

Classification des formes anatomo-radiologiques de la rhizarthrose

Y. ALLIEU

Sa fréquence, la pléthore des publications à son sujet, la diversité de ses formes anatomo-cliniques, l'absence de parallélisme entre son aspect radiographique et ses signes cliniques, le nombre de techniques chirurgicales proposées donnant toutes, à court terme, des résultats dans l'ensemble satisfaisants, expliquent l'extrême confusion qui règne dans l'évaluation et le traitement chirurgical de la rhizarthrose. Après l'avoir définie et avoir analysé ses formes anatomo-radiologiques, nous proposons une classification pouvant s'adapter à tous les cas, en vue de codifier les modalités de la chirurgie lorsqu'une indication chirurgicale est posée. Soulignons que l'indication chirurgicale est essentiellement fonction des signes cliniques : gêne fonctionnelle, douleur, et non de l'aspect radiographique.

Définition de la rhizarthrose – Le concept d'arthrose péri-trapézienne

Le terme de rhizarthrose du pouce a été donné par Forestier [1] à l'arthrose trapézo-métacarpienne (TM) en 1937. Plus récemment, ce terme s'applique à l'arthrose de tous les interlignes péri-trapéziens, la rhizarthrose (ou arthrose de la base du pouce) n'atteignant pas seulement la TM [2, 3].



Fig. 1 a : Coupe anatomique montrant les interlignes péri-trapéziens (F. Bonnel).



Fig. 1 b : Image radiographique des interlignes péri-trapéziens.

D'après Swanson, l'arthrose TM proprement dite s'accompagne dans 48 % des cas d'une atteinte scapho-trapézo-trapézoïdienne, dans 86 % des cas d'une atteinte entre le trapèze et le 2^e métacarpienne et dans 35 % des cas une atteinte trapézo-trapézoïdienne. Cette statistique portant sur 100 cas est basée sur des clichés radiographiques.

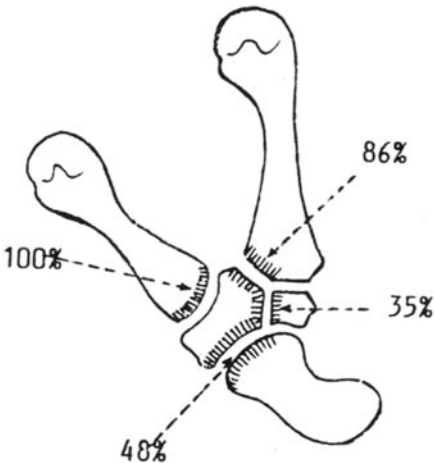


Fig. 2 : Fréquence de l'arthrose des interlignes péri-trapéziens dans l'arthrose trapézo-métacarpienne d'après Swanson (étude radiographique).

Cette fréquence dans l'atteinte arthrosique des autres articulations péri-trapéziennes quand la TM est atteinte a été différemment évaluée selon d'autres auteurs [4, 5, 6, 7, 8].

Ces différences s'expliquent par les difficultés de l'interprétation radiologiques de l'arthrose péri-trapézienne sur des clichés réalisés avec des incidences variables et incorrectes ne tenant pas compte de l'orientation particulière des surfaces articulaires du trapèze.

Nous devons à Kapandji [9] la codification du bilan radiographique de la TM permettant d'évaluer avec précision la rhizarthrose.

North [10] a étudié 68 mains de cadavres et a comparé l'état anatomique des interlignes articulaires péri-trapéziens et les données de l'examen radiologique standard. Il dénonce les insuffisances de ce dernier. Il retrouve, dans 60 % des cas, une arthrose TM alors qu'elle n'est visible radiographiquement que dans le pourcentage de 43 %. La scapho-trapézo-trapézoïdienne (STT) est touchée dans 34 % des cas, tant sur le plan anatomique que radiographique mais sans concordance dans 2/3 des cas. Si l'on note des images d'arthrose au contact du 2^e métacarpien dans 22 % des cas, elle n'est retrouvée que rarement après vérification anatomo-radiologique (dans 1 % des mains étudiées). De même, l'articulation trapézo-trapézoïdienne est rarement atteinte (1 % des cas). La surestimation radiographique s'explique par l'ostéophytose péri-trapézienne masquant les interlignes articulaires.



Fig. 3 : Coupe anatomique d'une rhizarthrose. L'ostéophyte trapézien débordant sur les interlignes entre le trapèze et le 2^e métacarpien et l'interligne trapézo-trapézoïdien explique la surestimation de l'atteinte de ces interlignes sur les radiographies.

En pratique, seule l'atteinte scapho-trapézo-trapézoïdienne, lors qu'elle est associée à l'atteinte de la TM, doit être prise en compte dans l'évaluation anatomique de la rhizarthrose.

L'arthrose STT peut être associée à une arthrose de la TM mais elle peut être isolée avec une TM sous-jacente indemne. Il s'agit alors d'une entité différente de la rhizarthrose entrant dans le cadre de la

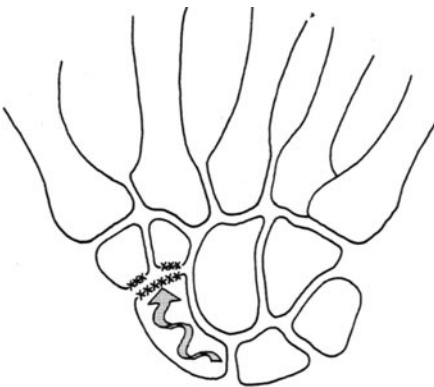


Fig. 4 : Mécanisme de l'arthrose STT isolée.

pathologie intra-carpienne et non de celui des arthroses péri-trapéziennes. Sa physiopathologie sur le plan biomécanique est différente.

Unité pathogénique des arthroses péri-trapéziennes de la rhizarthrose du pouce

La TM est une articulation qui travaille en permanence en compression à la manière du pivot d'un pylône toujours stable, grâce à un système ligamentaire original [11]. Le trapèze apparaît ainsi comme une véritable clef de voûte dans la répartition des forces de pression de l'extrémité de la pince au poignet. La répartition exacte des lignes de force est mal connue. Elles sont certainement diffusées tout autour du trapèze. Cette hypothèse pourrait expliquer le caractère péri-articulaire des lésions arthrosiques du trapèze et, en particulier, l'atteinte toujours secondaire et moins évoluée de la STT lorsqu'elle est associée à celle de la TM [10].

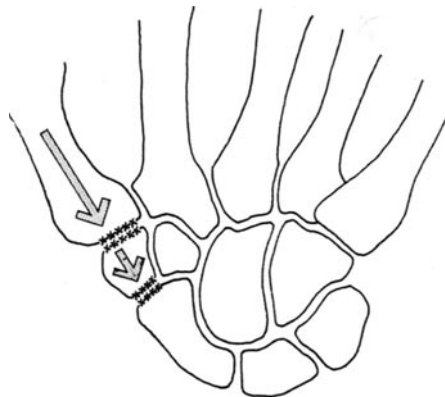


Fig. 5 : Mécanisme de l'arthrose STT associée à l'arthrose TM dans le cadre de la rhizarthrose.

Cooney & Chao [12] ont évalué que la force d'un kilo qui s'exerce au niveau de la TM lors de toute prise terminale pollicidigitale est de 12 kg au niveau de l'articulation TM. Cette force de compression peut s'élever jusqu'à 120 kg dans les prises de force. Par ailleurs, cette contrainte exercée à la base du pouce est subluxante, tendant à entraîner une luxation du premier métacarpien en dehors. Or, il n'existe à la partie externe de l'articulation trapézo-métacarpienne aucune structure capsulo-ligamentaire suffisante pour résister à une telle contrainte. Le long abducteur du pouce (*abductor pollicis longus*) a de plus, en adduction du 1^{er} métacarpien, une action subluxante et non un rôle stabilisateur, qu'il ne joue que lorsque le 1^{er} métacarpien est en abduction. Ceci explique la tendance à la subluxation de la trapézo-métacarpienne dans toute sa pathologie.

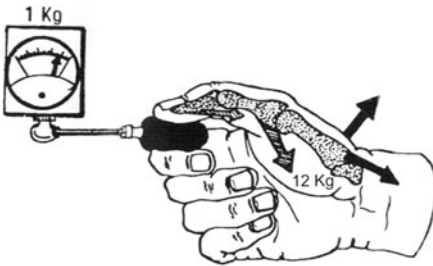


Fig. 6 : Contrainte en compression avec composante subluxante au niveau de la TM lors de toute prise pollicidigitale.

Arthrose TM et instabilité/ subluxation de la TM

L'arthrose TM est due à plusieurs facteurs, d'une part biologiques, mal connus, et d'autre part biomécaniques.

Ces derniers s'appliquent à une articulation anatomiquement instable qui travaille en compression et à tendance à la subluxation. Arthrose par surcharge articulaire et subluxation articulaire relèvent du même mécanisme. Elles sont liées, mais de façon non proportionnelle, l'articulation TM étant plus ou moins stable, son instabilité potentielle pouvant être majorée par une hyperlaxité ligamentaire ou un trapèze plus ou moins dysplasique et rétentif faisant rapprocher la rhizarthrose de la coxarthrose sur hanche dysplasique.

L'arthrose TM

La destruction des surfaces articulaires est appréciée par l'importance du pincement de l'interligne sur les radiographies. Ce pincement articulaire peut-être léger, inférieur à 50 %, dans les formes débutantes. On peut même observer au contraire au tout début un petit élargissement de l'interligne. Il est marqué, supérieur à 50 %, dans les formes plus évoluées. La disparition de l'interligne avec érosion osseuse caractérise le terme évolutif de l'arthrose TM.

Les ostéophytes de taille et de nombre variable se développent au niveau des surfaces non portantes. Ils ne sont pas proportionnellement liés au degré d'altération de l'interligne.

L'instabilité et la subluxation de la TM

L'instabilité TM peut être à l'origine de l'arthrose. Cette instabilité, ligamentai-

re chez les hyperlaxés, peut être secondaire à une dysplasie trapézienne. Elle définit un stade pré arthrosique avec douleurs occasionnelles lors de certains mouvements du pouce. A ce stade, l'interligne TM est normal et l'étude des clichés fonctionnels montre une réintégration parfaite de la base du premier métacarpien dans la selle trapézienne en antéposition.

Le premier signe d'atteinte articulaire est le signe de la réintégration imparfaite avec accrochage de la base du premier métacarpien sur le bord de la selle trapézienne [13].

Cette réintégration imparfaite est favorisée par une dysplasie trapézienne mesurée par un angle de dévers supérieur à 140° (angle formé par l'axe longitudinal du 2^e métacarpien et la ligne de la selle trapézienne).

A cet accrochage fait suite une subluxation permanente du 1^{er} métacarpien. Cette subluxation est évolutive aggravant la détérioration articulaire ; son importance et son évolution sont variables en fonction en particulier de la dysplasie trapézienne. L'augmentation progressive des contraintes externes, le développement de l'ostéophytose intermétacarpienne,

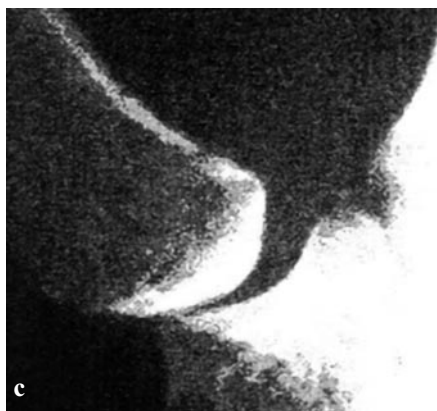


Fig. 7 a, b et c Signe de réintégration imparfaite de Kapandji : radiographies dynamiques de face.

a) Pouce en rétropulsion : subluxation externe physiologique de la base du premier métacarpien.

b) TM normale réintégration parfaite en antéposition : base du premier métacarpien dans la selle trapézienne avec glissement et concordance parfaite des surfaces articulaires.

c) Signe de la réintégration imparfaite en antéposition avec accrochage du premier métacarpien, témoin d'une arthrose débutante.



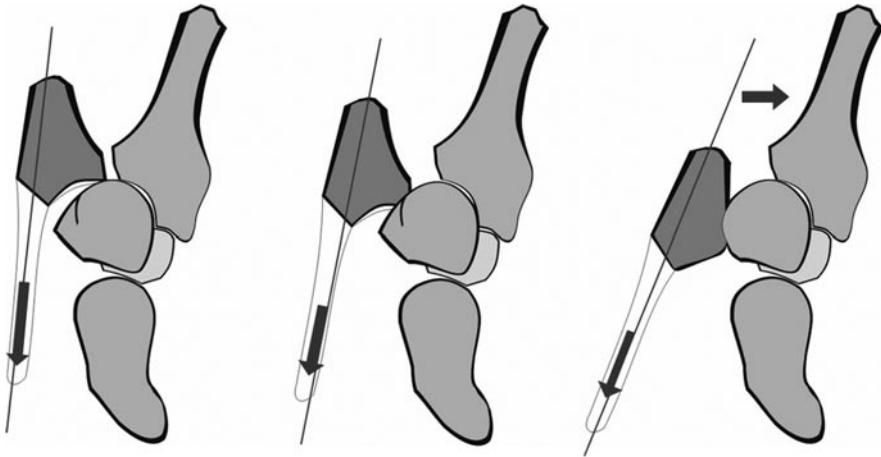


Fig. 8 : Evolution de la subluxation trapézo-métacarpien. De gauche à droite :

- Réintégration imparfaite avec accrochage (TMI 1)
 - Subluxation non réductible, inférieure à 1/3 (TMI 2) de la base du premier métacarpien.
 - Subluxation supérieure à 1/3 de la surface articulaire du premier métacarpien (TMI 3).
- Noter l'action adductrice paradoxale de l'APL et la fermeture de la première commissure.

l'usure du cartilage, explique parfaitement l'aggravation progressive de cette subluxation que l'on peut comparer dans une certaine mesure à la coxarthrose sur subluxation. La subluxation peut être évaluée par rapport à la surface articulaire de la base du premier métacarpien : subluxation inférieure au 1/3 de la surface articulaire/subluxation supérieure au 1/3 de la surface articulaire.

Trois éléments sont à considérer dans l'évaluation anatomo-radiologique de la rhizarthrose

Trois éléments sont à considérer dans l'évolution anatomo-radiologique d'un rhizarthrose.

- L'interligne articulaire TM
- L'instabilité/subluxation de la TM
- L'état de la STT

L'interligne articulaire TM

Son altération est le témoin de la dégénérescence arthrosique de l'articulation TM. Il peut être normal correspondant au stade pré-arthrosique d'une TM instable et douloureuse. On peut observer un pincement débutant inférieur à 50 % de son épaisseur avec sclérose sous-chondrale. Le pincement est marqué (supérieur à 50 %) dans les formes plus évoluées. A terme on note une disparition de l'interligne articulaire avec érosion osseuse. On peut ainsi définir 4 stades évolutifs de la détérioration arthrosique de l'articulation TM.

TMA 0 Absence de pincement articulaire (articulation douloureuse et instable)

TMA 1 Pincement débutant inférieur à 50 %

- TMA 2** Pincement marqué supérieur à 50 %
TMA 3 Disparition de l'interligne, érosions osseuses

- TMI 2** subluxation non réductible - inférieure à 1/3 de la surface articulaire de la base de la M1.
TMI 3 subluxation supérieure à 1/3 de la surface articulaire de la base de la M1.

L'instabilité/subluxation de la TM

L'instabilité et la subluxation de la TM initialement primitives et secondaires à une hyperlaxité ligamentaire et/ou à une dysplasie trapézienne sont ensuite secondaires au processus dégénératif osseux et ligamentaire et d'aggravation progressive. Allant de pair avec la destruction arthrosique de l'interligne articulaire elles doivent cependant être évaluées séparément chacun de ces deux éléments pouvant être d'intensité variable selon la forme anatomique de la rhizarthrose. On peut décrire 4 degrés dans cette instabilité/subluxation de la TM :

- TMI 0** subluxation réductible – articulation douloureuse et instable
TMI 1 subluxation réductible mais avec réintégration imparfaite

L'état de la STT

L'interligne articulaire de la STT est parfois difficile à juger sur les radiographies. Ceci a conduit certains auteurs à le vérifier per-opératoirement lors du traitement chirurgical de la rhizarthrose. On distingue 4 degrés de gravité croissante dans son altération [14].

- STT 0** Rhizarthrose avec interligne radiologique normal mais atteinte anatomique.
STT 1 Altération anatomique ou diminution inférieure ou égale à la moitié de l'interligne articulaire sur les radiographies
STT 2 Interligne à peine visible
STT 3 Présence d'érosion, sclérose et irrégularités

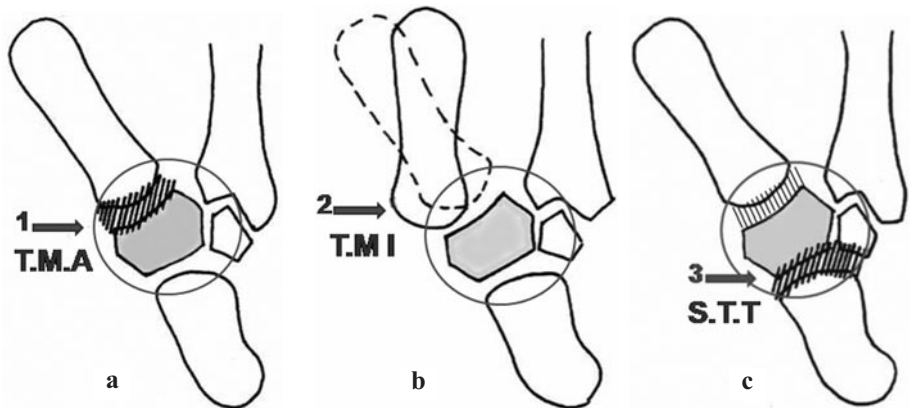


Fig. 9 a, b et c : Les trois éléments à considérer dans l'évaluation anatomo-radiologique d'un rhizarthrose.

Les définitions des stades STT 1, STT 2 et STT 3 correspondent à celles préconisées par Crosby [15] pour l'arthropathie STT isolée.

Classification des formes anatomoradiologiques de la rhizarthrose

Les classifications généralement utilisées dans la rhizarthrose sont celles de Dell [16] et de Eaton et Littler [17].

Il s'agit de classifications établies en fonction des stades évolutifs. Ces deux classifications, quoiqu'incontournables

dans la littérature sont critiquables "chacune des deux classifications prend en compte les lésions associées d'une des deux autres articulations de la colonne du pouce. Mais aucune des deux classifications ne prend en compte l'état de chacune des deux autres articulations" [18].

La classification de Dell intègre dans son stade III l'hyperextension de la métacarpo-phalangienne mais n'envisage pas l'état de la STT. Celle de Eaton et Littler, au contraire, intègre l'arthrose STT dans son stade IV mais n'envisage pas l'état de la métacarpo-phalangienne. Par ailleurs, ces classifications évolutives ne tiennent pas compte de l'hétérogénéité

Classification de Dell

| | |
|------------------|--|
| Stade I | Pincement articulaire ou sclérose sous-chondrale mais sans subluxation ni ostéophyte. Douleur à l'effort. |
| Stade II | Aux lésions précédentes s'ajoute un petit ostéophyte au bord ulnaire de la surface articulaire distale du trapèze et une subluxation inférieure au tiers de la surface articulaire. Cliniquement la subluxation est réductible. |
| Stade III | L'ostéophyte est plus gros. La subluxation est égale au tiers de la surface articulaire et la réduction est impossible. "Certains patients" ont une déformation en adduction du premier métacarpien et une hyperextension secondaire métacarpo-phalangienne. |
| Stade IV | Disparition total de l'interligne articulaire. L'articulation est totalement raide. La douleur est relativement réduite. |

Classification de Eaton et Littler

| | |
|------------------|---|
| Stade I | Petit élargissement de l'interligne par épanchement ou laxité. |
| Stade II | Léger pincement articulaire. Sclérose sous-chondrale. Les ostéophytes ou les corps étrangers ne dépassent pas 2 mm de diamètre. |
| Stade III | Pincement articulaire marqué avec subluxation et ostéophytes ou corps étrangers d'un diamètre excédant 2 mm. Pas de lésions scapho-trapézo-trapézoïdiennes. |
| Stade IV | Atteinte scapho-trapézo-trapézoïdienne. |

évolutive des formes différentes de la rhizarthrose. Le stade IV de Eaton défini par l'atteinte de la STT ne peut s'appliquer qu'aux formes comportant une atteinte associée de la TM et de la STT. La STT n'est, en fait, arthrosique que dans 50 % environ des cas de rhizarthrose évoluée.

L'atteinte de la STT est inconstante – rhizarthrose avec et sans doivent être différenciées. Au niveau de la TM l'atteinte arthrosique articulaire et la subluxation de l'articulation vont de pair, mais leur importance n'est pas proportionnelle.



Fig. 10 a et b : TMA 1, TMI 2
Arthrose TM isolée débutante

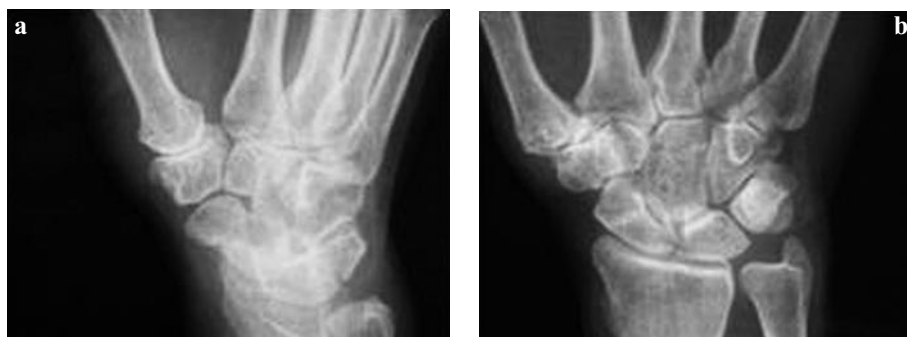


Fig. 11 a et b : TMA 2, TMI 2
Arthrose TM isolée



Fig. 12 a et b : TMA 2, TMI 2, STT 2
Arthrose TM associée à une arthrose STT



Fig. 13 a et b : TMA 3, TMI 3, STT 2
Arthrose TM associée à une arthrose STT



Fig. 14 a et b : Arthrose TM avec dysplasie trapézienne associée à une arthrose STT – subluxation de la TM avec hyperextension de la MP et fermeture de la première commissure.

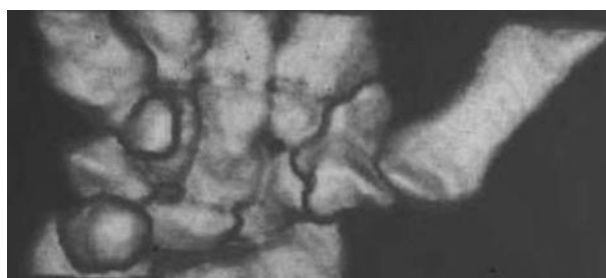


Fig. 14 c :
Dysplasie trapézienne

Rhizarthrose et colonne du pouce

La subluxation du premier métacarpien dans les formes anatomo-radiologiques TMI 2, TMI 3 s'accompagne d'une adduction avec fermeture du premier espace interosseux. Cette fermeture commissurale, au début seulement antalgique, est très vite fixée par rétraction musculo-aponévrotique et tégumentaire. La métacarpo-phalangienne pour compenser le manque d'ouverture de la pince pollicidigitale se distend. L'hyperlaxité palmaire

et interne aboutit progressivement à une subluxation dorsale et externe de la métacarpo-phalangienne. Le déséquilibre des haubans tendino-musculaires entraîne secondairement, outre l'hyperextension de la métacarpo-phalangienne, une légère flexion de la dernière phalange, réalisant une déformation en "col-de-cygne". Ainsi, il est constitué le "pouce en Z" décrit par Marie et Léri en 1912. Il faut noter que, dès l'apparition de l'hyperextension de la métacarpo-phalangienne, s'installe un véritable cercle vicieux. Toute prise pollicidigitale aggra-

ve cette subluxation dorsale mais aussi l'adduction du premier métacarpien. Le rétablissement d'une bonne ouverture commissurale ne pourra être possible et durable que si l'hyperextension de la métacarpo-phalangienne est corrigée.

L'hyperextension de la métacarpo-phalangienne et la rétraction secondaire de la première commissure, d'aggravation progressive, doivent être prévenues et traitées dès que possible. Leur correction est primordiale et doit être prise en compte dans le traitement de la rhizarthrose. Conséquences d'aval des formes subluxées de la trapézo-métacarpien (TMI 2 et TMI 3 associés ou non à une atteinte de la STT) on peut les rapprocher du genu valgum et de la rétraction des adducteurs en aval d'une arthrose sur subluxation/luxation appuyée de la hanche. Ces complications au niveau de la métacarpo-phalangienne et de la première commissure ne sont pas propres à tous les types de rhizarthrose et il est illogique de les intégrer dans une classification commune à toutes les formes de la rhizarthrose péri-trapézienne, qui sont plus ou moins centrées.

Formes anatomo-radiologiques et modalités chirurgicales : trapézectomies, implants et prothèses

Rappelons qu'en aucun cas c'est l'aspect radiographique qui doit faire poser l'indication chirurgicale qui repose avant tout sur la clinique : douleurs, trouble fonctionnel, déformation gênante, âge, profession...

La classification anatomo-radiologique proposée a pour but de différencier les différentes formes de la rhizarthrose afin de permettre une étude prospective d'évaluation des résultats. En effet, les auteurs rapportent en général les résultats d'une même technique appliquée à tous les cas, quelle que soit leur forme anatomique, ne permettant pas de préciser ses indications et de répondre aux questions suivantes parmi tant d'autres :

- Lorsque la rhizarthrose présente une atteinte TM et STT associées, faut-il forcément réaliser une trapézectomie seule ou suivi d'un implant ou est-ce qu'une prothèse trapézo-métacarpien isolée suffit ?

Dans quelle forme anatomo-radiologique (STT 1, STT 2, STT 3) ?

- Lorsque l'arthrose TM s'accompagne d'une instabilité/subluxation (TMI 2, TMI 3) faut-il modifier et comment la technique de pose d'un implant ou d'une prothèse partielle de resurfaçage ou d'une prothèse totale TM ? Faut-il y associer une plastie ligamentaire stabilisatrice ou une ostéotomie du trapèze ou les deux [19] ? Dans quelles formes de rhizarthrose ?
- A quelles formes (TMA 0, TMA 1, TMI 0, TMI 1) s'adressent la chirurgie conservatrice - ligamentoplasties, ostéotomies du premier métacarpien et du trapèze ? Quels sont, en fonction des formes anatomo-radiologiques, les résultats à distance ?
- La trapézectomie s'accompagne-t-elle à long terme d'un collapsus carpien [20] et dans quelle forme anatomo-clinique de rhizarthrose (uniquement lorsqu'il existe une atteinte STT et à quel stade) ?

Bien entendu les modalités chirurgicales ne dépendent pas que de formes anatomo-radiologiques. Les choix et l'expérience du chirurgien, les complications propres aux différents implants et prothèses, le risque de reprise chirurgicale, le confort et la rapidité des suites opératoires, la qualité des résultats à distance (l'augmentation actuelle de la durée de vie impose un long recul dans l'évaluation des résultats) sont

des facteurs déterminants. Le choix de l'indication des différentes modalités chirurgicales apparaît actuellement impossible au vu de la littérature, vue l'extrême confusion qui règne à ce niveau. Seule une étude prospective de nombreux cas similaires sur le plan anatomo-radiologique et évalués avec un recul suffisant permettra, à l'avenir, dans le cadre d'une méta-analyse, de le préciser.

Références

- [1] FORESTIER J. 1937. L'ostéoarthritis sèche trapézo-métacarpienne (Rhizarthrose du pouce). *Presse Méd* 315-7.
- [2] SWANSON A. 1972 Disabling Arthritis at the base of the Thumb : Treatment by Resection of the Trapezium and Flexible Implant Arthroplasty. *J. Bone Joint Surg.* 54A : 456-471.
- [3] ALLIEU Y. 1983. Les lésions arthrosiques pérित्रапéziennes. *Ann Chir. Main*, 2 : 73-92.
- [4] KESSLER I. 1973. Silicone Arthroplasty of the Trapezio-Metacarpal Joint. *J. Bone Joint Surg.*, 55B : 285-291.
- [5] HAFFAJEE D. 1977 Endoprosthesis replacement of the trapezium for arthrosis in the carpometacarpal Joint of the Thumb. *J. Hand Surg.* 2 : 141-148.
- [6] STARK H., MOORE J. et al. 1977 Fusion of the first Metacarpotrapezium joint for Degenerative Arthritis. *J Bone Joint Surg.*, 59A : 22-26.
- [7] DICKSON R., MORRISON J. 1979. The pattern of joint involvement in hands with arthritis at the base of the Thumb. *Hand*, 11 : 249-255.
- [8] NORTH E. EATON R. 1983. Degenerative joint Disease of the trapezium: A Comparative Radiographic and Anatomic study. *J. Hand Surg.*, 8 : 160-167.
- [9] KAPANDJI AI, MOATTI E, RAAB C. 1980. La radiographie spécifique de l'articulation trapézométacarpienne. Sa technique, son intérêt. *Annales de chirurgie.* 34: 719-26.
- [10] NORTH E. 1990. Atteinte articulaire du trapèze : Implication pour le traitement. In : La Rhizarthrose. *Monographies du groupe d'Etude de la Main ; Saffar Ph. Edit.* 61-68.
- [11] KAPANDJI A. 1990. Biomécanique des articulations trapézo-métacarpienne et scapho-métacarpienne. In : Saffar Ph. La Rhizarthrose. *Monographies du groupe d'Etude de la Main ; 61-68.*
- [12] COONEY W.P., CHAO E.Y. 1977. Biomechanical analysis of static forces in the thumb during hand flexion. *J. Bone Joint Surg.* 59(A) : 36-127.
- [13] KAPANDJI AI, HEIM U. 2002. L'ostéotomie de réorientation de la selle trapézienne. *Chir Main* 21 : 124-133.
- [14] MENON J. 1995. Partial trapeziectomy and interpositional arthroplasty for trapeziometacarpal osteoarthritis of the thumb. *J. Hand Surg. [Br]* 20(5): 700-706.
- [15] CROSBY BE, LINSCHIED RL, DOBYNS JH. 1978. Scaphotrapezium trapezoidal arthrosis. *J Hand Surg* 3 : 223-34.
- [16] DELL PC, BRUSHART TM, SMITH RJ. 1978. Treatment of trapeziometacarpal arthritis: results of resection arthroplasty. *J Hand Surg* 3 : 243-9.
- [17] EATON RG, LITTLER JW. 1973. Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint. *J Bone Joint Surg* 55 A : 1655-1666.

[18] COMTET J.J., GAZARIAN A., FOCKENS W. 2001. Définition et classification des rhizarthroses. Etude critique et propositions. Conséquences thérapeutiques. *Chirurgie de la Main* 20 : 5-10.

[19] GOUBAU J.F., KERCKHOVE D., BERGHS B. 2007. Addition – subtraction osteotomy combi-

ned with ligamentous reconstruction for symptomatic trapezial dysplasia with instability. *Chirurgie de la Main* 26: 26-30.

[20] YUAN BJ, MORAN SL, TAY SHIAN CHAO, BERGER RA. 2009. Trapeziectomy and carpal Collapse. *J. Hand Surg [Am]* 34A 219-227.