

« Les biomatériaux orthopédiques »

Les biomatériaux sont très utilisés en chirurgie orthopédique depuis de nombreuses années. Ils sont divisés en trois grandes catégories. Les métaux sont surtout utilisés dans les ostéosynthèses et les arthroplasties, les céramiques comme surfaces de frottement ou d'ostéoconduction, et enfin les polymères dans de très nombreuses applications. Les propriétés vont conditionner l'utilisation d'un biomatériau dans un but précis. De la même façon. Tous ces biomatériaux peuvent être implantés de manière définitive ou provisoire, ce qui a des conséquences dans leur sélection. Ces matériaux sont soumis à de très nombreuses règles de sécurité. La responsabilité du praticien étant engagée dans l'utilisation d'un biomatériau, il est important de connaître les conditions légales de validation d'un biomatériau, ses propriétés ainsi que ses applications en pratique clinique.

Les biomatériaux orthopédiques doivent être classés en fonction de leurs composants, de la réponse biologique qu'ils provoquent et de leurs propriétés de surface et de masse. Parmi les matériaux de référence choisis, on retrouve par ordre de priorité :

- Titane.
- Alliages chrome-cobalt.
- Oxyde d'aluminium.
- Aciers inoxydables.
- Polyméthylméthacrylate (PMMA).
- Poly(acide lactique-*co*-acide glycolique) (PLGA).

| Matériaux | Application | Avantages | Inconvénients |
|--|---|---|---|
| Acier inoxydable | Ostéosynthèse(p laque clou vis) Prothèse articulaire | Cout peu élevé Plasticité Technologie aisée | Corrosion Fatigue Rigidité |
| Chrome Cobalt coulé | Ostéosynthèse, Prothèse articulaire | Résistance a la corrosion | Résistance très médiocre a la fatigue Pas de plasticité Relargage de Cr Rigidité |
| Chrome Cobalt Forgés | Prothèse articulaire | Résistance a la fatigue et la corrosion | Technologie difficile Cout élevé Rigidité |
| Chrome Nickel | Tiges fémorale | _____ | Relargage du Ni |
| Titane Aluminium Vanadium | Ostéosynthèse | Grande résistance a la fatigue et la corrosion | Cout élevé |

« Alliages dentaires »

Les alliages précieux

L'utilisation des alliages précieux a diminué depuis les années 1970. L'évolution défavorable du coût de ces matériaux et le développement des revêtements compensateurs destinés aux alliages non précieux ont amené de nombreux praticiens à proposer plus rarement ces alliages. Les avantages des alliages précieux sont nombreux, en particulier sur le plan biologique et pour leur résistance à la corrosion.

L'or est utilisé à des concentrations plus ou moins élevées dans les alliages précieux pour la coulée de pièces prothétiques. Il est associé à des éléments : platine, palladium, iridium, osmium, rhodium et ruthénium.

Composition :

A. Constituants principaux :

- L'or (Au) : Inerte chimiquement, il augmente la résistance à la corrosion. Il confère à l'alliage sa ductilité et augmente la densité. Il élève la température de fusion. Il se combine avec le cuivre, lors du traitement thermique pour durcir l'alliage. Il donne à l'alliage la couleur jaune.
- Le platine (Pt) : Inerte chimiquement, il augmente la dureté. Additionné à l'or, il améliore encore la résistance à la corrosion., au-delà de 12 %, il blanchit l'alliage.
- L'argent (Ag) : Actif chimiquement, il contribue à la ductilité de l'alliage. L'argent tend à blanchir l'alliage (métal blanc). Il diminue la densité de l'alliage, qu'il durcit en association avec le cuivre. Il se corrode en présence de soufre.
- Le cuivre (Cu) : Très actif chimiquement, il augmente la résistance mécanique et la dureté de l'alliage. Il diminue sa densité. Il abaisse le point de fusion de l'alliage et tend à lui donner une couleur rougeâtre (corrigée par la présence d'argent). Le cuivre diminue la résistance à la corrosion de l'alliage (son utilisation doit donc être limitée).

B. Constituants mineurs :

- Le rhuténium (Rh) : Il diminue l'hétérogénéité de l'alliage. Il durcit l'alliage en présence de platine.
 - L'iridium (Ir) : Des micro additions de l'ordre de 0,005 % provoquent une germination homogène des alliages. C'est un affineur de grains.
 - Le gallium (Ga), l'indium (In) et l'étain (Sn) : Ces métaux très réactifs chimiquement abaissent le point de fusion.
- 1.* Le zinc (Zn) : Très réactif chimiquement, il blanchit l'alliage et joue un rôle de désoxydant. Il abaisse la température de fusion et diminue la densité de l'alliage. En

présence de platine, le zinc durcit l'alliage.

Propriétés physiques et mécaniques

Les propriétés physiques et mécaniques des alliages précieux sont très variables en fonction de la composition et des traitements subis lors de la mise en œuvre. Les alliages précieux sont du type ductile. Leur dureté varie en fonction de leur nature, de la mise en œuvre et des traitements thermiques subis.

L'élasticité varie de 80 GPa à 130 GPa. Il est du même ordre de grandeur que celui du titane et des alliages de titane.

Propriétés thermiques

Les propriétés thermiques sont très variables en fonction de leur composition

2. Corrosion

Les principaux métaux contenus dans les alliages précieux sont résistants à la corrosion. La présence de cuivre ou d'argent dans l'alliage peut entraîner une corrosion à chaud de l'alliage.

Les alliages non précieux

Outre les alliages à base de titane. Deux grandes classes d'alliages peuvent être distinguées: les alliages à base de nickel et de chrome et les alliages à base de cobalt et de chrome.

Les alliages nickel-chrome, se sont développés dans l'industrie pour répondre aux besoins d'alliages inoxydables résistants à haute température. il faut attendre les années 60 pour voir leur usage se développer dans les restaurations prothétiques fixées.

Les alliages cobalt-chrome, ont été utilisés dans leur première application dans la confection des châssis métalliques de prothèse amovible partielle et en orthopédie dento-faciale, en raison de leur excellente rigidité sous faible épaisseur et de leur bonne tolérance biologique.

Ils sont souvent utilisés dans toutes les réalisations prothétiques fixes ou amovibles, à la fois pour des raisons mécaniques et économiques évidentes.

1. Composition :

Dès 1979, Burdairon et Degrange proposaient de les classer en trois groupes :

- Les alliages nickel-chrome-fer contenant, comme éléments d'addition, du bore, du manganèse et du fer.
- Les alliages nickel-chrome contenant de l'aluminium et du molybdène, avec parfois des additions de béryllium, de titane, de tantale et de tungstène.
- Les alliages nickel-chrome riches en nickel, contenant du silicium et du bore.

2. Propriétés physiques et mécaniques

Les propriétés des alliages Ni-Cr et Co-Cr sont regroupées dans une fiche technique. Il est fortement conseillé aux utilisateurs de consulter la fiche technique de l'alliage pour des informations plus précises sur ces données. Cette procédure associe un ensemble de phénomènes comme la solidification, et éventuellement des traitements thermiques. Tous ces phénomènes interfèrent sur la microstructure et les propriétés mécaniques des pièces coulées.

3. Corrosion

Le chrome est le principal responsable de la passivité des alliages nickel-chrome en milieu buccal. À partir d'une teneur suffisante (13 %), c'est le recouvrement complet de la surface de l'alliage par une fine pellicule d'oxyde qui lui confère cette propriété.

La présence de molybdène augmente la résistance du nickel à la corrosion dans des solutions d'acides (chlorhydrique et sulfurique) ou dans des solutions salines (chlorures de sodium)

Les métaux ou alliages métalliques :

Ils sont considérés comme les premiers à avoir été utilisés pour faire des implants.

Le fer, l'or, le cuivre ou l'argent pouvaient être employés en chirurgie dentaire ou orthopédique. Ce sont les premiers implants retrouvés dans l'histoire de l'humanité. Ils ont été choisis en premier lieu parce qu'ils avaient de très bonnes propriétés mécaniques. Cependant tous les métaux ou alliages subissent une forte corrosion lorsqu'ils sont implantés car le corps humain est un milieu particulièrement agressif (présence d'ions chlorures et pH ...).

➤ L'acier inoxydable:

C'est le plus souvent utilisé en chirurgie orthopédique. L'intérêt de l'acier inoxydable dans ce domaine réside dans ses propriétés mécaniques. Cet alliage principalement composé de fer/carbone auquel on ajoute du chrome, nickel, manganèse et molybdène est particulièrement ductile. « La ductilité désigne la capacité d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre ». Toutefois, il se corrode vite et des irrégularités apparaissent à sa surface (effets de « piquûration »).

➤ L'or:

C'est un matériau non oxydable, possédant moins d'irrégularités de surface, est souvent utilisé en tant que revêtement. Cependant, concernant les implants cardiovasculaires.

➤ Le titane :

Présentent une très grande résistance à la corrosion. Sa légèreté et sa très grande résistance mécanique font de lui un des métaux les plus utilisés (malgré son coût élevé). De plus, il possède une qualité toute particulière : la propriété de « mémoire de forme ». Un changement de température entraîne une modification de sa structure cristalline, ce qui a pour résultat de modifier sa forme initiale. On le retrouve dans des dispositifs médicaux tels que les prothèses, vis, implants dentaires, stents ou filtres à veine cave.

➤ Les alliages de cobalt-chrome :

Sont très résistants à l'usure. Ils sont donc utilisés pour des implants subissant un fort frottement tels que les prothèses ou les valves cardiaques. Ils restent cependant un peu plus chers que l'acier inoxydable.

➤ L'alliage à base de chrome, nickel, molybdène et cobalt :

Sa très grande résistance à la traction mécanique, à la corrosion ainsi que sa bonne biocompatibilité, font de lui un candidat idéal pour les implants orthopédiques.

Malgré leurs propriétés thermomécaniques remarquables, l'utilisation de métaux ou d'alliages métalliques est limitée par plusieurs facteurs : les difficultés de mise en forme en raison de leurs propriétés mécaniques, les phénomènes de corrosion, de dégradation, de libération de débris dans l'organisme, des réactions immunitaires et une hypersensibilité.