d'incongruence articulaire, ablation de corps étrangers ostéocartilagineux...). Selon les critères du Mayo Clinic Modified Wrist Score (fonction, douleur, mobilité, force), 66 % des patients avaient obtenu un excellent ou bon résultat, il était acceptable dans 30 % des cas et mauvais dans 4 %. Geissler et al. [12] relatent des résultats semblables dans des conditions techniques comparables.

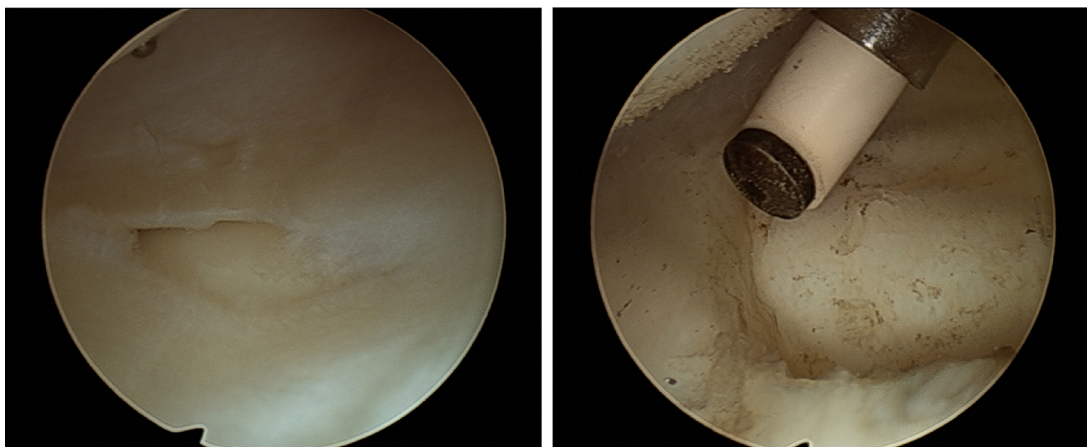


Fig. 11. Premier de la « wafer procedure » devant une lésion de classe 2D de Palmer du TFCC sur ulna longue.

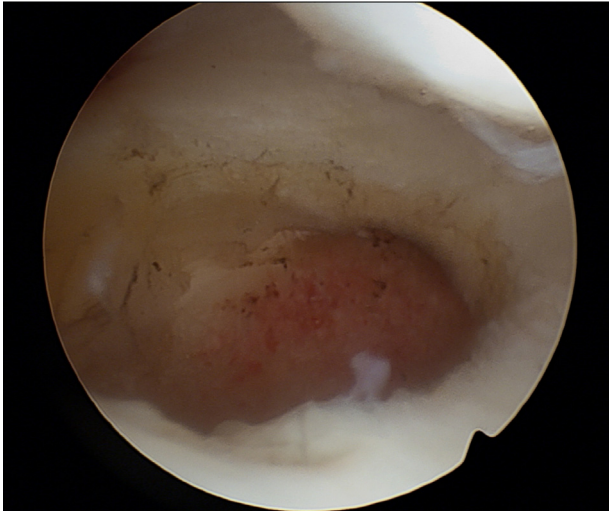


Fig. 12. Émondage distal de l'ulna à la mini-fraise sur 2–3 mm d'épaisseur.

4. Conclusion

Le bilan lésionnel que permet l'arthroscopie contemporaine du traitement de la fracture de l'EDR a permis de confirmer la fréquence élevée de lésions ligamentaires associées. Elles prédominent sur la colonne médiale (TFCC et LLT) pour les fractures extra-articulaires et leur fréquence croît avec le déplacement initial. Les fractures articulaires sont plus fréquemment associées à une lésion du ligament scapho-lunaire et tout particulièrement les fractures cunéennes externes, ce qui cadre d'ailleurs avec les expérimentations de Mayfield. Les lésions du complexe triangulaire relèvent, pour la plupart, d'un traitement arthroscopique, mais certaines, en zone périphérique vascularisée, sont à-même de cicatrifier sous simple immobilisation pour peu qu'elle bloque la pronation-supination et soit conservée suffisamment longtemps. Les désinsertions fovéales ainsi que les lésions de classe 1B ou 1D2, 3, 4 associées ou non à une fracture du processus styloïde ulnaire, doivent être réparés selon les techniques précitées. Quant aux lésions centrales ou radiales, elles bénéficient d'une régularisation arthroscopique soit dans le même temps que la fracture, soit à distance devant la persistance d'un dérangement interne.

Quant aux séquelles douloureuses des fractures radiales, elles se localisent essentiellement dans le carrefour ulnaire en raison de l'allongement relatif de l'ulna. En l'absence de désorganisation de l'articulation RUD, la « wafer procedure » arthroscopique constitue une solution élégante et bien moins invasive que les ostéotomies radiales ou ulnaires qui en constituent l'alternative.

Déclaration de liens d'intérêts

D.F. est consultant pour Arthrex™.

Références

- [1] Palmer AK, Werner FW. The triangular fibrocartilage complex of the wrist: anatomy and function. *J Hand Surg Am* 1981;6:153–62.
- [2] Nakamura T, Yabe Y, Horiuchi Y. Functional anatomy of the triangular fibrocartilage complex. *J Hand Surg Br* 1996;21:581–6.
- [3] Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex lesions: a classification. *J Hand Surg Am* 1989;14:594–606.
- [4] Nakamura T. Radial side tear of TFCC. In: Del Pinal, editor. *Arthroscopic management of distal radius fracture*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2010. p. 89–98.
- [5] Atzei A, Rizzo A, Luchetti R, Fairplay T. Arthroscopic foveal repair of triangular fibrocartilage complex peripheral lesion with distal radioulnar joint instability. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2008;12:226–35.
- [6] Fontès D, Lenoble E, de Sommer B, Benoit J. Lésions ligamentaires associées aux fractures distales du radius – à propos de 58 arthrographies peropératoires. *Ann Chir Main Memb Super* 1992;11:119–25.
- [7] Geissler WP, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL. Intra-articular soft tissue lesions associated with intra-articular fracture of distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:357–65.
- [8] Fontès D. Therapeutic interest of wrist arthroscopy – from a series of 280 cases. In: 6th congress of IFSSH; 1995. p. 723–8.
- [9] Fischer M, Denzler C, Sennwald G. Carpal ligament lesions associated with fresh distal radius fractures: arthroscopic study of 54 cases. *Swiss Surg* 1996;2:269–72.
- [10] Lindau T, Arner M, Hagberg L. Intra-articular lesions in distal fractures of the radius of young adults. *J Hand Surg Br* 1997;22:638–43.
- [11] Richards RS, Bennett JD, Roth JH, Milne Jr K. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg Br* 1997;22:772–6.
- [12] Geissler WB, Fernandez DL, Lamey DM. Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res* 1996;327:135–46.
- [13] Badia A, Khanchandani P. Volar plate fixation. In: Slutsky DJ, Osterman AL, editors. *Fractures and injuries of the distal radius and carpus: the cutting edge*. 1st edition, Philadelphia: Saunders Elsevier; 2009. p. 149–56.
- [14] Lindau T, Adlercreutz C, Aspenberg P. Peripheral tears of the TFCC cause distal radioulnar joint instability after distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 2000;25:464–8.
- [15] Shih JT, Lee HM, Hou YT, Tan CM. Arthroscopically-assisted reduction of intra-articular fractures and soft tissue management of distal radius. *Hand Surg* 2001;6:127–35.
- [16] Varitimidis SE, Basdekis GK, Dailiana ZH, Hantes ME, Bargiotas K, Malizos K. Treatment of intra-articular fractures of the distal radius: fluoroscopic or arthroscopic reduction? *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:778–85.
- [17] Pechlaner S, Kathrein A, Gabl M, Lutz M, Angermann P, Zimmermann R, et al. Distal radius fractures and concomitant lesions. Experimental studies concerning the pathomechanism. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2002;34:150–7.
- [18] Geissler WB, Freeland AE. Arthroscopically assisted reduction of intra-articular distal radial fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;327:125–34.
- [19] Leibovic SJ, Geissler WB. Treatment of complex intra-articular distal radius fractures. *Orthop Clin North Am* 1994;25:685–706.
- [20] Levy HJ, Glickel SZ. Arthroscopic assisted internal fixation of volar intra-articular wrist fractures. *Arthroscopy* 1993;9:122–4.
- [21] Whipple TL. The role of arthroscopy in the treatment of intra-articular wrist fractures. *Hand Clin* 1995;11:13–8.
- [22] Whipple TL. Arthroscopic reduction of intra-articular fractures. In: Saffar P, Amadio P, Foucher G, editors. *Current practice in hand surgery*. London: Martin Dunitz; 1997.
- [23] Wolfe SW, Easterling KJ, Yoo HH. Arthroscopic-assisted reduction of distal radius fractures. *Arthroscopy* 1995;11:706–14.
- [24] Ruch DS, Valle J, Poehling GG, Smith BP, Kuzma GR. Arthroscopic reduction versus fluoroscopic reduction in the management of intra-articular distal radius fractures. *Arthroscopy* 2004;20:225–30.
- [25] Bain GI, McGuire D, Lee YC, Eng K, Zumstein M. Anatomic foveal reconstruction of the triangular fibrocartilage complex with a tendon graft. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2014;18:92–7.
- [26] Fontès D. Traitement arthroscopique des lésions du complexe triangulaire du poignet : à propos de 124 cas. *Main* 1998;3:17–22.

- [27] Corso SJ, Savoie FH, Geissler WB, Whipple TL, Jiminez W, Jenkins N. Arthroscopic repair of peripheral avulsions of the triangular fibrocartilage complex of the wrist: a multicentric study. *Arthroscopy* 1997;13:78–84.
- [28] Nakamura T, Ikegami H, Sato K, Nakamichi N, Okuyama N, Takayama S. Arthroscopic repair of the ulnar tear of the TFCC. *Riv Chir Mano* 2006;43:291–3.
- [29] Shinohara T, Tatebe M, Okui N, Yamamoto M, Kurimoto S, Hirata H. Arthroscopically assisted repair of triangular fibrocartilage complex foveal tears. *J Hand Surg* 2013;38:271–7.
- [30] Geissler WB. Arthroscopic knotless ulnar side TFCC repair. *Hand Clin* 2011;27:273–9.
- [31] Slutsky DJ. Incidence of dorsal radiocarpal ligament tears in the presence of other intercarpal derangements. *Arthroscopy* 2008;24:526–33.
- [32] Slutsky DJ. Arthroscopic dorsal radiocarpal ligament repair. *Arthroscopy* 2005;21:1486.
- [33] Fontès D. Lunotriquetral and extrinsic ligaments lesions associated with distal radius fractures. In: del Piñal F, et al., editors. *Arthroscopic management of distal radius fractures*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2010. p. 109–16.
- [34] Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex disorders: injury patterns and treatment. *Arthroscopy* 1990;6:125–32.
- [35] Comtet JJ, Moyen B, Machenaud A, Schuhl JF. [Hemi-epiphyseal lengthening of the ulna in Kienboeck's disease]. *Ann Chir Main* 1982;1:259–61.
- [36] Sennwald G, Della Santa D, Beaulieu JY. A comparison of diaphyseal and metaphyseal techniques of ulna shortening. *J Hand Surg Eur Vol* 2013;38:542–9.