

Affections ostéo-articulaires des membres supérieurs dues aux vibrations

Histo-anatomie et physiopathologie

F.X. LEY (*)

Les affections ostéo-articulaires des membres supérieurs, dues aux vibrations, procèdent de deux mécanismes physiopathologiques.

• **Un mécanisme vasculaire artéritique**, aggravé par l'anatomie vasculaire précaire du semi-lunaire, qui, dans 30 % des cas, se présente comme ayant une vascularisation de type terminal. Ce mécanisme aboutit à une nécrose puis à une fibrose cicatricielle de cet os. Le scaphoïde quant à lui possède une riche vascularisation anastomotique interne et externe; cela explique la relative rareté de la maladie de KOHLER qui serait plutôt liée à la traumatologie de cet os.

• **Un mécanisme lié à l'histo-anatomie fonctionnelle** : les tissus de soutien (os, cartilage, muscles, ligaments...), dérivés du mésenchyme primitif, conservent, lors de leur évolution, leur parenté ainsi que leurs potentialités structurales, dès lors que leurs conditions d'utilisation se modifient sous l'effet des forces de pression, de traction ou de glissement. L'ostéophytose péri-articulaire décrite dans les lésions du coude attribuées aux vibrations procède d'une transformation cartilagineuse des fibrocytes des ligaments, des tendons ou de la capsule articulaire qui, au point de convergence des forces générées par les vibrations, laissent apparaître une ossification desmale.

1. LE CONTEXTE DE LA MALADIE PROFESSIONNELLE

Dans le concert européen et international des publications traitant des affections professionnelles, le tableau français n° 69 des maladies professionnelles du régime général de la Sécurité sociale, du 17 septembre 1982, fait figure de soliste (ainsi que son homologue, le tableau n° 29 du régime agricole). En effet, jusqu'à récemment, peu de publications dignes de la justification et de la rigueur

scientifiques pouvaient se permettre de lier les affections ostéo-articulaires à l'emploi des machines portatives vibrantes [5]. La majorité des publications internationales traite à l'envi du syndrome des doigts blancs (ou syndrome de RAYNAUD) et passe quasiment sous silence les lésions ostéo-articulaires, dont l'existence est connue de longue date en France, puisque la création du tableau n° 35 (Affections ostéo-articulaires professionnelles provoquées par l'emploi des marteaux pneumatiques et engins similaires) date du 13 septembre 1955; celui-ci a ensuite été modifié successivement en 1972 et en 1976, année où fut introduit le tableau n° 48 (troubles angio-neurologiques). Enfin les tableaux n° 35 et n° 48 ont été abrogés le 19 juillet 1980, date à laquelle ils ont été regroupés, l'ensemble de la pathologie due aux vibrations faisant l'objet du seul tableau n° 69, lui-même remanié le 17 septembre 1982.

La discussion étiologique des mécanismes physiopathologiques déterminant ces troubles n'est pas terminée; de nombreuses études effectuées en France [1, 4, 8] et à l'étranger [7, 12] apportent des arguments contradictoires et, pour certains auteurs [1, 12], la négation de l'origine vibratoire des lésions du poignet, lui préférant l'hypothèse traumatique méconnue.

Nous avons essayé de reprendre le problème, non dans la prospective étiologique, mais par l'étude histo-anatomique fondamentale nécessaire, avant toute discussion, à la compréhension de la clinique et de la radiologie.

2. HISTO-ANATOMIE ET PHYSIOPATHOLOGIE DES AFFECTIONS OSTEO-ARTICULAIRES DU POIGNET

2.1. Anatomie vasculaire des os du carpe (1)

Si l'anatomie vasculaire du poignet est bien connue et systématisée dans ses grandes lignes par les traités d'anatomie normale, seuls les travaux récents de l'équipe de TUBIANA [23] et de GUERIN-SURVILLE [10] apportent la nouveauté nécessaire à cette discipline descriptive

(*) Médecin du travail, Mines de potasse d'Alsace, 68850 Staffelfelden.

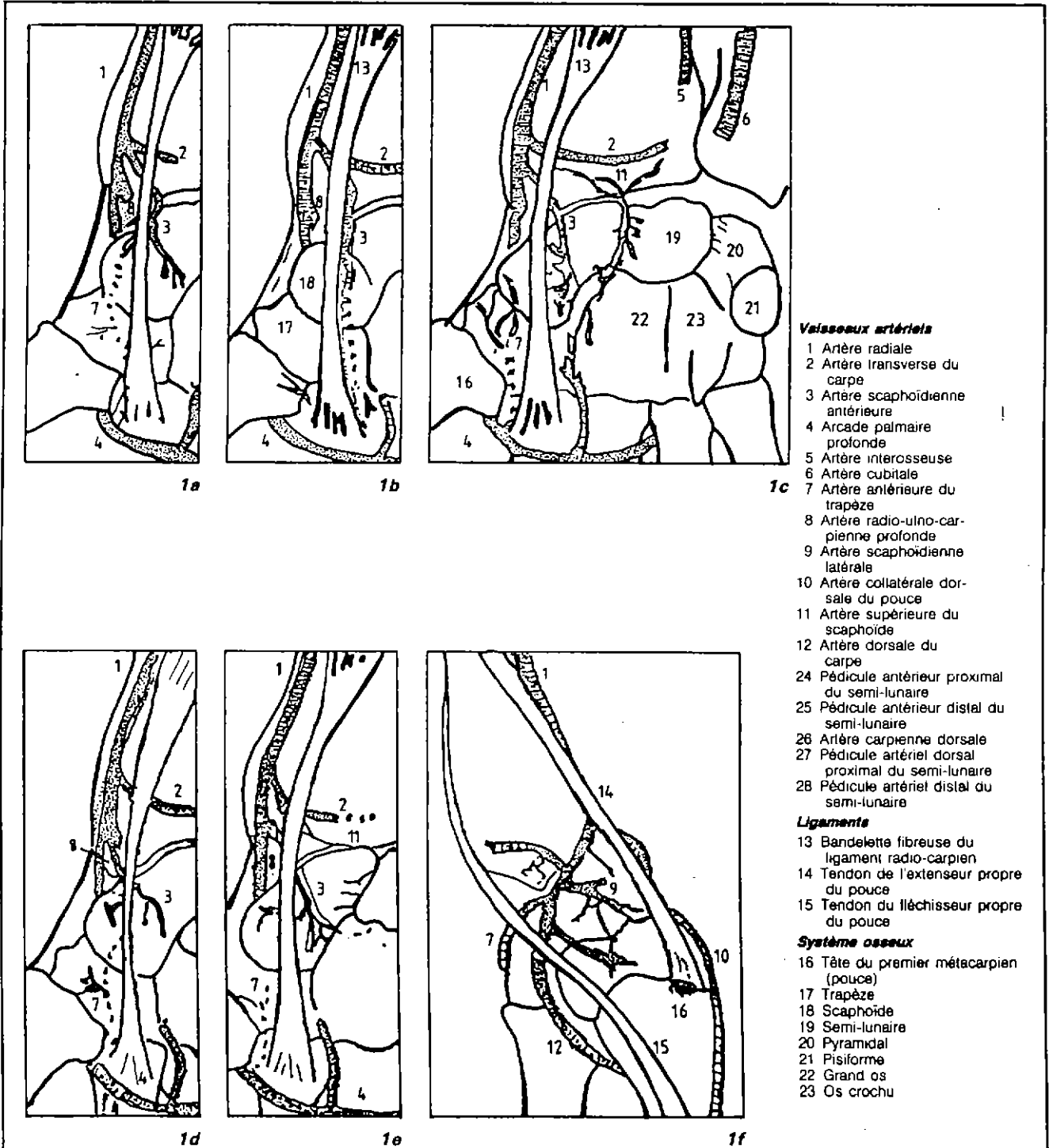
(1) Les chiffres entre parenthèses renvoient aux numéros apparaissant dans les figures 1 à 4 et à leurs légendes.

qu'est l'anatomie. Ces travaux permettent de séparer l'habituel (70 % des cas) du particulier (30 % des cas) de la disposition vasculaire du poignet.

Le **scaphoïde** est un os bien vascularisé par deux pédicules constants naissant de l'artère radiale : un pédicule latéral et un pédicule antérieur. Dans 30 % des cas existent également des pédicules distaux supplémentaires. La figure 1 montre les variations anastomotiques pauvres (b, d) ou riches (c, e) de l'artère scaphoïdienne antérieure (3) ainsi que les rapports étroits de cette artère avec les ligaments du carpe (13).

Divers cas peuvent être décrits :

- l'artère scaphoïdienne antérieure naît de l'artère transverse du carpe (2) (fig. 1a et 1b) ou de l'artère radiale (1) (fig. 1c) ou encore de l'artère radio-ulno-carpienne profonde (8) (fig. 1d et 1e);
- le scaphoïde peut également être vascularisé pour son tubercule par une branche de l'artère antérieure du trapèze (7) (fig. 1d);
- l'artère supérieure du scaphoïde (11) naît de l'artère transverse du carpe et donne une anastomose vers la corne antérieure du semi-lunaire (fig. 1e).



Vaisseaux artériels

- 1 Artère radiale
- 2 Artère transverse du carpe
- 3 Artère scaphoïdienne antérieure
- 4 Arcade palmaire profonde
- 5 Artère interosseuse
- 6 Artère cubitale
- 7 Artère antérieure du trapèze
- 8 Artère radio-ulno-carpienne profonde
- 9 Artère scaphoïdienne latérale
- 10 Artère collatérale dorsale du pouce
- 11 Artère supérieure du scaphoïde
- 12 Artère dorsale du carpe
- 24 Pédicule antérieur proximal du semi-lunaire
- 25 Pédicule antérieur distal du semi-lunaire
- 26 Artère carpienne dorsale
- 27 Pédicule artériel dorsal proximal du semi-lunaire
- 28 Pédicule artériel distal du semi-lunaire

Ligaments

- 13 Bandalette fibreuse du ligament radio-carpien
- 14 Tendon de l'extenseur propre du pouce
- 15 Tendon du fléchisseur propre du pouce

Système osseux

- 16 Tête du premier métacarpien (pouce)
- 17 Trapèze
- 18 Scaphoïde
- 19 Semi-lunaire
- 20 Pyramidal
- 21 Pisiforme
- 22 Grand os
- 23 Os crochu

Fig. 1. Vascularisation du scaphoïde, face palmaire (a, b, c, d et e) et vue latérale (f)

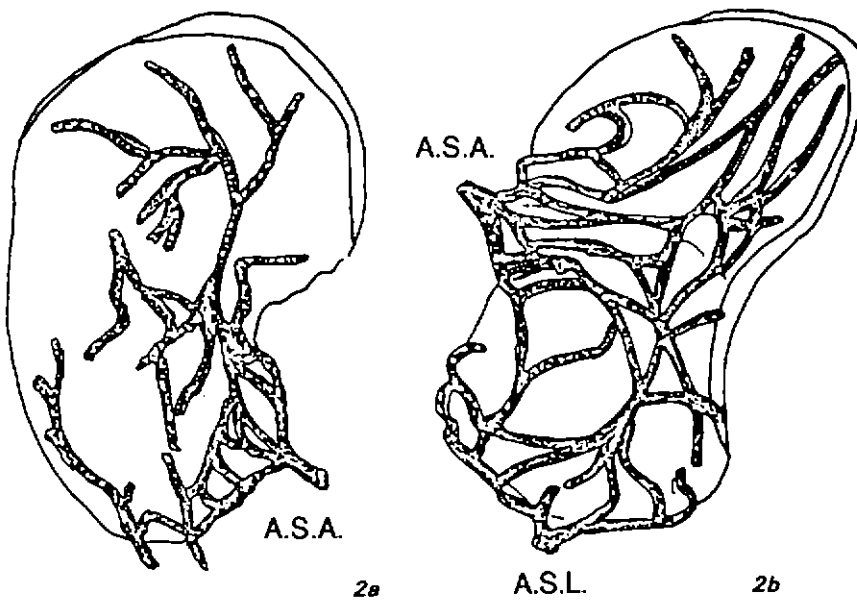


Fig. 2. Système artériel intrinsèque du scaphoïde

a : coupe sagittale
 b : coupe oblique suivant le plus grand axe
 A.S.A. : artère scaphoïdienne antérieure (3)
 A.S.L. : artère scaphoïdienne latérale (9)

L'artère scaphoïdienne antérieure pénètre le scaphoïde par le hile et s'anastomose avec des branches capsulaires et ligamentaires (fig. 2). L'artère scaphoïdienne latérale pénètre l'os à l'extérieur du hile et s'anastomose avec les branches de l'artère scaphoïdienne antérieure.

En règle générale, le scaphoïde est un os bien vascularisé bénéficiant de nombreuses anastomoses internes et externes.

Le **semi-lunaire** n'a de vascularisation complète que dans 60 % des cas; cette vascularisation comporte :

- un pédicule palmaire proximal,
- un pédicule dorsal distal.

Ces pédicules suivent et pénètrent les ligaments palmaires et dorsaux du carpe. Dans 40 % des cas, la vascularisation du semi-lunaire comporte des pédicules atypiques et plus rares. Toutes les situations sont possibles, depuis l'absence complète de vaisseaux semi-lunaires jusqu'à plusieurs artères perforantes. Les figures 3 à 5 montrent les diverses variétés d'anastomoses possibles entre l'artère interosseuse et l'arcade palmaire dorsale, mais également l'absence complète de l'arcade palmaire dorsale et de pédicules du semi-lunaire [10].

La vascularisation de l'os semi-lunaire est complexe et inconstante, partant soit d'une anastomose entre l'artère radiale (1) et l'arcade palmaire (4) (fig. 3a), soit d'une anastomose entre l'artère interosseuse (5) et l'arcade palmaire, sans apport radial ou cubital (fig. 3b), soit d'une anastomose cubito (6) palmaire profonde (4) (fig. 3c), soit encore d'un réseau vasculaire issu des 3 artères de l'avant-bras : radiale (1), interosseuse (5) et cubitale (6) formant le pédicule antérieur proximal (24) et s'anastomosant avec l'arcade (4) par le pédicule distal de l'os lunaire (25) (fig. 3d). Il est des cas où l'os semi-lunaire ne reçoit aucun apport vasculaire sur sa face palmaire (fig. 3e).

Pour la face dorsale du semi-lunaire, 4 schémas de vascularisation sont possibles :

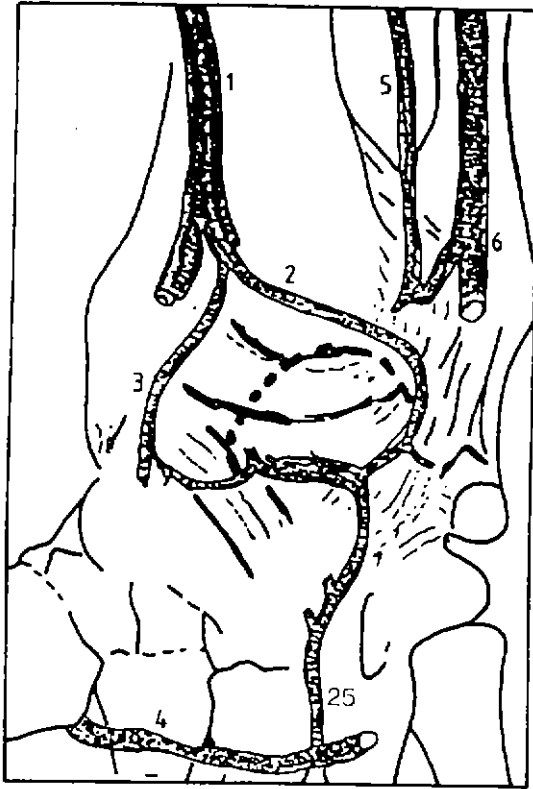
- branches semi-lunaires dorsales issues d'anastomoses entre l'artère interosseuse (5) et l'artère carpienne dorsale (26), il s'agit là du schéma vasculaire le plus complet (fig. 4a);
- branches semi-lunaires dorsales issues d'anastomoses entre l'interosseuse (5), une artère carpienne dorsale (26) incomplète, sans apport cubital (fig. 4b);
- branches semi-lunaires issues de l'interosseuse (5) exclusivement (fig. 4c);
- branches semi-lunaires dorsales issues exclusivement de l'artère carpienne dorsale (26) incomplète (fig. 4d).

La figure 4e montre que l'os semi-lunaire peut ne recevoir aucun apport vasculaire dorsal.

La vascularisation intra-osseuse (fig. 5) comporte des anastomoses entre les troncs antérieurs et postérieurs; dans ce cas, ils constituent une « garantie multirisque » lorsqu'ils sont tous présents, mais cette disposition complète est rare. La déchirure traumatique des ligaments antérieurs par hyperextension du poignet provoque également une rupture des artères et, s'il n'y a pas de pédicules dorsaux, la nécrose est inévitable; il en est de même dans le cas d'une compression, de spasmes prolongés ou d'une artérite distale. La richesse vasculaire du scaphoïde, malgré la lésion du pédicule antérieur, explique ainsi la rareté relative de sa nécrose par rapport à la fréquence de la maladie de KIENBOCK.

2.2. Histologie vasculaire de la main

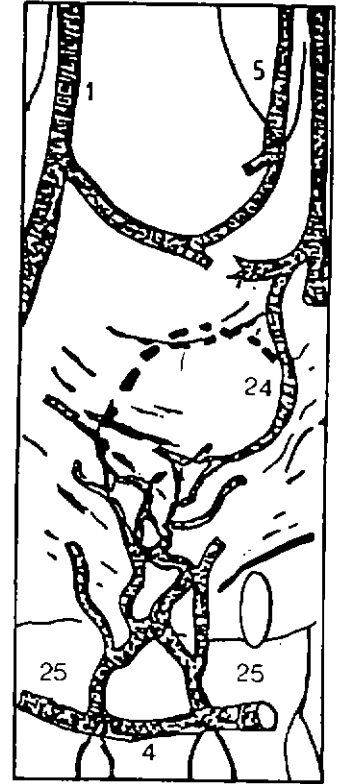
Les vaisseaux des extrémités sont dotés d'une couche musculaire lisse épaisse et très développée; le rapport paroi/lumière des artères distales est de 2/1; d'autres part, ces vaisseaux à musculature épaisse sont plus volontiers le siège d'une constriction par augmentation du tonus vaso-moteur. Ces caractéristiques expliquent la prédisposition aux troubles nourriciers de certains os à vascularisation précaire.



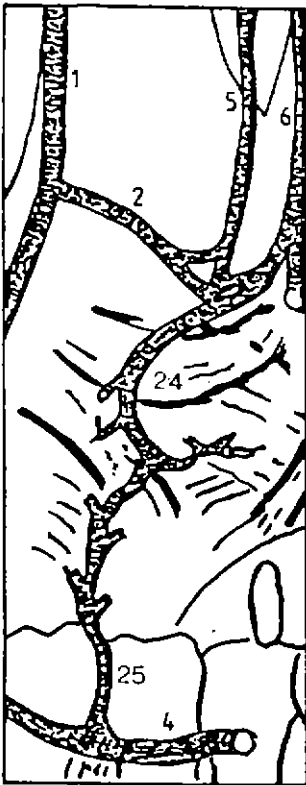
3a



3b



3c



3d



3e

Vaisseaux artériels

- 1 Artere radiale
- 2 Artere transverse du carpe
- 3 Artere scaphoïdienne antérieure
- 4 Arcade palmaire profonde
- 5 Artere interosseuse
- 6 Artere cubitale
- 7 Artere antérieure du trapèze
- 8 Artere radio-ulno-carpienne profonde
- 9 Artere scaphoïdienne latérale
- 10 Artere collaterale dorsale du pouce
- 11 Artere supérieure du scaphoïde
- 12 Artere dorsale du carpe
- 24 Pédicule antérieur proximal du semi-lunaire
- 25 Pédicule antérieur distal du semi-lunaire
- 26 Artere carpienne dorsale
- 27 Pédicule artériel dorsal proximal du semi-lunaire
- 28 Pédicule artériel distal du semi-lunaire

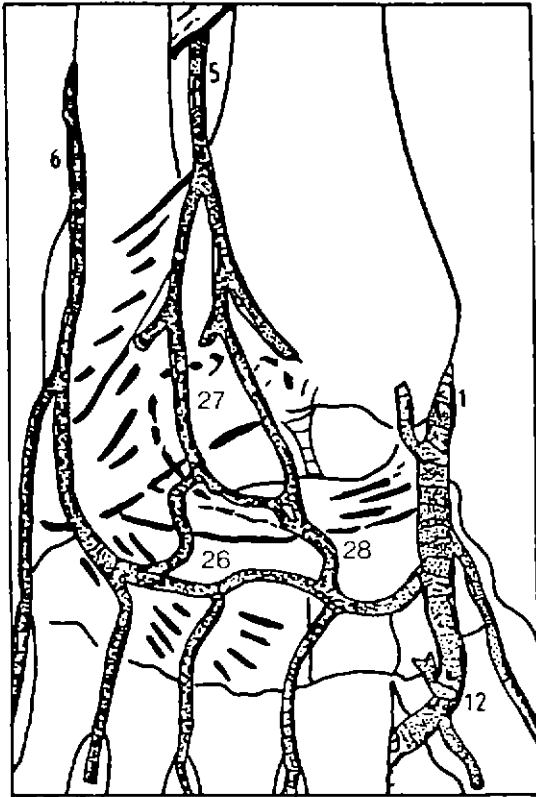
Ligaments

- 13 Bandelette fibreuse du ligament radio-carpien
- 14 Tendon de l'extenseur propre du pouce
- 15 Tendon du fléchisseur propre du pouce

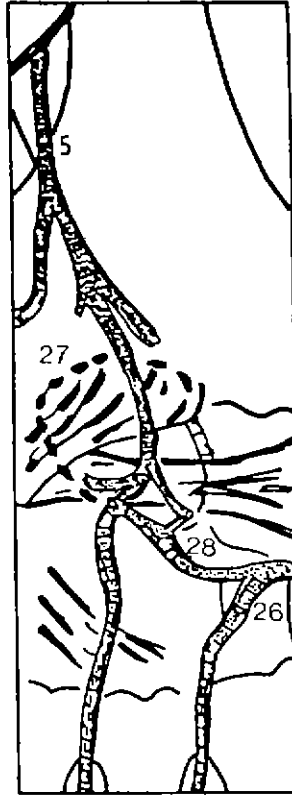
Système osseux

- 16 Tête du premier métacarpien (pouce)
- 17 Trapèze
- 18 Scaphoïde
- 19 Semi-lunaire
- 20 Pyramidal
- 21 Pisiforme
- 22 Grand os
- 23 Os crochu

Fig. 3. Vascularisation de l'os semi-lunaire (en pointillé), face palmaire



4a



4b



4c



4d



4e

Vaisseaux artériels

- 1 Artère radiale
- 2 Artère transverse du carpe
- 3 Artère scaphoïdienne antérieure
- 4 Arcade palmaire profonde
- 5 Artère interosseuse
- 6 Artère cubitale
- 7 Artère antérieure du trapèze
- 8 Artère radio-ulno-carpienne profonde
- 9 Artère scaphoïdienne latérale
- 10 Artère collatérale dorsale du pouce
- 11 Artère supérieure du scaphoïde
- 12 Artère dorsale du carpe
- 24 Pédicule artériel proximal du semi-lunaire
- 25 Pédicule artériel distal du semi-lunaire
- 26 Artère carpienne dorsale
- 27 Pédicule artériel dorsal proximal du semi-lunaire
- 28 Pédicule artériel distal du semi-lunaire

Ligaments

- 13 Bandelette fibreuse du ligament radio-carpien
- 14 Tendon de l'extenseur propre du pouce
- 15 Tendon du fléchisseur propre du pouce

Système osseux

- 16 Tête du premier métacarpien (pouce)
- 17 Trapèze
- 18 Scaphoïde
- 19 Semi-lunaire
- 20 Pyramidal
- 21 Pisiforme
- 22 Grand os
- 23 Os crochu

Fig. 4. Vascularisation de l'os semi-lunaire (en pointillé), face dorsale

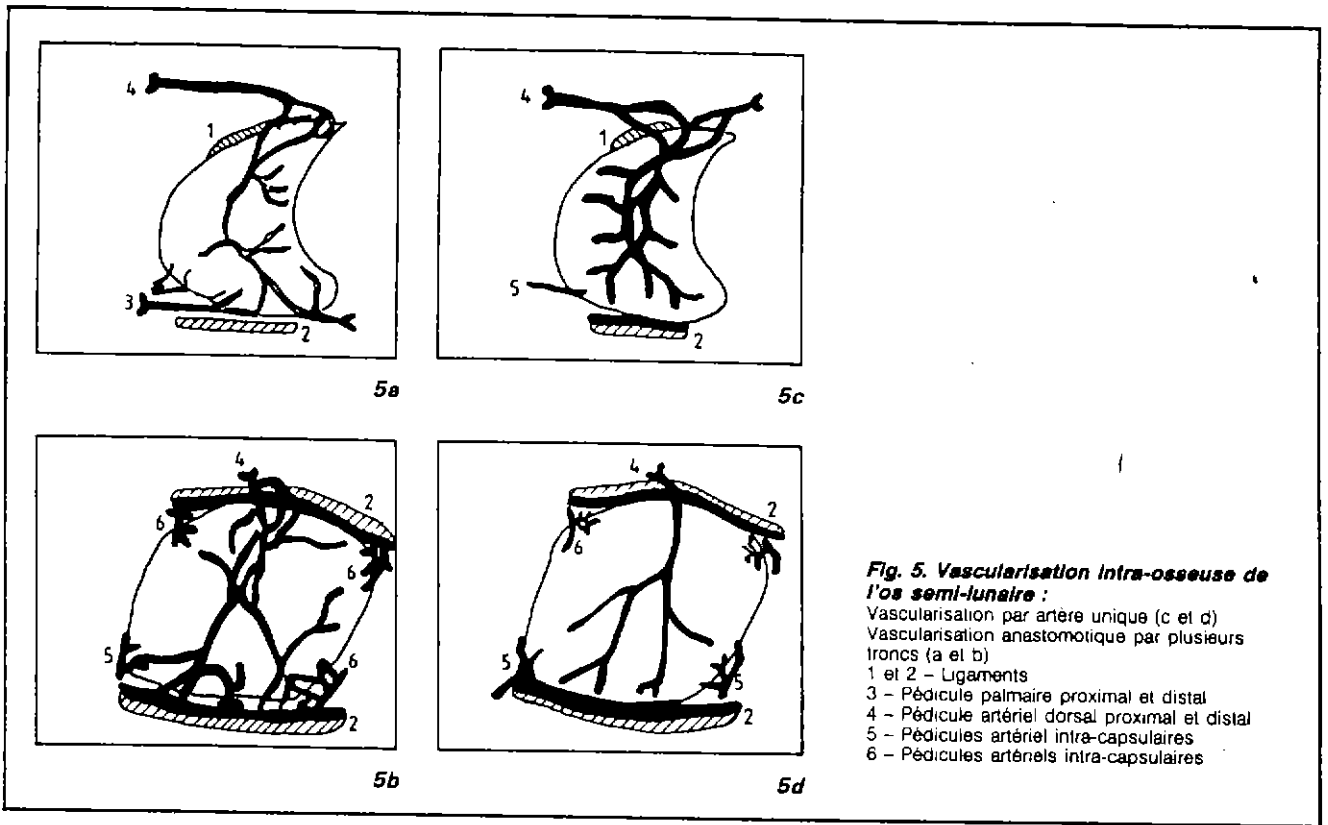


Fig. 5. Vascularisation intra-osseuse de l'os semi-lunaire :

Vascularisation par artère unique (c et d)
 Vascularisation anastomotique par plusieurs troncs (a et b)
 1 et 2 - Ligaments
 3 - Pédicule palmaire proximal et distal
 4 - Pédicule artériel dorsal proximal et distal
 5 - Pédicules artériel intra-capsulaires
 6 - Pédicules artériels intra-capsulaires

2.3. Physiopathologie et discussion

La maladie du scaphoïde ou du semi-lunaire est liée à une insuffisance de minéralisation du tissu préosseux ou ostéoïde. Cette ostéopathie raréfiante est la conséquence d'une anomalie qualitative de l'os sur trame protéique normale. La structure de l'os se transforme, des géodes se forment, des fractures incomplètes apparaissent, semblables aux fractures de contrainte par insuffisance osseuse, telles celles constatées en pathologie du sport et également décrites par les médecins militaires.

Il s'agit bien de lésions du type nutritionnel de mécanisme vasculaire, identiques aux lésions observées lors des algodystrophies ou encore aux lésions post-traumatiques par arrachement des pédicules vasculaires. Les rares vérifications nécropsiques ont permis de décrire ces fibroses osseuses séquellaires des lésions artérielles. De nombreux facteurs se conjuguent, ils ont été largement décrits par tous les auteurs :

- les lésions d'artérite induites par les vibrations,
- les spasmes vasculaires prolongés induits par les vibrations plus ou moins associées au froid,
- la position en hyperextension prolongée et forcée, fréquemment observée lors de la tenue des outils à main,
- l'histologie et la physiologie particulières des vaisseaux périphériques,
- les traumatismes répétés ou ignorés,
- le statut anatomique vasculaire, rarement complet de l'os lunaire, plus souvent anastomotique par contre pour le scaphoïde.

Tous ces éléments aboutissent à une réduction du flux sanguin nourricier de l'os, puis à une modification qualitative de sa structure, voire à sa nécrose, telle celle constatée et individualisée par les deux entités nosologiques de KIENBOCK et de KOHLER.

3. HISTOPATHOLOGIE DES AFFECTIONS OSTEO-ARTICULAIRES DU COUDE : UN SURMENAGE PERIARTICULAIRE?

Cette affection encore contestée par certains auteurs [12] fut souvent mal décrite et attribuée à tort à une arthrose classique d'usage. Certains travaux allemands confirmaient également la fréquence non négligeable de ces lésions décrites essentiellement par les auteurs français et insistaient sur l'importante latence de leur expression clinique.

En effet, contrairement aux lésions du poignet, précédemment décrites, dont la clinique est bruyante par les phénomènes douloureux, la pathologie du coude évolue à bas bruit, est en général indolore et ne se manifeste que tardivement par la limitation de la fonction articulaire, elle-même souvent ignorée de l'intéressé.

Nous avons estimé utile de reprendre le problème de ces affections périarticulaires par le biais d'une vision histo-embryologique fondamentale. La connaissance des adaptations fonctionnelles est nécessaire pour expliquer la genèse des calcifications articulaires retrouvées sur les clichés radiologiques : lors de leur évolution, les tissus de soutien dérivés du mésenchyme primitif ne perdent jamais leur parenté ni leurs potentialités structurelles, dès lors que leurs conditions d'utilisation se modifient et en particulier sous l'effet des contraintes mécaniques.

Des travaux de la fin du siècle dernier, puis de KROMPECHER [9], de MEYER et SICK [13 à 15] en France et de PAUWELLS [17] en Allemagne, autour des années 60, ont permis d'expliquer certaines constatations histologiques normales et pathologiques. Les images radiologiques colligées pour la mise au point du tableau n° 69 [11] montrent qu'elles épousent le plus souvent des structures articulaires définies : capsules, ligaments, tendons et qu'en général, il s'agit d'appositions osseuses et non de fragments détachés par destruction osseuse ou d'usure d'arthrose classique, qui reste très rare au niveau des coudes.

3.1. Histo-anatomie normale des structures articulaires

La figure 6 montre une coupe de la cavité articulaire. Le cartilage articulaire est un cartilage hyalin qui recouvre les surfaces articulaires; il comporte les quatre couches décrites classiquement de la surface vers la profondeur : la couche tangentielle, la couche des ogives, la couche radiaire et la couche calcifiée. Ces couches fibrillaires comportent les chondrocytes regroupés en amas radiaires ou longitudinaux dans la couche des ogives.

La synoviale articulaire, mince membrane qui tapisse la face profonde de la capsule articulaire, s'insère au pourtour du cartilage et comporte des prolongements internes à l'articulation : franges ou ménisques, ou bourrelets marginaux. Cette synoviale se présente sous deux formes : l'une riche en cellules, dont certaines d'aspect chondroïde, qui se décolle facilement de la capsule, l'autre pauvre en cellules qui y est très adhérente.

La capsule articulaire est une structure conjonctive également riche en cellules, mais surtout formée de fibres de collagène résistantes et regroupées en faisceaux fibreux ou trousseaux fibreux.

Les ligaments sont soit à type de renforcements capsulaires, soit isolés de la capsule articulaire dont la structure histologique est liée à la fonction. Ils comportent des fibres organisées en lames de fasciculation parfois séparées par des fissures qui permettent l'ajustement à la forme de la surface de réflexion; ils sont entourés d'une capsule appelée periligamentum externe.

Les tendons terminent en général les corps musculaires avant leur fixation dans les structures osseuses, ou servent de réflexion au niveau de certaines « poulies de réflexion » telles celles décrites au niveau du poignet ou du cou-de-pied. L'insertion des tendons se fait dans l'os par les fibres de SHARPEY, fibres conjonctives qui pénètrent fortement en s'étalant en surface d'ancrage pour se joindre aux structures internes de l'os.

Pour mémoire, toutes ces structures dérivent des cellules mésenchymateuses indifférenciées d'où naissent les fibroblastes sécrétant le tropocollagène à l'origine des fibrilles du collagène et des fibrocytes. De cette « soupe mésenchymateuse primitive », cartilage, muscle, tendon, os, ligament garderont des liens de parenté évidents et très étroits.

3.2. Histo-anatomie fonctionnelle : les potentialités adaptatives

Dès les années 1895 à 1910, certains précurseurs, tels ROUX [20], BENNINGHOFF [2, 3] et WOLFF [24] en Allemagne, ont très précocement corrélé la structure histologique et la fonction.

Certaines expériences de KROMPECHER [9] dans les années 1930 sont très significatives : cet auteur expose un tissu indifférencié à de fortes poussées et obtient la formation de cartilage; il en conclut que la fonction modifiée ou altérée donne naissance à des tissus qualitativement nouveaux; il s'agit d'une néodifférenciation. D'autres expériences menées sur l'animal (1955), telles des créations de néoarticulations, permirent à l'auteur de tirer quelques conclusions synthétiques en matière articulaire :

- exposé aux pressions, le tissu mésenchymateux forme du cartilage,
- exposé aux forces de tension, le même tissu forme du tissu conjonctif,
- si forces de tension et de pression se combinent, on obtient un cartilage fibreux,

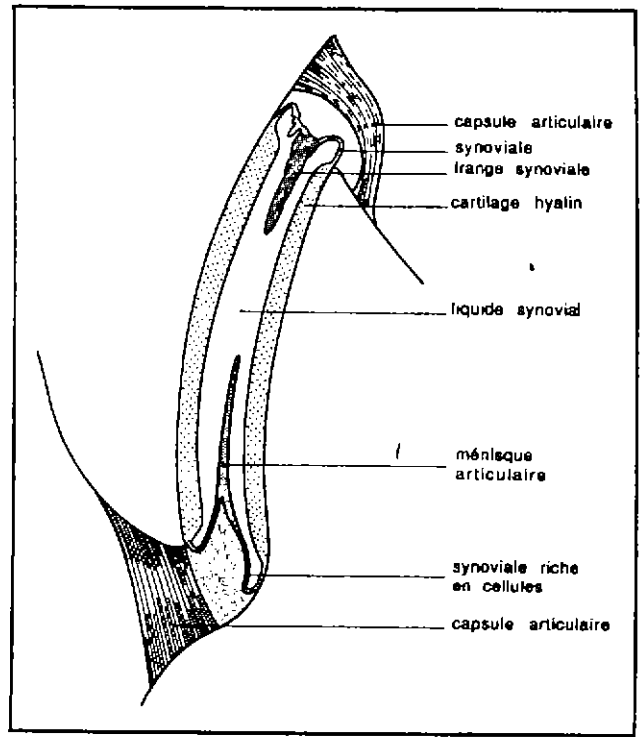


Fig. 6. Cavité articulaire normale et ses composants

- si l'on met sous tension un muscle plié à angle, tel qu'on le décrit au niveau des poulies de réflexion, ce muscle modifie tout d'abord sa vascularisation, passe dans la zone de réflexion par une structure fibreuse et, en fin d'évolution, y prend une structure tendineuse.

En 1960, les recherches de l'école strasbourgeoise, représentée par MEYER, GROSSHANS et SICK [13 à 15], sur les diarthroses ostéoligamenteuses, de RIBOT [18] sur l'adaptation des ligaments aux glissements et à la pression, puis de RING [19] sur les bourrelets marginaux et les ménisques, montrèrent que les structures para-articulaires se modifient en s'adaptant aux forces auxquelles elles sont soumises. A la même époque en Allemagne, PAUWELLS [17] poursuivait les travaux de KROMPECHER et isolait trois forces principales ayant des potentialités histogénétiques : la pression, la traction et le frottement. L'ensemble de ces connaissances sera repris puis résumé par KUMMER [22] en 1975 dans un schéma (fig. 7). A partir du mésenchyme indifférencié se forment certaines cellules adaptées à leurs conditions d'utilisation : cellules cartilagineuses, fibrocytes, cellules géantes, cellules ostéoblastiques, cellules ostéoclastiques dont le déterminisme n'est pas fixé et qui sont susceptibles de reprendre une forme indifférenciée ou de se transformer en cellules « sœurs ou cousines » dès lors que les conditions d'utilisation se modifient.

Ces travaux eurent des applications pratiques bien connues autour des années 70 : il s'agit de la consolidation des pseudoarthroses des membres par la mise en place de plaques de pression destinées à démarrer le processus osseux. De même, cette ossification peut débuter dans des situations de pression ou de traction dépassant les limites physiologiques des cartilages, des capsules, des tendons ou des ligaments dont nous savons maintenant qu'ils sont tous de même origine et de mêmes potentialités histogéniques.

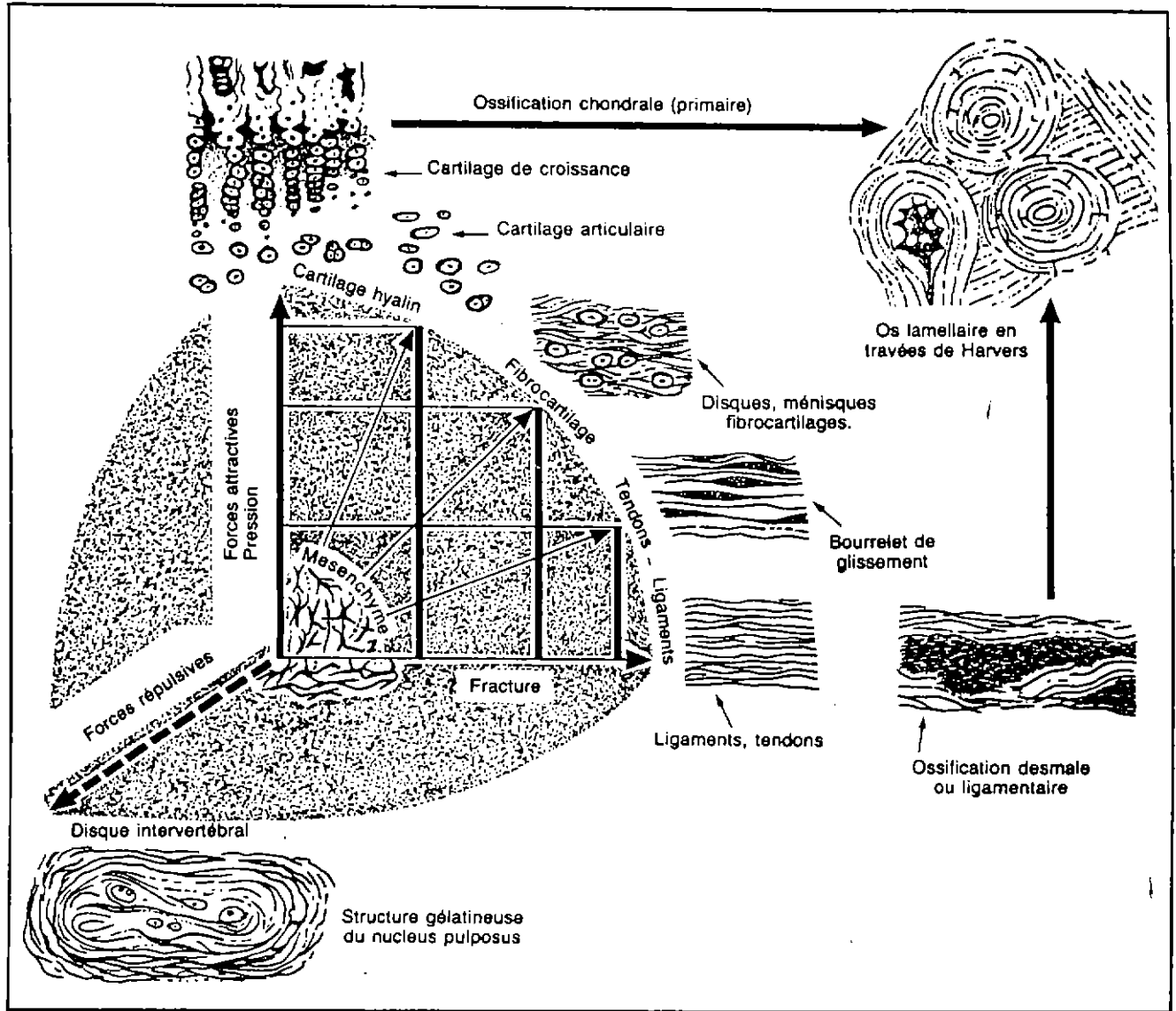


Fig. 7. Synthèse d'histo-anatomie fonctionnelle, d'après KUMMER [22]

3.3. Synthèse anatomo-radiologique

Dès la parution du tableau n° 69, la terminologie employée n'a pas satisfait les médecins du travail confrontés au concret. « L'arthrose vraie » est le plus souvent absente des lésions radiologiques qui comportent essentiellement des images d'apposition osseuse au niveau du coude, répondant à la terminologie d'ostéophytose para- ou périarticulaire, puisque certaines excroissances osseuses sont même à distance de la cavité articulaire.

Par définition, l'arthrose vraie comporte obligatoirement le pincement articulaire associé à une condensation de la corticale osseuse sous-chondrale et, dès les XX^{es} Journées de médecine du travail de Grenoble, l'intitulé ci-dessous a été proposé [11]: « arthrose du coude ou ostéophytose péri- et intra-articulaire ». Le tableau I montre bien que l'arthrose vraie et pure est rarement isolée au niveau du coude. Par contre, les néoformations osseuses sont prépondérantes dans le cas des coudes pathologiques exposés aux vibrations.

TABEAU I

Fréquence des images radiologiques recensées sur 46 déclarations d'arthrose hyperostotante de coude

1. Arthrose classique (pincement, géodes, densification sous-chondrale)	7 %
2. Corps étrangers intra-articulaires	19 %
3. Appositions osseuses	
- tête radiale	17 %
- oléocrâniennes	19 %
- coronoidiennes	28,5 %
- épicondyliennes	9,5 %
- épitrochléennes	24 %
- calcifications capsulaires diffuses	19 %

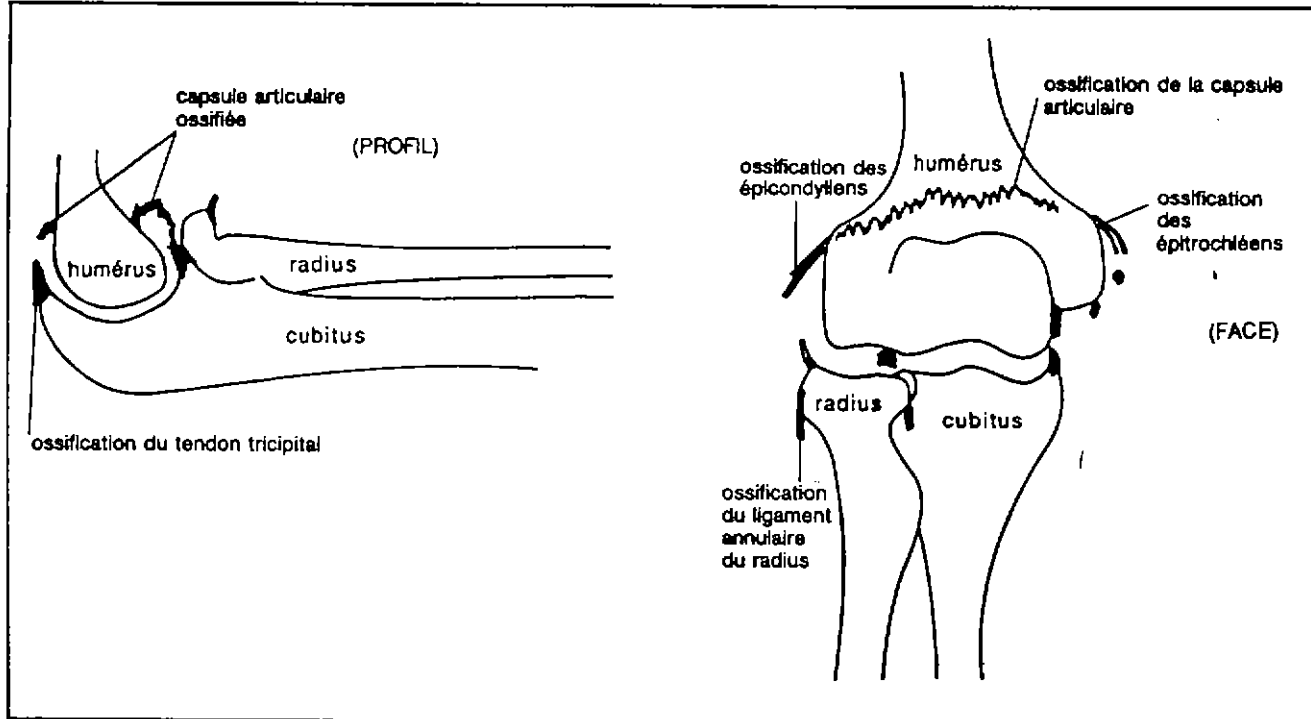


Fig. 8. Lésions anatomo-radiologiques schématiques

Sur la figure 8 se trouve résumé l'ensemble des lésions décrites par la radiologie : incrustation calcaire de la capsule articulaire, ossification desmala des épicondyles, des épitrochléens, ainsi que du tendon tricipital.

3.4. Physio-pathologie et discussion

Les articulations du coude sont soumises de par leur anatomie à deux types de forces : pression et traction. Pour la tête radiale, une force de glissement intervient au niveau du ligament de la radio-cubitale supérieure.

Les capsules, ligaments capsulaires et articulaires, ainsi que les insertions tendineuses évoluent pour s'adapter à ces forces par une chondroformation puis vers une ossification desmala (fig. 7) retrouvée sur les clichés radiologiques. Cette ossification évolue sans participation inflammatoire, ce qui explique son installation silencieuse et progressive.

Ces lésions indolores, particulières au coude, sont fondamentalement différentes des lésions vasculaires du poignet et peuvent se résumer ainsi : excès d'ossification pour les unes, raréfaction et destruction osseuse pour les autres.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AMPHOUX M., GENTAZ R., POLI J.P., SEVIN A. - La maladie de Kienböck : un accident du travail? *Archives des Maladies Professionnelles*, 1973, 34, 6, pp. 309-319.
- [2] BENNINGHOFF A. - Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss verschiedenartiger mechanischer Beanspruchung auf den Knorpel. In: Verhandlungen des anatomischen Gesellschaft. 33^e Réunion de la société d'Anatomie, Halle, 23-26 avril 1924. Halle, Anatomischen Gesellschaft, 4^e session, pp. 194-215.
- [3] BENNINGHOFF A. - Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Berlin, Munich, Urban-Schwarzenberg, tomes I et III, 1943, 1950.
- [4] COMMANDRE F., ROUGHEON G. - Troubles vaso-moteurs des mains chez un gardien de but (football). *Médecine du Sport*, 1975, 49, 12.
- [5] GAUCHER A., REBE P. - Les fractures de contrainte. Rueil-Malmaison, Geigy, 1986.
- [6] GAYOU B. - Les vibrations dans le bâtiment et les travaux publics. Rennes, Thèse de doctorat de médecine, 1987.
- [7] GEMNE G., SÄRASTE H. - Bone and joint pathology in workers using hand held vibrations tools. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1987, 13, pp. 290-300.

- [8] GENTAZ R., AMPHOUX M., LESPARGET J., POLI J.P., SEVIN A. – Pathologie ostéo-articulaire des membres supérieurs chez les travailleurs utilisant des marteaux pneumatiques. *Revue de médecine du travail*, 1972, 1, 1.
- [9] KROMPECHER S. – Forme et fracture. Nouveaux points de vue et résultats de l'adaptation fonctionnelle, régénération et néodifférenciation des tissus. In : Comptes rendus de l'Association des Anatomistes, 6^e Congrès fédératif international d'anatomie, 42^e Réunion, Paris, 25-30 juillet 1955. Paris, Association des Anatomistes, 1955, pp. 799-812.
- [10] KUHLMANN J.N., GUERIN-SURVILLE H., BOABIGHI A. – Vascularisation of the carpus, a systematic study. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 1988, 10, 1, pp. 21-28.
- [11] LEY F.X., RINGENBACH M. – Affections ostéoarticulaires des mineurs exposés aux outils vibrants. *Archives des Maladies Professionnelles*, 1986, 47, 8, pp. 628-629.
- [12] MALCHAIRE J., MALDAGUE B., HUBERLANT J.M., CROQUET F. – Bone and joint changes in the wrists and elbows and their association with hand and arm vibration exposure. *Annals of Occupational Hygiene*, 1986, 30, 4, pp. 461-468.
- [13] MEYER P., GROSSHANS E., SICK H. – Les diarthroses ostéo-ligamenteuses. In : Comptes rendus de l'Association des Anatomistes, 48^e Réunion, Toulouse, 1962. Paris, Association des Anatomistes, 1962, pp. 1009-1015.
- [14] MEYER P., SICK H., GROSSHANS E. – Adaptation fonctionnelle au glissement et à la réflexion des tendons, des poulies de réflexion des tendons et des ligaments articulaires. *Archives de Biologie*, 1964, 75, suppl., pp. 745-770.
- [15] MEYER P., SICK H. – Adaptation des tendons au glissement : le bourrelet de glissement. In : Comptes rendus de l'Association des Anatomistes, 47^e Réunion, Naples, 1961. Paris, Association des Anatomistes, 1961, pp. 558-563.
- [16] OLLIVIER D., CHAMBAT P., RIGAL F. – Le coude du lanceur : aspects biomécaniques et anatomocliniques. *Cinésiologie*, 1982, XXI, pp. 255-259.
- [17] PAUWELS S.F. – Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Berlin, Heidelberg, New-York, Springer Verlag, 1965.
- [18] RIBOT C. – Contribution à l'étude de l'adaptation des ligaments au glissement, à la pression et à la réflexion. *Archives d'Anatomie, d'Histologie et d'Embryologie Normales et Expérimentales*, 1969, 52, pp. 233-311.
- [19] RING P. – Contribution à l'étude de la structure fonctionnelle des bourrelets marginaux et des ménisques des articulations des membres. *Archives d'Anatomie, d'Histologie et d'Embryologie Normales et Expérimentales*, 1970, 53, pp. 145-199.
- [20] ROUX W. – Einleitung. Aufgaben der Entwicklungsmechanik. *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*, 1895, 1, pp. 1-42.
- [21] SCHLÜTER K. – Form und strukturen des normalen und des pathologisch veränderten Wirbels. In : Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis. Stuttgart, Hippokrates, 1965, vol. 30.
- [22] KUMMER B. – Kausale Histogenese der Gewebe des Bewegungsapparates und funktionelle Anpassung. Allgemeine Anatomie, Cytologie und Bewegungsapparat. In : BENNINGHOFF A. – Lehrbuch der Anatomie des Menschen, tome I, 11^e éd. Munich, Urban-Schwabenberg, 1975, pp. 199-211.
- [23] TUBIANA R. – Traité de chirurgie de la main, vol. 1. Paris, Masson, 1980, pp. 353-357.
- [24] WOLF J. – Lehre von der funktionellen Knochen Gestalt. *Virchows Archiv*, 1899, 155, 2, pp. 256-315.