

tation : les écrasements des gros troncs nerveux, la rupture des veines et des artères sont encore parmi les altérations qui peuvent exiger ce sacrifice. Naguère, avant les antiseptiques, il fallait prendre une décision rapide, car, une fois la fièvre allumée, l'opération était des plus graves : la mortalité des amputations *secondaires* l'emportait de beaucoup sur celle des amputations *primitives*. Il n'en est plus de même aujourd'hui, et, pour peu qu'il existe quelque doute, mieux vaut conserver que couper.

Nous allons plus loin dans cette voie et nous dirions volontiers : ni amputations primitives ni amputations secondaires, et voici quelle est notre pratique : A la suite de ces grands fracas qui ont brisé l'os, déchiré les nerfs, les artères et les veines, détruit les muscles et la peau, nous faisons de grands lavages répétés avec de l'eau bouillie à 50 ou 55 degrés centigrades. L'eau à cette température a le triple avantage d'être hémostatique, antiseptique et de combattre l'hypothermie, de règle dans ces énormes délabrements. Le jet de l'irrigateur sera puissant pour fouiller les moindres interstices, les anfractuosités reculées dont il chasse les caillots, les corps étrangers de toute nature, terre et débris de vêtements. Si quelque vaisseau coule, on l'étreint avec une ligature, on le saisit avec une pince; on enlève les esquilles détériorées; puis, lorsque la plaie est désinfectée, on procède à une sorte d'embaument.

Le foyer traumatique est bourré, dans chacun de ses recoins, de gaze imprégnée de pommade antiseptique, de telle sorte que la moindre anfractuosité contient une réserve de substances qui détruisent les germes restés dans la plaie ou s'opposent à leur développement. Mais il ne faut pas craindre de tasser la gaze dans tous les interstices, dans tous les espaces « morts » si favorables à la pullulation des micro-organismes. Puis la région est enveloppée de couches épaisses d'ouate et assez énergiquement comprimée par de nombreux tours de bande qui ramassent les chairs, suppriment les cavités et permettent aux tissus voisins, vivant encore, de se prêter un mutuel appui. Grâce à ce pansement, le blessé a échappé à l'amputation primitive, à l'hémorrhagie nouvelle, au choc nouveau, au refroidissement que cette hémorrhagie et que ce choc entraînent.

A la fin de la troisième ou de la quatrième semaine, la détersion de la plaie est complète; le mort s'est séparé, les cavités sont comblées;

les irrégularités de la peau, les franges sont moins marquées et, presque toujours, de véritables lambeaux se sont constitués, qu'on peut rabattre les uns sur les autres et juxtaposer pour former un moignon acceptable. Il suffit le plus souvent de couper l'os ou les os qui émergent de la perte de substance; on les scie assez haut après en avoir décollé le périoste; puis on rabat les lambeaux, on affronte membrane granuleuse contre membrane granuleuse, et on les fixe par quelques points de suture. On ne saurait donner le nom d'amputation secondaire à cette opération, qui n'ouvre d'autres vaisseaux que ceux de la moelle osseuse.

Nous avons, et plusieurs fois avec un merveilleux succès, mis ces préceptes en pratique. Dans un de nos cas, une seule opération était possible, la désarticulation de la cuisse, qui aurait sur l'heure achevé notre blessé en hypothermie. Or il a non seulement échappé à la mort, mais au lieu de la désarticulation de la cuisse, nécessaire au premier jour, nous avons obtenu un bon moignon du tiers inférieur de la cuisse. Aussi traiterons-nous, et c'est notre conclusion, tous les foyers traumatiques comme on traite les écrasements de la main : désinfection rigoureuse à l'eau chaude pour empêcher les accidents septiques; les inflammations ne s'allumant pas, les tissus simplement meurtris revivent, et forment des moignons bien supérieurs à ceux qu'aurait obtenus le chirurgien forcé de tailler en plein drap.

## III

## CAL

Les fragments osseux se consolident par un tissu de formation nouvelle auquel on donne le nom de *cal*, et dont l'histoire est assez importante pour mériter un chapitre distinct.

Cette cicatrisation des os a préoccupé les chirurgiens de toutes les époques et, depuis Galien, on a accumulé les théories sur le mécanisme de cette régénération. On admit d'abord l'existence d'un suc glutineux, sorte de *colle* organique susceptible, en se durcissant, de maintenir les fragments au contact : pour quelques-uns, le sang, épanché dans le foyer de la fracture, fournissait les matériaux de cette substance unissante. Au siècle dernier, des expériences vraiment



scientifiques furent instituées et donnèrent aux hypothèses quelque solide appui.

Plusieurs, comme Troja, Bichat, Callisen, Richerand, affirmèrent qu'il en était de la réunion des os comme de celle des plaies des parties molles; des lèvres opposées partent des bourgeons charnus dont la coalescence a pour résultat la soudure des extrémités brisées. Pour Dubamel, le périoste d'une part, la moelle de l'os de l'autre, forment, en dehors et en dedans du cylindre osseux, une double gaine dont la rigidité immobilise les fragments. Cette opinion, développée et exposée magistralement par Dupuytren, a joui, pendant plus d'un demi-siècle, d'une incontestable faveur.

D'après cette théorie, le périoste sécrète une abondante quantité de tissu osseux qui forme, autour des deux fragments, un manchon d'une grande résistance, une *virole externe*; c'est le *cal provisoire* ou primitif, complété à l'intérieur de l'os par un bouchon, la *virole interne*. Lorsque l'immobilisation des extrémités est assurée, de la substance osseuse se dépose entre la virole externe et la virole interne, dans l'interstice qui sépare les deux fragments; c'est le *cal définitif*. Alors commence un travail de régression qui tend à faire disparaître le bouchon médullaire et le manchon sous-périostique; le cal provisoire se résorbe, il ne reste que le cal permanent.

Les recherches de Cruveilhier, de Villermé, de Lambron, l'école micrographique et les histologistes contemporains ont sensiblement modifié la doctrine de Dupuytren. On admet que l'os se régénère, grâce à la production d'éléments embryonnaires abondants venus par diapédèse des vaisseaux voisins, ou nés de la prolifération des cellules jeunes ou rajeunies de la moelle du périoste, du canal central de l'os et des canalicules de Havers; le tissu cellulaire voisin, les traînées conjonctives des muscles limitant le foyer traumatique, concourent aussi, pour une part plus ou moins grande, à l'accumulation de ces éléments embryonnaires dont l'organisation aura, la soudure des fragments pour résultat définitif.

Nous avons vu que les fractures sont divisées, au point de vue clinique, en fractures fermées et en fractures ouvertes ou compliquées; les phénomènes de réparation ne sont pas absolument les mêmes pour les deux cas; aussi allons-nous étudier le processus

dans l'un et dans l'autre de ces traumatismes. Nous commencerons par le plus simple.

Une fracture sous-cutanée a lieu, la réduction a été opérée, les fragments sont au contact et maintenus par un appareil : que va-t-il se passer? Pour certains auteurs, pour Hamilton par exemple, il peut y avoir réunion immédiate, adhésion primitive des surfaces fracturées « sans interposition d'aucune substance réparatrice ». Les os courts, les épiphyses des os longs, surtout s'il y a pénétration, engrenement, pourraient cicatriser par ce procédé. Les fractures extra-capsulaires du col du fémur, lorsque celui-ci s'enfonce comme un coin dans le grand trochanter, la fracture classique de l'extrémité inférieure du radius, se consolideraient ainsi. C'est possible, mais nous ne sachions pas que le fait soit prouvé par des expériences et des observations solides.

Dans les fractures ordinaires, voici ce qu'on remarque : du sang s'épanche entre les fragments, il soulève le périoste et s'insinue même au milieu des muscles voisins et de leurs faisceaux. Il se résorbe bientôt et une substance séreuse, incolore, « un blastème » est exsudé en assez grande abondance et le remplace. Le périoste décollé se gonfle, sa surface externe adhère aux muscles, tandis que l'interne prend un aspect glutineux comme le blastème auquel elle confine. Cette substance molle s'épaissit et forme un manchon, premier stade de la virole externe, du cal provisoire de Dupuytren. Au microscope, elle est constituée par des éléments embryonnaires dont on pressent l'origine; les capillaires et les cellules fixes de tous les tissus traumatisés, moelle, os, périoste, muscles voisins ont contribué à les fournir.

Une deuxième période commence : les éléments embryonnaires, dans leur évolution progressive, avaient constitué un cal *fibro-cellulaire* au sein duquel se développent, vers le quinzième jour, des cellules cartilagineuses entourées de substance fondamentale hyaline. La virole externe est dure, résistante, bleuâtre; elle adhère si intimement aux muscles que Gosselin la nomme « capsule musculo-périostique. » La virole interne s'est organisée d'un pas égal : la moelle, d'abord jaune, est devenue rouge, ses vésicules graisseuses se sont résorbées, les éléments embryonnaires proliférés se sont accumulés en « un bouchon » grisâtre, résistant, d'abord fibro-celluleux, puis fibro-cartilagineux. En général, son volume est



moindre que celui du manchon sous-périostique. L'os fracturé fournit très peu de tissu de formation nouvelle : ses canalicules de Havers sont agrandis, leur moelle bourgeonne, mais les matériaux le plus abondants sont dus à l'activité du périoste.

La production de capsules cartilagineuses au sein du cal fibro-celluleux et de substance fondamentale hyaline, est rejetée par bien des auteurs, pour lesquels il y a transformation directe du tissu fibreux en tissu osseux sans état cartilagineux intermédiaire. André Bonn s'est fait le défenseur de cette idée qu'accueille Hamilton : pour ce dernier, le cartilage n'apparaît que dans le cal des enfants. Les recherches de Ranvier, celles de Virchow, de Billroth et d'Ollier prouvent que le doute ne saurait être permis, et qu'il faut admettre la description classique. Du moins doit-on affirmer que la virole externe et la virole interne ne présentent pas toujours une régularité parfaite. C'est ainsi que « pendant le travail de réunion, la diaphyse du tibia n'a pas de cal extérieur sur ses faces antérieure et interne, tandis qu'en arrière et en dehors, sa circonférence est recouverte d'un dépôt osseux volumineux. »

La deuxième période s'étend, d'après Gosselin, du quinzième au quarantième jour, et la troisième du quarantième au soixantième. Ces corpuscules osseux, les noyaux calcaires dont on avait aperçu quelques dépôts dans la deuxième période, deviennent plus abondants, leur production s'accroît, et la virole externe et la virole interne ne se laissent entamer que difficilement par le scalpel; le cal provisoire de Dupuytren est constitué. Mais, comme son nom l'indique, sa durée serait éphémère et sa résorption graduelle commencerait au cours de la troisième période; la virole interne disparaîtrait peu à peu et le canal médullaire se reformerait, selon Ollier, chez les jeunes seulement. Le manchon sous-périostique s'affaîsserait de son côté, et il ne resterait, après un laps de temps qui varie du soixantième au cent vingtième jour, que le tissu osseux intermédiaire aux extrémités fracturées.

Les mêmes phénomènes s'observent dans les fractures des os plats et des os courts, avec cette différence que, dans les os plats, le manchon sous-périostique est peu volumineux; dans les os courts, au contraire, et dans les épiphyses des os longs, la virole externe est ordinairement considérable. Le mécanisme de la consolidation ne subit de modifications que lorsque les fragments, au lieu d'être juxtaposés,

posés, empiètent l'un sur l'autre et *chevauchent*. Il ne saurait être question ici de virole interne et de virole externe. Le cal qui se dépose est latéral, intermédiaire. Cette jetée osseuse se formerait, d'après Ollier, autour d'un lambeau de périoste, sorte de « pont » ou de « sautoir », débris qui ne ferait jamais défaut entre les extrémités osseuses. Il devient le centre d'une prolifération active dont le dernier terme est l'édification d'un véritable « cal interfracturaire » qui, chez les jeunes sujets, se creuse d'un canal médullaire en communication avec celui de l'os ancien.

Lorsque la fracture est ouverte, les phénomènes diffèrent selon qu'il y a ou qu'il n'y a pas suppuration. L'absence d'inflammation du foyer traumatique est maintenant fréquente et, depuis l'emploi de l'immobilisation et des pansements antiseptiques, les fragments se consolident d'après un processus semblable à celui qu'on observe dans les fractures fermées. Il est cependant des cas où apparaissent des symptômes inflammatoires d'une intensité variable.

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 du périoste qui provoquent la mortification de la plus grande partie des fragments; nous étudierons ces faits à propos des nécroses, et ne décrirons ici que les cas où une ostéite limitée atteint les extrémités des deux fragments. Les canalicules de Havers s'élargissent, la moelle qui entoure les vaisseaux forme du tissu embryonnaire; le périoste, les parties molles adjacentes fournissent aussi des éléments jeunes, qui s'organisent en bourgeons charnus dont la surface est baignée d'une couche purulente.

Des deux fragments partent alors des aiguilles, sorte de travées directrices de l'ossification; elles vont à la rencontre les unes des autres et limitent des aréoles remplis d'éléments embryonnaires. Sur ces aiguilles, les ostéoblastes se rangent par séries régulières qui s'encroûtent de sels calcaires. Ainsi se constituent des canalicules parcourus par les vaisseaux et l'os nouveau est formé. On le voit, la différence n'est pas grande entre la manière dont se forme le cal dans les fractures ouvertes et dans les fractures fermées; il y a toujours production abondante d'éléments embryonnaires; mais, dans le premier cas, les bourgeons charnus baignés de pus donnent



directement naissance à l'os, tandis que, dans le second, il n'y a pas suppuration, et le tissu cellulo-fibreux passe par l'état cartilagineux avant de devenir de l'os.

Telle est l'évolution habituelle du cal dans les fractures ouvertes et dans les fractures fermées. Mais sa formation est loin d'être toujours régulière. Elle peut être retardée, elle peut manquer même; elle peut encore s'effectuer d'une manière vicieuse: le tissu nouveau devient le siège de douleurs ou se laisse envahir par des fongosités; nous étudierons ces complications dans les deux chapitres qui vont suivre.

## IV

RETARD OU DÉFAUT DE CONSOLIDATION DES FRACTURES  
PSEUDARTHROSES

Un cal solide est constitué en un ou deux mois pour les fractures fermées, en deux ou trois pour les fractures ouvertes. — Lorsque ces limites sont dépassées et que les fragments restent mobiles, il y a *retard* dans la réparation. Si la soudure n'est pas effectuée au bout de six mois, huit mois, un an, on dit qu'il y a *absence* de consolidation ou *pseudarthrose*.

**Étiologie.** — Il n'est guère de cause qui n'ait été invoquée, et cette multiplicité même est une preuve de notre ignorance sur les conditions réelles de la pseudarthrose, accident rare et qu'un même chirurgien n'observe d'habitude qu'un nombre limité de fois. Walker n'en trouve que 6 à 8 sur un millier de cassures; Lonsdale 5 ou 6 sur près de 4000; sur 946 fractures traitées à l'hôpital de Pennsylvanie, entre 1850 et 1840, il n'y eut pas un seul fait de non-consolidation. Hamilton, qui rappelle ces statistiques, n'a jamais constaté, en dehors des ruptures intra-articulaires, d'absence définitive de soudure; en tout cas, la proportion des pseudarthroses serait à peine de 1 pour 500 fractures. Les os longs sont plus souvent le siège des pseudarthroses que les os plats et les os courts; certains os longs sont eux-mêmes plus fréquemment atteints, l'humérus, le fémur, les os de la jambe et ceux de l'avant-bras. Dans un relevé de Norris, l'humérus comptait 48 cas, le fémur aussi 48, la jambe 55, l'avant-bras 19 et la mâchoire inférieure 2

seulement. D'après Bérenger-Féraud et Hamilton, le défaut de consolidation s'observerait surtout à l'humérus.

Les causes *générales* qu'on incrimine sont banales. L'influence de l'âge est contestable; elle a été déduite de ce fait que les fractures guérissent plus rapidement chez les jeunes animaux. Mais l'observation clinique ne donne aucun renseignement pour l'homme; c'est de vingt à trente ans, époque, il est vrai, où les fractures sont surtout nombreuses, que les pseudarthroses sont les moins rares. Rappelons que, d'après Humphry, les traumatismes des os se réparent aussi bien chez les vieillards que chez les adultes. Les hommes sont plus souvent atteints, les fractures étant, chez eux, plus fréquentes: sur 656 cas réunis par Franck Muhlenberg, 565 portaient sur des individus du sexe masculin, et, d'après Bérenger-Féraud, les pseudarthroses sont 8 fois plus communes chez l'homme que chez la femme. Cependant les femmes en état de grossesse seraient fort exposées et, dans un cas de Dupuy, la consolidation, retardée jusqu'alors, survint après l'accouchement; on trouverait dans la science une dizaine de faits semblables. Nous ne parlerons ni de l'onanisme, ni du surmenage, ni de la convalescence des fièvres graves, ni de la dépression morale, bien que leur action paraisse incontestable dans certaines observations.

Si l'influence de la *scrofule* est plus que douteuse, il n'en est pas de même du *rachitisme* à sa période d'état; les relevés de Guersant prouvent qu'il retarde la consolidation jusqu'à ce que la maladie entre dans la phase de réparation. La syphilis, incriminée par Sanson et Valette, a été innocentée par Lagneau, Oppenheim, Bérard et Gosselin. Les observations qui ont trait aux pseudarthroses du scorbut semblent probantes. Les intoxications produites par le plomb, le phosphore, l'arsenic, le mercure ont une action incertaine, et il n'est pas démontré, comme on l'a dit, que chez les ouvriers des mines d'Almaden, les fractures soient plus fréquentes et plus lentes à se réparer. Enfin on a invoqué la phosphaturie.

Les causes *locales* ont une importance autrement grande. On a signalé l'influence des *épanchements sanguins* volumineux dans le foyer de la fracture, et c'est à cette cause qu'Heydenreich attribue la difficile consolidation des épiphyses, de l'épiphyse supérieure du tibia en particulier. Un nombre considérable d'*esquilles* dépouillées de leur périoste provoquent parfois une irritation intense, de la suppu-