Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 12 (1930)

Artikel: Étude de quelques phénomènes électrochimiques dans l'ostéosynthèse métallique

Autor: Galfrè, Edouard

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-741300

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Sérumalbumine. La détermination des protides totaux a été faite de deux façons. D'une part 2 cm³ de sérum sont additionnés de 2 cm³ d'acide trichloracétique à 20% et de 6 cm³ d'eau; on filtre et l'on fait un dosage d'azote dans le filtrat. Ou bien on traite le sérum par trois volumes d'acétone et on dose l'azote du précipité, séparé par centrifugation.

Azote du filtrat trichloracétique . .	0,67	0,85	0,60
Azote des protides totaux.	12,13	6,52	12,52
Azote du précipité acétone	12,01	6,61	12,06
soit en moyenne	12,07	6,56	12,29
Azote de la sérumalbumine	6,55	2,22	7,11

En calculant la sérumalbumine au coefficient 6,25, on trouve pour les trois sérums 41 ‰, 13,9 ‰ et 44.4 ‰, ce qui donne pour la totalité des protides 78,2 ‰, 42,8 ‰ et 79,8 ‰. Le dosage pondéral a été fait pour les sérums A et B et a donné 74 ‰ et 44,5 ‰.

En résumé, il semble que la précipitation par le sulfate de sodium en solution de plus en plus concentrée fournit des globulines dont la teneur en azote va en croissant. La fraction précipitée à la concentration 21,5% ne diffère pas beaucoup de celle que précipite l'anhydride carbonique, suivant la technique indiquée. Le taux d'azote moyen de ces globulines totales est 14,8%, ce qui permettrait d'adopter le coefficient 6,75 dans le dosage par azotométrie, en admettant que la proportion de l'euglobuline et des pseudoglobulines ne varie pas dans une trop large mesure.

Edouard Galfrè. — *Etude de quelques phénomènes électrochimiques dans l'ostéosynthèse métallique.*

Dans une thèse que j'ai publiée en 1928, intitulée « Nouvelle méthode d'ostéosynthèse résorbable », j'avais soutenu l'idée que la plupart des dégâts dus à l'emploi de matériel massif étaient causés par des phénomènes électrolytiques et que c'était à ceux-ci qu'il fallait attribuer une importance primordiale.

La question a été discutée déjà, mais il n'avait en somme pas été avancé de preuves et on s'était contenté de dire qu'étant

donnée la formation possible de couples il était préférable de s'abstenir d'employer un matériel bimétallique.

C'est pourquoi j'apporte ici quelques chiffres concernant des différences de potentiel constatées entre diverses pièces prises deux à deux, des mesures de conductibilité osseuse et enfin le dosage du calcium mis en solution par les f. e. m. aux dépens du tissu osseux.

J'en arrive à considérer deux causes principales d'échecs opératoires: causes mécaniques (matériel mal placé, mal fixé, mal choisi) et causes électrolytiques, laissant au second plan les causes purement chimiques, fort rares à mon avis.

L'os est une matière vivante, solide et élastique. La compression peut jusqu'à un certain point venir à bout de l'élasticité sans entraîner la mort du tissu par écrasement. Augmentons cette compression, passons la limite d'élasticité et nous aboutissons à la nécrose. Une vis bien placée doit être bloquée, c'est-à-dire que la pression qu'elle exerce sur l'ambiance doit avoir réduit la force élastique, mais elle ne doit pas par un excès de bloquage avoir écrasé les lamelles d'os. C'est affaire de doigté de la part de l'opérateur. Une faute mécanique se traduit assez rapidement par de l'ébat. La pièce mal fixée par un défaut de serrage a laissé persister sous elle les propriétés élastiques de l'os. L'assise n'étant donc pas absolument fixe, toute force appliquée sur la pièce ne sera traduite sur l'os qu'en quelques points principaux qui feront à eux seuls les frais de la résistance. Ce qu'une certaine surface d'os peut supporter sans se nécroser, quelques points n'y peuvent parvenir. Les éléments vivants occupant ces quelques points meurent seuls et se résorbent. L'ébat commence et ne pourra que s'accentuer par la suite, les efforts imprimés sur le matériel de prothèse par les différents groupes musculaires intéressés étant toujours orientés de la même façon. C'est en somme le mécanisme du traumatisme localisé et répété.

Les phénomènes électrolytiques raréfient l'os par déminéralisation et l'on voit immédiatement qu'à cette cause physico-chimique de destruction du tissu va s'ajouter la cause mécanique précitée, ce qui va accélérer l'arrivée du désastre.

Quelle est donc l'importance de cette énergie électro-chimique

développée par une plaque et quelques vis ou anneaux de cerclage, une agrafe cerclée de fil galvanisé ou même un anneau de Parrham isolé ?

Comme on va le voir, ces f. e. m. ne sont point négligeables.

Les mesures qui suivent ont été faites dans les conditions suivantes:

Les pièces métalliques diverses prises dans le matériel d'un service de chirurgie à Genève sont fixées dans un os frais (palette de bœuf) touchant par sa face inférieure une solution physiologique de NaCl. Les mesures de différences de potentiel sont effectuées à l'aide d'un appareil dit « au zéro ».

Vis	Plaques	Millivolts
Fer doré	Acier nickelé	180
» argenté	» »	324
Acier	» »	189
Ruban de Parrham	Plaque Hallopeau dorée	140

Entre deux vis d'acier de qualité différente il a été constaté plus de 100 MV.

Ces mesures n'ont rien d'absolu. Elles ont été faites avec du matériel ayant fatalement des défauts dans le nickelage ou l'argenture, ce qui développe parfois des forces contre-électromotrices. C'est pourquoi ces chiffres sont inférieurs à ceux, théoriques, que donnerait le tableau des tensions de polarisation. Il n'en reste pas moins qu'ils sont fort appréciables.

Il en est de même de la résistance du tissu osseux au passage du courant. Comme on va le voir, cette résistance est loin d'être un obstacle:

Résistance à sec (os sans liquide sous-jacent) *en surface*	4700 Ω sur 30 mm
Résistance à sec (os sans liquide sous-jacent) *couche corticale*.	1300 Ω » 13 »
Résistance légèrement humide (l'os touche par sa base du liquide physiologique) *couche corticale*.	890 Ω » 13 »

Ces chiffres n'ont encore rien d'absolu, mais ils montrent en tous cas une conductibilité importante. Cependant, quel que soit leur intérêt, il fallait encore prouver que les courants produits étaient capables de faire passer en solution et de

déplacer le calcium (magnésium) contenu dans l'os sous forme de sels insolubles (phosphates, carbonates, fluorures).

C'est pourquoi l'expérience suivante a été montée:

Un disque d'os frais (diamètre 3,5, épaisseur 1 cm) pris dans une diaphyse sert de séparation à deux chambres parfaitement étanches, contenant chacune la solution physiologique de NaCl. Dans la chambre A on plonge un ruban de Parrham (acier doux), dans la chambre B on plonge une plaque de Hallopeau en acier doré. Cette plaque est entourée d'un peu de bioxyde de manganèse pour faire un dépolarisant. A l'extérieur la lame et la plaque sont réunies par l'intermédiaire d'un milliampèremètre. Dès la mise en circuit, l'index marque 1,5 milliampère! 18 heures après 1 mill.; 48 heures après 0,8 mill. et ainsi de suite en décroîssant jusqu'au 8me jour où le courant tombe à 0,4 milli-ampère.

Microdosage du Ca par la méthode de Clarke:

Liquide témoin: eau physiologique employée	Pas de Ca
» chambre B: plaque dorée, pôle + ...	» » »
» chambre A: acier, pôle — . .	5,22 milligrammes de Ca élément.

Voici donc prouvée la mise en solution de l'ion. calcique par la simple f. e. m. développée par des pièces métalliques utilisées en ostéosynthèse.

La réaction s'est arrêtée là parce qu'elle se passe dans un système qui n'a pas d'échanges. Les liquides ne se renouvellent pas et le dépolarisant s'épuise. *In vivo* le dépolarisant est constitué par les éléments cellulaires des circulations sanguines et lymphatiques, qui ont toutes les qualités requises pour jouer ce rôle.

Ce qui précède me permet donc d'affirmer qu'un matériel bimétallique forme une série de couples en chaîne fermée. Dans le cas de la prothèse Parrham-Hallopeau nous avons les couples acier-or, or-os, os-acier. Comment se passe la décalcification ? Nous assistons à une électrolyse du NaCl (principalement) du sang et de la lymphe.

A l'or, pôle + se dégage l'acide qui peut désormais réagir sur les sels de Ca environnants et fait passer le Ca en solution sous forme de $CaCl_2$ qui est entraîné par les circulations lymphatique ou sanguine. C'est là le mécanisme le plus simple auquel on puisse penser. La réalité est sans aucun doute plus complexe.

Dans son très beau livre sur l'Ostéosynthèse métallique, Robert Frantz montre, entre autres, deux coupes d'os dans lesquelles, sous la plaque d'Hallopeau la couche compacte est devenue spongieuse [1]. A mon avis l'aspect de ces figures ne laisse aucun doute.

Mais ce n'est pas tout, nous pouvons aller plus loin dans les conclusions. Que faut-il en somme pour faire couple ? deux milieux conducteurs de nature différente.

En physico-chimie on sait qu'une solution quelconque d'un sel (électrolyte) peut faire couple avec une solution du même sel, mais de concentration différente.

Un unique anneau de Parrham placé entre le périoste et l'os va nous donner une petite chaîne de couples: Acier-os, os-périoste, périoste-acier. L'os et le périoste sont deux milieux conducteurs différents par leurs composants. L'intrusion de cette lame d'acier va permettre la formation des trois couples nécessaires à la chaîne et, en plus de l'effet de serrage opéré sur l'os, l'anneau de Parrham va provoquer des phénomènes électrolytiques, concentrés sur un petit espace.

Cependant toutes les ostéosynthèses n'ont pas donné des échecs, bien qu'ayant toutes très certainement provoqué la formation de couples plus ou moins actifs. Comment expliquer que dans certains cas il y ait électrolyse et que dans d'autres on n'en voit pas trace ? C'est que nous avons là en présence deux facteurs antagonistes: le pouvoir recalcifiant, propre à chaque individu, opposé aux phénomènes d'électrolyses plus ou moins actifs suivant les métaux employés. De la victoire de l'un ou de l'autre de ces facteurs dépend le résultat: consolidation ou raréfaction osseuse.

D'autre part, ne peut-on pas interpréter certaines suppura-

[1] Robert FRANTZ, *L'Ostéosynthèse métallique*, pages 75-76. Masson, Paris.

tions aseptiques comme des phénomènes cytotactiques + ou — de la part des globules blancs ?

Dans un prochain article j'espère apporter à ce sujet quelques éclaircissements.

Conclusions: *a*) Il est facile, presque inévitable, lors de la mise en place d'une prothèse, de provoquer la formation de couples électriques;

b) Ces couples mettent en jeu des f. e. m. importantes;

c) A eux seuls ils peuvent produire la mise en solution et le déplacement du calcium (de même pour le Mg).

Ce qui a été fait avec les métaux précités, or-acier, peut se répéter avec n'importe quels métaux, la qualité ne fait rien à l'affaire. Je pense que tôt ou tard on abandonnera les méthodes d'ostéosynthèses métalliques massives, qu'elles emploient un matériel bimétallique ou monométallique, car comme je l'ai dit plus haut à propos du cas de l'anneau de Parrham isolé, je ne crois pas qu'il suffise d'employer un métal unique pour tourner la difficulté, puisqu'il y a autour de l'os une zone, le périoste, de constitution très différente, qui peut intervenir.

Il faudra en arriver à l'ostéodèse, employant du matériel léger, non conducteur en tout ou en partie, réduire au minimum les contacts métalliques avec l'os, c'est-à-dire ne plus cercler ou traverser avec du métal.

Séance du 18 décembre 1930.

Louis Deshusses et Jean Deshusses. — *Dosage des principes actifs du pyrèthre.*

Staudinger et Ruszicka ayant complètement élucidé la constitution des matières actives du pyrèthre, l'analyse en est devenue possible. La méthode analytique élaborée par Staudinger et Harder (1927), modifiée par Tattersfield et Hobson (1929) permet la détermination des deux pyrèthrines actives. La technique que nous appliquons a été décrite