مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (25) العدد (14)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (25) No (14) 2003

استخدام التيتانيوم في الغرسات السنية ؟

الدكتور ابراهيم تركماني*
الدكتور حسان حامد**

(قبل للنشر في 2003/8/31)

□ الملخّص □

منذ القديم والإنسان يبحث عن بديل المناسب للأسنان فقد استخدم عظام الحيوان واستخدم المعادن وكان استخدام المعدن الأصفر الذي يقاوم التآكل بشكل ممتاز اختيار موفق في ذلك الزمان.

لكن هل الذهب هو المعدن المناسب لكي يكون البديل عن الأسنان بالطبع لا، وذلك لعدة أسباب أساسية وهي اختلاف الذهب في العديد من خواصه الفيزيائية والكيميائية عن مادة الأسنان الطبيعية منها الوزن النوعي والناقلية الكهربائية والحرارية وقيمة التوازن الترموديناميكي أي الترتيب في السلسلة الغلفانية التي تعبر عن تآكل المعدن، لذلك كان لا بد من البحث عن المعدن البديل.

ومع تطور العلم وخاصة فيما يخص علم المواد وتمكن الإنسان من تحضير معادن جديدة لم تكن معروفة في السابق تم تحضير التيتانيوم الذي وجد تطبيقات ناجحة في العديد من المجالات، ومنها في طب الأسنان.

تم دراسة سرعة تآكل سبائك التيتانيوم في الوسط الفموي مقارنة مع الذهب والبلاتين والفولاذ غير قابل للصدأ فوجد أن سرعة تآكل سبائك التيتانيوم منخفضة جدا" تسمح باستخدامها، كذلك تم مقارنة الوزن النوعي للأسنان مع الوزن النوعي للمعادن المذكورة فكان التيتانيوم الأقرب لها، وكذلك الأقل سمية للإنسان مما يجعله حاليا" المعدن الأفضل استخداما" في التعويضات السنية.

*أستاذ مساعد في قسم التعويضات- كلية طب الأسنان- جامعة البعث- حمص – سورية .
**مدرس في قسم الهندسة الكيميائية- كلية الهندسة الكيميائية والبترولية-جامعة البعث- حمص- سورية .

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (25) العدد (14)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (25) No (14) 2003

The Use of Titanium in Teeth Implant

Dr. Turkmani Ibrahim*
Dr. Hamed Hassan **

(Accepted 31/8/2003)

□ ABSTRACT □

For a long time man has been looking for the suitable substitute for teeth. So he used the bones of animals and metals. Gold, which resists corrosion was an excellent choice in the point.

But is gold the suitable metal to replace teeth? Of course no. this is because gold is different from the material of natural teeth in its physical and chemical properties in terms of specific weigh, electric and thermic conductivity and potential value in galvanic series. Therefore it was necessary to find another metal.

With the development of science, especially material science, man was able to prepare new metals which were not known before. Titanium has proved many good applications in various fields including dentistry.

Titanium alloy corrosion has been studied in oral environment compared with gold, platinum and stainless steel. It has been found out that corrosion speed of titanium alloy was very low this permits its use in teeth implant.

Besides when the specific weight of teeth was compared with the specific weight of the metals mentioned above, it was found out that titanium was the best substitute. It was least toxic for man this is what makes it the best metal for prosthodontics at present.

***Assistant Prof - Department Of Prosthodontics - Faculty Of Dentistry- Albaath University – Homs –Syria.**
****Lecturer –Department Of Chemical Engineering –Faculty Of Petrochemical - Albaath University – Homs –Syria.**

مقدمة :

ربما كانت الحكمة الإلهية من وجود أسنان لبنية وأخرى دائمة هو أن الفك ينمو، كما أن الطفل لا يعرف العناية بأسنانه فيكون للإنسان فرصة ثانية للحصول على أسنان طبيعية كونه لا يوجد شئ يعادل الأسنان الطبيعية .

ومع هذا نجد أن كثيرا من الناس يفقد أسنانه ويبدأ الإنسان بالبحث عن البديل المناسب فمنذ القديم استخدم الإنسان بدائل للأسنان الطبيعية وربما أول ما فكر به الذهب ذلك المعدن الأصفر الذي يقاوم التآكل بشكل ممتاز. وحتى أن البعض استبدل أسنانه الطبيعية بأخرى ذهبية إشارة على الثراء.

لكن هل الذهب هو المعدن المناسب لكي يكون البديل عن الأسنان ؟ بالطبع لا. وذلك لعدة أسباب أساسية وهي اختلاف الذهب في العديد من خواصه الفيزيائية والكيميائية عن مادة الأسنان الطبيعية منها الوزن النوعي والناقلية الكهربائية والحرارية وقيمة التوازن الترموديناميكي أي الترتيب في السلسلة الغلفانية التي تعبر عن تآكل المعدن .

لذلك كان لا بد من البحث عن المعدن البديل. لكن هل هناك بديل يعوض عن الأسنان الطبيعية ؟ الجواب بالطبع لا يوجد .

لهذا نجد من الضروري قبل البحث عن المعدن البديل دراسة تركيب الأسنان الطبيعية وتحديد الشروط المطلوبة في المعدن البديل وفي الجدول التالي نجد التركيب الكيميائي لكل من الميناء ، العاج ، الملاط والعظم الكثيف

جدول رقم (1) يبين التركيب الكيميائي لكل من الميناء والعاج والعظم

التركيب الكيميائي	الميناء	العاج	الملاط والعظم الكثيف
الماء	2.3 %	13.2 %	32 %
مادة عضوية	1.7 %	17.5 %	22 %
رماد (أملاح معدنية)	96 %	69.3 %	46 %
يوجد في كل 100 غرام من الرماد			
كالسيوم	36.1	35.3	35.5
فسفور	17.3	17.1	17.1
ثاني أكسيد الكربون	3.0	4.0	4.0
مغنيزيوم	0.5	1.2	0.9
صوديوم	0.2	0.2	1.1
بوتاسيوم	0.3	0.07	0.1
كلور	0.3	0.03	0.1
فلور	0.016	0.017	0.015
كبريت	0.1	0.2	0.6
نحاس	0.01	----	----
سيليسيوم	0.003	----	0.04

حديد	0.0025	----	0.09
توتياء	0.016	0.018	----
رصاص	في جميع طبقات السن 0.037-0.0071		في العظم 0.02-0.002

التركيب الكيميائي لكل من الميناء العاج والعظم (عن اوربان) [1]

من هذه الأرقام يمكن الاستنتاج أن المادة الأساسية للسن وخاصة للميناء هي فوسفات الكالسيوم والتي وزنها النوعي 3,18 غ / سم3 وحسب الشكل الهندسي للسن والمواد الأخرى المؤلفة له (العاج والملاط) يكون الوزن النوعي للأسنان اقل من هذا الرقم.

الناقلية الحرارية [6] لفوسفات الكلسيوم فهي بحدود 10^{-5} x 670 (حريرة/سم2 .ثانية) / (°م/سم) كذلك تملك فوسفات الكالسيوم ناقلية كهربائية ضعيفة وتملك المقاومة للتآكل عالية في الوسط الحيوي لهذا يمكن أن نقترح بان تمتلك المادة البديلة الخواص التالية :

- أن يتقبلها الجسم
- مقاومة جيدة للتآكل
- غير سامة وان لا ينتج عنها مواد سامة في الوسط الحيوي
- أن تمتلك صلابة جيدة مع سهولة التشكيل
- أن تكون غير مشعة
- أن تمتلك قوة تحمل من اجل مدة طويلة

سوف نستعرض خواص بعض المعادن شائعة الاستخدام فضلا عن التيتانيوم:

الذهب [3] [9] [10] [11]

وكما ذكرنا سابقا" أول معدن فكر به الإنسان نظرا"لتوفره حرا" في الطبيعة ومقاومته العالية للتآكل

-الوزن الذري 197 غرام لكل جزيء

- وزنه النوعي 19,3 غ / سم3

-الناقلية الحرارية عند درجة حرارة الجسم 10^{-4} x 45 (حريرة/سم2 .ثانية) / (°م/سم)

-الناقلية الكهربائية 0,7 اوم-1. سم-1 عند الدرجة 20°م

البلاتين [2] [6] [7] [8]

يعود تاريخ استعمال البشرية للبلاتين لسنة 1817 والذي بدأ معدنا" ارخص من الفضة يخلط معها لصك النقود ومن ثم ازدادت أهميته نظرا" لمقاومته العالية للتآكل واستعماله في الصناعة وسيطا" لعديد من التفاعلات الكيميائية وهو نادرا" ما يستخدم بصورة نقية في التعويضات السنية فيمزج مع الذهب ،الايريديوم، أو الفضة

-الوزن الذري 195 غرام لكل جزيء

-وزنه النوعي 21,5 غ / سم3

-الناقلية الحرارية عند درجة حرارة الجسم 10^{-4} x 5 (حريرة/سم2 .ثانية) / (°م/سم)

-الناقلية الكهربائية 0,175 اوم-1. سم-1 عند الدرجة 20°م

الفولاذ غير القابل للصدأ (ستانلس ستيل) [2] [6] [7] [8]

وهو عبارة عن سبيكة تحوي الكروم والنيكل والحديد حيث يوجد عدد كبير من السبائك إلا أن السبيكة الأوسع استخداما" في المجالات الطبية هي سبيكة التي تحمل رقم التصنيف 304 حسب الهيئة الأمريكية للمواصفات وهذه السبيكة تتركب من 18 % كروم و8 % نيكل والباقي حديد .

–الوزن الذري حسب نسبة التركيب 55,39 غرام لكل جزيء

– وزنه النوعي 7,82 غ / سم3

–الناقلية الحرارية عند درجة حرارة الجسم 11.13×10^{-4} (حريرة/سم2 .ثانية) / (°م/سم)

–الناقلية الكهربائية 0,1687 اوم–1. سم–1 عند الدرجة 20°م

التيتانيوم [2] [6] [7] [8] [9]

أستحصل على التيتانيوم أول مرة عام 1825 ولم ينتج بشكل صناعي إلا عام 1950 نظرا" لصعوبة تعدينه. يعتبر التيتانيوم العنصر العاشر من حيث الوفرة في القشرة الأرضية إذ يؤلف 0.6% ولكنه مبعثر جدا" تحت التراب

–الوزن الذري 47,9 غرام لكل جزيء

–وزنه النوعي 4,5 غ / سم3

–الناقلية الحرارية عند درجة حرارة الجسم 1.8×10^{-4} (حريرة/سم2 .ثانية) / (°م/سم)

–الناقلية الكهربائية 0,03125 اوم–1. سم–1 عند الدرجة 20°م

بالنظر إلى الناقلية الحرارية والوزن النوعي نجد أن التيتانيوم اقرب هذه المعادن إلى تركيب السن.

التآكل [10] [11]

تم تشكيل خلية تآكلية القطب الأول فيها معدن التيتانيوم مرسبا" على سطحه نوعين من سبائك التيتانيوم والقطب الثاني من أحد المعادن الشائع استخدامها في الغرسات السنية مثل الذهب والبلاتين والفولاذ غير قابل للصدأ (ستانلس ستيل) وذلك لمعرفة من يشكل الأنود في هذه الخلية ومعرفة معدل التآكل، اعتمدت الشروط التالية كوسط فموي :

– محلول ملحي لكلور الصوديوم تركيز 9 غ / ليتر

– درجة الحرارة 37°م

– درجة الحموضة (pH) القطب التيتاني 7,4

درجة الحموضة (pH) القطب الآخر 4 و7,4

– القطب الأول استخدم التيتانيوم مرسبا" على سطحه نوعين من سبائك التيتانيوم

ا: (**Ti, Zr) O**) سبيكة ذات لون ابيض قضي مؤلفة من تيتانيوم – زركونيوم ومعالج السطح بالأكسدة بهدف زيادة المقاومة الكيميائية

ب: (**Ti, Nb) O N**) سبيكة ذات لون اصفر ذهبي مؤلفة من تيتانيوم – نيوبيوم ومعالج السطح بالأكسدة والنترجة بهدف زيادة المقاومة الكيميائية والميكانيكية

– القطب الثاني مؤلف من احد المعادن الثلاث التالية:

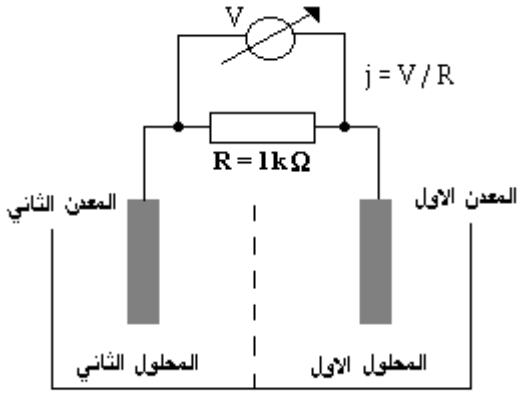
أ– سبيكة ذهبية

ب– سبيكة من البلاديوم

ج–سبيكة من الفولاذ غير القابل للصدأ والحاوي على كروم، نيكل وكوبالت بالإضافة للحديد

واستخدمت الخلية التالية لتحديد قيم التآكل حيث تتألف الخلية من قسمين يفصل بينهما غشاء ليمكن وضع في كل قسم محلول يختلف بالتركيب عن المحلول الموجود في القسم الآخر

القيم الموجبة تعني أن التيتانيوم يشكل الأنود والقطب الآخر الكاتود أما القيم السالبة فتعني أن التيتانيوم يشكل الكاتود والقطب الآخر الأنود علما" أن الأنود هو الذي يتآكل وتتناسب سرعة التآكل طردا"مع قيمة شدة التيار



رسم تخطيطي لخلية قياس كمون التآكل للمعادن

الحالة الأولى

– القطب الأول سبيكة (**Ti, Zr) O**

– القطب الثاني سبيكة ذهبية، سبيكة من البلاديوم، سبيكة من الفولاذ غير القابل للصدأ

كانت النتائج التالية :

جدول (2) يبين قيم شدة تيار التآكل لكل من الذهب والبلاديوم وسبيكة الفولاذ

	pH = 4	pH = 7.4
سبيكة ذهبية	0.08 – 0.04	0.1 – 0.08
سبيكة بلاديوم	0.08 – 0.025	0.08 – 0.025
سبيكة فولاذ	- (0.2 – 0.025)	- (0.5 – 0.025)

القيم تعبر عن شدة تيار التآكل مقدرة بالمكروامبير /سم2

الحالة الثانية

– القطب الأول سبيكة (**Ti, Nb) ON**

– القطب الثاني سبيكة ذهبية، سبيكة من البلاديوم، سبيكة من الفولاذ غير القابل للصدأ

كانت النتائج التالية

جدول (3) يبين قيم شدة تيار التآكل لكل من الذهب والبلاديوم وسبيكة الفولاذ

	pH = 4	pH = 7.4
سبيكة ذهبية	2 – 0.7	1 – 0.08
سبيكة بلاديوم	3.5 – 2.5	2 – 0.5

سبيكة فولاذ	- (0.1 – 3.5)	- (0.05 – 2)

القيم تعبر عن شدة تيار التآكل مقدرة بالمكروامبير /سم2

نستنتج من هذه القيم:

- أن التيتانيوم المرسب على سطحه سبيكة من التيتانيوم – زركونيوم ومعالجة بالأكسدة تقاوم التآكل الغلفاني بشكل أفضل من سبيكة تيتانيوم – نيوبيوم ومعالج السطح بالأكسدة والنترجة.
- أن التيتانيوم يشكل المصعد أي القطب الذي يتآكل مع السبيكة الذهبية أو سبيكة البلاديوم ويشكل المهبط مع السبيكة الفولاذية
- بتطبيق قانون فاراداي بهدف تحديد سرعة التآكل فيما إذا حدث لدينا تشكل خلية غلفانية أي أن يتواجد عند نفس المريض قطعة من معدن التيتانيوم وقطعة من احد السبائك المذكورة أعلاه

$$V_c = \frac{M.I.t}{96500.r.n}$$

نجد أن كل 1 مكروامبير /سم2 يسبب تآكل ما مقداره 8.69 مكرومتر / سنة أي أن 1 ميليمتر تحتاج إلى 115 سنة كي تتآكل وهذه سرعة جدا" منخفضة

السمية [3] [12]

* الذهب والبلاتين لا يتآكلان في الوسط الفموي فلا يعرف لهما سمية
* الفولاذ غير القابل للصدأ وبسبب احتوائه على الكروم، نيكل، كوبالت فجميع أملاح هذه العناصر تعتبر سامة
* التيتانيوم

قام كاروزي Carozzi بدراسة توزع التيتانيوم في سبع عشرة قسم من الجسم البشري فوجدها تتراوح بين 1.5 و10 مكروغرام لكل 100غرام من الجسم كذلك قام لهمان Lehmann وهيرغيت Herget بتغذية حيوانات لمدة تزيد عن 16 شهر بأكسيد التيتانيوم وبعد تحليل نسج أعضاء هذه الحيوانات تبين أن هذه النسج طبيعية

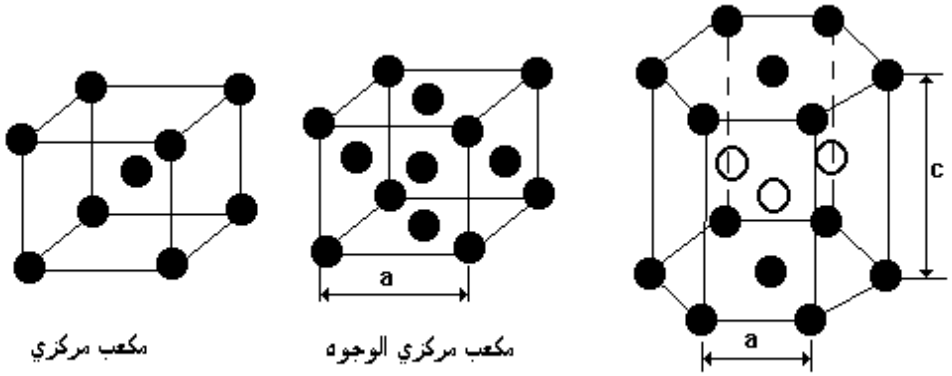
وبالتالي خلصت هذه البحوث أن أكسيد التيتانيوم غير قابل للامتصاص من قبل الجسم ولهذا لا يسبب أي تأثير سمي

فيرنيتي بلينا Vernetti Blina فحص العمال الذين يعملون في أماكن مغلقة في عمليات تعطي غبار ثاني أكسيد التيتانيوم بالأشعة وسريريا" فلم يجد أي قدر محسوس من الضرر

أخيرا" يروي س.فينيتسكي في كتابه قصص وطرائف عن الفلزات حادثة تناول احد الأشخاص كمية 500 غرام من أوكسيد التيتانيوم دفعة واحدة ولم يصب بأذى بالغ

البناء البلوري [4] [9] [13]

قبل البدء في مناقشة البناء البلوري للمعادن نرى انه من المفيد التذكير ببعض الأشكال البلورية التي تتبلور عندها المعادن. الموشور السداسي له شكل موشور يتألف من



مكعب مركزي مكعب مركزي الوجوه موشور سداسي

– فوسفات الكلسيوم الموجودة في النسج المتمعدنة تتكون من الاباتيت (عبارة عن احد أشكال تبلور فوسفات الكلسيوم) والتي تملك بناءا" بلوريا" موشوريا" سداسيا" يملك الأبعاد التالية:

$c = 0.687$ n m و $a = 0.941$ n m

– الذهب بناؤه بلوري مكعب مركزي الوجوه قيمة $a = 0.408$ n m

– البلاتين بناؤه بلوري مكعب مركزي الوجوه قيمة $a = 0.389$ n m

– الفولاذ غير قابل للصدأ (الستانلس ستيل) ويتكون من :

الحديد بناؤه بلوري مكعب مركزي قيمة $a = 0.287$ n m

الكروم بناؤه بلوري مكعب مركزي قيمة $a = 0.289$ n m

النيكل بناؤه بلوري مكعب مركزي الوجوه قيمة $a = 0.352$ n m

– التيتانيوم ويعرف له نوعان حسب البنية البلورية تيتانيوم a وتيتانيوم b

تيتانيوم a بناؤه بلوري موشور سداسي فيه $a = 0.2951$ n m و $c = 0.4679$ n m

تيتانيوم b بناؤه بلوري مكعب مركزي قيمة $a = 0.3306$ n m

بمقارنة ونسب هذه القيم إلى a و c في فوسفات الكالسيوم نجد انه لا يوجد سوى النسبة بين المسافة a لفوسفات الكالسيوم و c للتيتانيوم a تساوي 2.01 قيمة قريبة للعدد الصحيح.

أي أن هناك احتمال وجود ما يعرف في علم المعادن Epitaxi (أي بناء البلوري لمعدن على سطح معدن آخر بشكل يكمل البناء البلوري للمعدن الأساس في البدء، ثم يكمل بلورته حسب بناءه البلوري الخاص به) ويمكن أن يكون هذا سبب ما يسمى طبيا" بالاندخال العظمي Osseo integration أي أن الجسم يتقبل التيتانيوم بشكل جيد

<u>الوزن النوعي</u> [6]

للتيتانيوم وزن نوعي الأقرب للسن والعظم بين جميع المعادن المذكورة مما يعني انه في حال استبدال سن وزنه **2** غرام فيكون وزن كل من :

المادة	التيتانيوم	الذهب	للبلاتين	فولاذ غير قابل للصدأ
الوزن المقابل (غرام)	**2,83**	12,13	13,52	4,92

وهذا يجعل الإنسان لا يشعر بفارق الوزن

القساوة [5]

حسب السلم الذي قساوة الألماس فيه عشر درجات فان قسوة المعادن كما يلي:

المادة	الذهب	التيتانيوم	البلاتين	الحديد	النيكل
القساوة (درجة)	2.5	4	4.25	4.5	5

باستثناء الذهب نجد أن قساوة هذه المعادن متقاربة وجميعها سهلة التشكيل ويبقى الاختيار فيما بينها حسب سعرها فإذا أعطي لحجم معين من الفولاذ قيمة تساوي 1 نجد أن [14]

المادة	التيتانيوم	الذهب	للبلاتين	فولاذ غير قابل للصدأ
وحدة نقدية / غرام	3,46	2500	3118	1

هذه أسعار المعادن الخام دون تصنيع أو معالجة لكن بعد التصنيع والمعالجة تصبح هذه القيم غير صحيحة وخاصة بالنسبة للتيتانيوم الذي يحتاج إلى معدات خاصة للتصنيع كذلك ترسيب السبائك التيتانية على سطحه ومن ثم معالجتها هذه العمليات ترفع سعر التيتانيوم المصنع بشكل كبير مما يجعله يقارب سعر الذهب لكنها ترفع من قساوته ومقاومته للاحتكاك بشكل كبير جدا"

الاستنتاج

للتيتانيوم الخواص التالية:

1 – الجسم يتقبله لكونه ذو وزن نوعي قريب من الوزن النوعي للسن والعظام وهو المعدن الوحيد بين هذه المعادن الذي يملك نفس البناء البلوري لفوسفات الكالسيوم الموجودة في النسج (موشور سداسي)

2 – يقاوم التآكل بشكل جيد نظرا" لتشكل طبقة من أكسيد التيتانيوم على سطحه خاملة كيميائيا" تحمي المعدن من التماس المباشر مع الوسط المحيط

3 – التيتانيوم غير سام كذلك اكاسيده

4 – يملك قساوة جيدة وقابل للتشكيل بسهولة (غير قصف)

مما سبق نجد أن التيتانيوم يعتبر من أفضل المعادن المذكورة للاستخدام في الغرسات السنية

المراجع :

.....

1 – الدكتور فاروق هواش: كتاب علم النسج والجنين الخاص بالفم والأسنان ،مديرية الكتب الجامعية بجامعة دمشق، 1978

2 – البيردوكروك: قصة العناصر، وزارة الثقافة والإرشاد القومي، دمشق ،1981 مترجم للعربية

3 – س. فينيتسكي: قصص وطرائف عن الفلزات، دار مير، موسكو، 1984 مترجم للعربية

4 – الدكتور حسين أبو حامد: الفيزياء الحيوية، مديرية الكتب الجامعية بجامعة دمشق، 1992

5 – ن. سيفريوكوف: المتالورجيا العامة، دار مير، موسكو، 1971، مترجم للعربية

6 - E. U. CONDON and HUGH ODISHAW Handbook of physics, McGraw-Hill, New York, 1967

7- Dr. J. F. van Oss: Materials and Technology, Longman- J. H .de bussy, USA, 1970

8 - C. R. Tottle :An Encyclopedia of Metallurgy and Materials, the material society, Great Britain, 1984

9 - Jean-Marie DORLOT: Des Matériaux, école polytechnique de montréal, Canada, 1986

10 - Leibinger: bone- lock ,Endosteal Implants N° 90-01746 October 1994

11 - J. Bénard, A. Michel, J. Philibert et J. Tabot: Métallurgie Général, Masson, paris, 1989

12 - Lawrence T. Fairhall: Industrial Toxicology, Hafner publishing company, New york, 1969

13 - M. F. Ashby et D. R. H. Jones: Matériaux 2 (microstructure et mise en oeuvre), Dunod, paris, 1991

14 - M. F. Ashby et D. R. H. Jones: Matériaux 1 (Propriétés et applications), Dunod, paris, 1991