

Bruns pense : 1° que dans la virole externe à la limite du périoste normal, c'est-à-dire à ses extrémités, le cal périphérique se forme d'emblée par des aiguilles osseuses partant de l'os ancien et végétant au milieu des cellules médullaires sous-périostées, tandis qu'en regard même de la solution de continuité, le tissu embryonnaire se transforme en tissu cartilagineux qui sera plus tard envahi par l'ossification (d'après Rieffel).

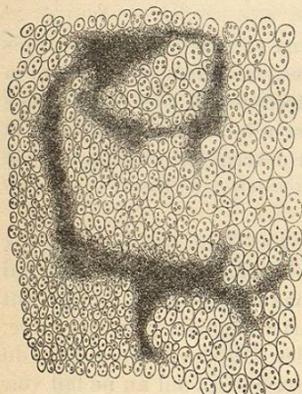


FIG. 115. — Cavités du cartilage dans un cal en voie de développement.

Rappelons encore que pour Bonn et Malgaigne, le stade cartilagineux n'existerait pas dans la formation du cal, qui passerait directement de l'état mou à l'état osseux et que, pour Hennequin, le cal fibreux se transforme d'abord en tissu ostéoïde, puis en tissu osseux. Quoi qu'il en soit de ces opinions, revenons à l'étude du cal d'après Kiener et Poulet, dont nous adoptons la manière de voir. Dans la deuxième période, nous venons de le voir, le cal était cartilagineux, baignant les extrémités osseuses. La troisième période est celle de la formation du cal osseux provisoire. « Cette période est caractérisée par la formation d'un tissu osseux nouveau : 1° dans le cartilage sous-périostique; 2° dans le canal médullaire. Le processus d'après lequel se fait l'ossification périostique est le même que dans l'ossification normale, c'est-à-dire que les bourgeons vasculaires venant du périoste et de la surface de l'os, pénètrent la masse cartilagineuse perpendiculairement au grand axe de l'os et que, le dépôt osseux se forme autour des cellules cartilagineuses devenues corpuscules osseux. Chaque vaisseau du périoste va à la rencontre du bourgeon vasculaire émané de la surface de l'os et ainsi apparaît autour de cet axe un véritable manteau osseux. L'ensemble de ces bourgeons et des travées osseuses qui les séparent constituent l'os rayonné périostique. Sa formation est plus avancée sur les parties les plus éloignées du foyer de la fracture. De même l'ossification s'effectue en dernier lieu au point où le cal est le plus volumineux; toujours l'ossification est commencée, aux confins du foyer, alors que le périoste produit encore du cartilage et des fibres de Scharpey à la partie moyenne. Cette période, très variable suivant le volume de l'os, s'étend du quinzième au quarantième jour en moyenne. » (Bousquet et Ricard.)

La quatrième période est celle de la régression du cal provisoire. Elle a, nous l'avons dit, une très longue durée. « Nous devons à Volkmann les premières recherches sur le mode de résorption du cal provisoire; il consiste dans une ostéite lente à la fois raréfiante à la périphérie, condensante vers le centre, qui remanie complètement, la formation osseuse périostique et interfragmentaire. La présence des cellules à myéloplaxes à la périphérie du cal a été constatée, c'est un des arguments qui ont fait considérer ces éléments comme les agents destructeurs de l'os dans l'ostéite raréfiante. Malgré les recherches de Volkmann, de Loosen, le processus singulier qui transforme le cal provisoire en cal définitif reste encore obscur... Loosen dont les recherches, faites sur des coupes usées, sont contestables, pense qu'il se produit, dans le cal provisoire, une ostéite raréfiante chronique ayant pour conséquence l'agrandissement des canaux médul-

laires de première formation, la destruction des trabécules osseuses, et d'autre part, une néoformation des canaux vasculaires. Simultanément se développe une ostéite condensante qui produit incessamment de l'os nouveau aux dépens de la moelle et constitue ainsi, à elle seule, l'os permanent, le cal définitif. C'est encore à cette période que l'ossification médullaire disparaît. » (Bousquet et Ricard.)

Telle est la marche des phénomènes histologiques du cal dans les fractures fermées, lorsque les fragments ont été exactement coaptés.

Revenons maintenant à l'étude du cal en général et voyons les particularités qu'il peut présenter dans des cas différents de celui où nous nous sommes placés. Les fragments osseux peuvent-ils se réunir par première intention, c'est-à-dire sans interposition d'aucune substance réparatrice? Hamilton a le premier soutenu cette opinion.

Ce mode de réunion directe s'observerait surtout dans les cas de pénétration des fragments, dans la fracture de l'extrémité inférieure du radius, dans la fracture extra-capsulaire du fémur par exemple. Il serait aussi assez fréquent pour les os courts. Il semble bien aujourd'hui, d'après Robin (de Lyon), que cette consolidation par première intention puisse réellement se produire et même, dans quelques cas, se produire pour les os longs. Robin a présenté au Congrès français de chirurgie de 1889 le cal d'un fémur ostéoclasé depuis vingt et un jours, sans virole et réuni primitivement.

Quand la fracture n'est pas réduite, que les fragments chevauchent l'un sur l'autre, la formation du cal ne peut s'effectuer que par jetée interfragmentaire. Les lambeaux de périoste, qui à moins de violence extrême, unissent toujours en partie les fragments, forment le soutien de cette jetée; ils se tuméfient considérablement en créant une sorte de « pont » entre les deux fragments. Il en résulte une production osseuse souvent fort irrégulière, souvent aussi peu solide (fig. 116). On a prétendu que, même dans ces conditions, le canal médullaire pourrait se reproduire, mais la chose n'est vraisemblable que chez les très jeunes sujets. Cette reproduction s'effectue par un mécanisme assez complexe. Le cal intermédiaire se creuse d'abord, par résorption, d'une cavité médullaire; cette résorption, s'exerçant aussi sur les extrémités chevauchantes des os fracturés, les cavités médullaires de ces os finissent par s'unir à la cavité nouvelle.



FIG. 116. — Cal, par jetée osseuse interfragmentaire.

D'après Bruns cependant le canal médullaire ne se rétablit jamais dans ces cas; il reste toujours oblitéré par du tissu spongieux. J. Wolff (*Das Gesetz der Transformation der Knochen*. Berlin, Hirschwald 1892) a fort bien étudié les particularités que présente le cal dans les fractures chevauchées; il a montré que les travées osseuses se forment principalement aux endroits qui devront supporter les pressions, et disparaissent dans ceux qui n'y seront pas soumis par suite du déplacement; que ces modifications se produisent non seulement au niveau du point fracturé, mais à une grande distance de ce point, qu'en somme les phénomènes de réparation sont en rapport avec le rétablissement non de la forme, mais de la fonction.

Notons enfin, dans le même ordre d'idées, que le raccourcissement produit par le chevauchement peut disparaître, en partie, par l'allongement que subissent

les os en voie d'évolution, du fait de l'irritation traumatique (Baizeau et Ollier).

« Comment se comportent les esquilles dans les fractures comminutives fermées?... Tenant compte des expériences de Breschet et Villermé, des renseignements que j'ai recueillis dans les traités de Malgaigne, Ollier, Hennequin et Bruns, je dirai : Dans les fractures fermées, les esquilles, loin de constituer toujours des corps étrangers, des épines inflammatoires, tendent soit à être résorbées, soit à faire partie intégrante du cal. Il y a lieu cependant de distinguer :

1° Pour les esquilles encore adhérentes au périoste ou à l'os, le doute n'est pas possible; elles continuent à vivre et sont incluses dans le cal périphérique.

2° Quant aux esquilles libres, on peut déjà supposer, d'après ce qu'on sait sur les transplantations osseuses, qu'elles ne sont pas fatalement vouées à la nécrose. Leur sort ultérieur dépend surtout, toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs, de leur siège et de leur volume.

a. Lorsqu'elles sont lancées au loin, qu'elles sont petites et n'ont plus aucun rapport avec le foyer de la fracture, elles sont graduellement résorbées. Quand elles ont un certain volume, qu'elles sont ensevelies au milieu d'un tissu différent du leur, elles peuvent continuer à vivre et contracter des adhérences de tous côtés; mais leur résorption est la règle, suivant Hennequin.

b. Les esquilles qui restent en rapport avec la fracture commencent par être emprisonnées dans le cal. Puis que deviennent-elles? Sont-elles petites, elles peuvent, dans des cas tout à fait exceptionnels, retarder la consolidation (Thiersch); en général elles n'exercent aucune influence fâcheuse sur le processus réparateur; elles sont envahies par l'ostéoporose et finissent par être résorbées. Mais cette résorption marche lentement surtout chez l'adulte (Malgaigne). Les esquilles plus volumineuses peuvent continuer à vivre, faire partie intégrante du cal, être conservées en un mot si elles sont utiles au point de vue fonctionnel. Breschet et Villermé pensaient à tort qu'elles amenaient le plus souvent l'inflammation de la fracture. » (Rieffel, *in* Le Dentu et Delbet, tome II, p. 551.)

« Quant aux os plats, leur mode de consolidation diffère sensiblement de celui que nous avons exposé pour les os longs, les propriétés du périoste semblent extrêmement faibles. Ainsi au crâne, la soudure se fait au moyen d'un cal interfragmentaire sorte de ciment dans la production duquel le périoste n'intervient pas; l'omoplate et l'os iliaque ne donnent également pas lieu à des cals bien volumineux. Cette différence entre les os plats et les autres os tient en partie à leur origine première fibreuse, en partie aussi, suivant la remarque de Bergmann, à l'absence de déplacement qui ne vient pas surexciter les propriétés ostéogéniques du périoste. » (Bousquet et Ricard.)

Pour ce qui est des os spongieux, os courts et épiphyses des os longs, les lois qui président au mécanisme de la formation du cal sont les mêmes que pour la diaphyse des os longs. Seulement les auteurs ne sont point d'accord sur le rôle du périoste, puisque pour les uns la virole externe est considérable (Reclus), tandis que pour les autres elle est à peine marquée; ce qui semblerait confirmer cette dernière opinion, défendue par Bruns, c'est que, d'après Ollier, le cal dans les os spongieux se formerait surtout aux dépens de la moelle contenue dans les aréoles du tissu osseux.

Pour clore ce chapitre des remarques qui s'appliquent au cal, selon les différents cas qui se présentent, rappelons que dans les fractures fermées et quand il s'agit de la diaphyse des os longs, la virole externe peut être inégale aux divers

points de sa circonférence; sur le tibia, elle est beaucoup plus considérable à la partie postéro-externe qu'à la partie antéro-interne. Souvent même elle manque tout à fait sur ce dernier point. Cette irrégularité d'épaisseur s'explique facilement ici par l'absence, en avant, de couche musculaire, couche dont nous avons vu le rôle important dans la production des éléments embryonnaires.

Du cal dans les fractures exposées. — *Comment se forme le cal dans les fractures exposées?* Deux cas sont à considérer, ou bien le foyer est infecté, ou il ne l'est pas.

Si l'il n'y a pas d'infection tout se passe comme dans les fractures fermées, et nous n'avons pas à revenir sur l'évolution du cal dans ce cas, évolution longuement exposée plus haut.

Si le foyer de la fracture est infecté, deux cas encore peuvent se présenter; ou bien l'infection détermine une inflammation très intense, il s'agit alors d'une véritable ostéomyélite avec nécrose des fragments et des esquilles, ou bien l'infection ne détermine qu'une inflammation modérée des fragments qui n'empêchera pas qu'ils se réunissent et retardera seulement l'époque de la soudure osseuse.

« Nous ne parlerons pas des formes graves, celles dans lesquelles une ostéomyélite étendue se déclare, qui s'accompagne souvent de phlébite et se termine par une infection purulente; de ces inflammations diffuses, de ces décollements étendus du périoste qui provoquent la mortification de la plus grande partie des fragments, ces faits doivent être étudiés à propos des nécroses » (Reclus).

Ici le cal ne pourra se former qu'après l'élimination des fragments mortifiés, élimination souvent gênée par la formation d'un os périostique qui les entoure, os perforé de trous destinés au passage du pus et de quelques menues parcelles osseuses. Quand les séquestres provenant de la mortification des fragments ou des esquilles auront été éliminés, alors, si la perte de substance de l'os fracturé n'est pas trop considérable, les extrémités pourront encore se réunir, et cela par un processus analogue à celui que nous allons exposer pour les fractures ouvertes, dans lesquelles l'infection, moins intense, ne s'accompagne pas de nécrose.

Ici la fracture guérit par un tissu de granulations, par des bourgeons charnus qui se développent aux extrémités des os fracturés. Il y a production de moelle embryonnaire sous le périoste, dans les canaux de Havers, et au niveau du canal central de l'os.

Comment se fait l'ossification dans ce tissu jeune? « En général par un processus analogue à celui de l'ossification sans production intermédiaire de cartilage. » (Jamain et Terrier.) C'est aussi l'opinion de Billroth, qui dit que, vers le sixième jour, l'ossification envahit les bourgeons charnus, et qu'elle commence à la limite du décollement du périoste et à la surface de l'os; c'est encore celle de Rigal et Vignal qui écrivent que : « le cal des fractures compliquées et suppurantes devient d'emblée osseux, au milieu des bourgeons charnus, provenant de la moelle des canaux de Havers, considérablement dilatés par une ostéite raréfiante, et au milieu de la moelle du canal médullaire qui a fait retour à l'état embryonnaire. » Ils admettent avec Ranvier que « sur les bords des lacunes creusées par l'ostéite dans les fragments, le nouvel os se forme par une sorte de cristallisation qui, se produisant au sein des bourgeons charnus, en transforme les cellules, les unes en cellules osseuses, d'autres en cellules médullaires. »

Le foyer d'une fracture ouverte peut n'être infecté que partiellement, « la sup-

puration peut n'apparaître que du côté de la plaie cutanée et les parties profondes se réunissent, comme s'il s'agissait d'une fracture fermée. Il y aurait là une ostéite plastique, dit Gosselin, et en effet, les phénomènes sont analogues à ceux que nous avons décrits en étudiant le cal dans les fractures simples, ainsi qu'il résulte des expériences de Cornil et Ranvier. » (Jamain et Terrier.)

Cette théorie de l'ossification directe du cal dans les fractures exposées est combattue par Kiener et Poulet. Si, disent-ils : « Il n'y a pas d'esquilles ou de corps étrangers à éliminer, si les fragments osseux ne sont pas nécrosés, les bourgeons charnus aboutissent à la formation d'un tissu de cicatrice au-dessous duquel le cal évolue comme nous l'avons décrit dans les fractures fermées ».

Que deviennent ici les esquilles? Les esquilles primitives ou libres de Dupuytren, détachées au moment du traumatisme, « peuvent être expulsées très rapidement; si elles séjournent dans la plaie, elles se nécrosent, forment des corps étrangers qui contribuent à entretenir la suppuration... Les esquilles secondaires (de Dupuytren), c'est-à-dire celles qui sont encore adhérentes au périoste et aux parties molles (après l'accident), sont aussi, dans l'immense majorité des cas, détachées par l'inflammation; elles deviennent la proie de la nécrose et sont destinées à être éliminées. Cependant on conçoit que le pont périostique qui les nourrit puisse rester suffisamment large, ne point être détruit par la suppuration profuse; dans ces cas très rares, l'esquille secondaire ne se nécrose pas et se soude au cal. » (Rieffel in Le Dentu et Delbet, t. II, p. 102.)

L'innervation du membre ne paraît pas exercer directement d'influence sur le cal. Schiff⁽¹⁾ avait cru observer son hypertrophie après la section des nerfs. Mais ses observations n'ont point été confirmées par les recherches d'Ollier, Claude Bernard et Virchow. Kusmin⁽²⁾, dans des expériences sur le lapin, aurait cependant obtenu, après la section des nerfs, un cal plus volumineux, plus solide et plus rapidement ossifié.

L'évolution normale du cal peut être troublée par diverses circonstances : défaut d'immobilisation produisant des irritations répétées; corps étrangers, tels que balles et esquilles osseuses; mauvaises conditions hygiéniques, troubles de la santé générale.

CHAPITRE III

SYMPTOMATOLOGIE DES FRACTURES FERMÉES SANS COMPLICATIONS

Au point de vue de la symptomatologie, les fractures doivent être divisées en deux classes : 1° les *fractures fermées dites simples*, non communicantes; 2° les fractures compliquées de plaies des parties molles : fractures dont le foyer communique avec l'air extérieur; on les nomme *fractures ouvertes* ou encore *exposées*.

Cette division, qu'on retrouve dans les ouvrages classiques, a perdu aujourd'hui de son importance, grâce à l'introduction de la méthode antiseptique dans la

⁽¹⁾ SCHIFF, *Centralblatt für klin. Chir.*, vol. IX, p. 782.

⁽²⁾ KUSMIN, *Allgem. Wiener med. Zeitung*, n° 33, 34, 35, 1882.

pratique chirurgicale. En effet, un grand nombre de fractures ouvertes se comportent, si l'on a pris soin de désinfecter rigoureusement le foyer traumatique, immédiatement après l'accident, comme les fractures fermées. — Si la désinfection n'a pas été suffisante, la fracture présente des symptômes que nous étudierons plus loin, quand nous traiterons des fractures ouvertes infectées. Les fractures dont le trait pénètre dans une articulation, fractures articulaires, nécessitent aussi quelques considérations particulières, nous les étudierons avec les complications des solutions de continuité des os.

Remarquons, avant d'aller plus loin, qu'une fracture primitivement fermée peut s'ouvrir secondairement, c'est ce qui arrive quand la contusion des parties molles qui recouvrent l'os a été telle, qu'elles se sphacèlent et tombent, avant que la cicatrice osseuse se soit faite, ou encore, quand un des fragments de la fracture, non maintenu en bonne position, ulcère les téguments qu'il soulève.

Pour le moment, nous bornerons notre description à la fracture vulgaire, où la solution de continuité osseuse constitue à elle seule toute la lésion. Que l'os soit profond ou superficiel, que le trait de la fracture soit unique ou qu'il existe un broiement véritable de l'os, si le foyer de la fracture reste séparé de l'air extérieur, la fracture est dite *simple*.

Les signes qui caractérisent les fractures sont très nombreux, on les divise en : 1° *signes commémoratifs*; 2° *signes rationnels*; 3° *signes sensibles*. Il est permis cependant de simplifier cette classification et de réduire les signes : 1° en signes *rationnels* ou *subjectifs*; 2° en signes *physiques* ou *sensibles*. Nous dirons à la fin de ce chapitre quelques mots des *symptômes généraux* observés dans les fractures.

1° SIGNES RATIONNELS. — A. Dans certains cas, le malade entend, au moment où le traumatisme a lieu, un *craquement* particulier qui est dû à la rupture de l'os. Ce bruit osseux peut être perçu par les assistants, alors même que le patient n'en a pas eu conscience, par suite de la syncope ou de l'ébranlement nerveux survenu lors de l'accident; ce qui arrive toujours, par exemple, pour les fractures du crâne. Quoi qu'il en soit, le craquement est un signe de peu de valeur, trompeur et peu fréquent.

Au lieu de le chercher, le chirurgien devra plutôt se renseigner sur la cause et le mécanisme de la fracture, sur la nature et la direction de l'agent vulnérant et sur son point d'application, ou bien sur la façon dont la chute s'est produite et les circonstances qui l'ont accompagnée. Certains détails donnés par le malade ou les assistants peuvent être, dans quelques cas, d'une réelle utilité pour établir le diagnostic.

B. La DOULEUR est, d'ordinaire, le premier symptôme perçu par le patient. Son intensité varie beaucoup et n'est pas en rapport direct avec l'étendue des lésions. Souvent la contusion des parties molles, dans les fractures par cause directe, est plus douloureuse que la rupture même de l'os. Certains sujets accusent de violentes douleurs pour des fractures qui sont fort peu douloureuses d'habitude; il faut alors chercher la cause de cette hyperalgie que la fracture seule ne paraît pas pouvoir légitimer. On en trouvera souvent l'explication dans un trouble de l'état général. Depuis longtemps Verneuil a insisté sur la forme névralgique que prennent les lésions traumatiques chez certains arthritiques ou chez les paludiques. Les alcooliques, à système nerveux excitable, souffriront également plus que d'autres; mais par-