

Biomaterial for dental implant

대한치과이식(임프란트)학회
(가톨릭醫科大學齒科學教室)

총무이사 崔 牧 均

I. 머리 말

과학문명의 발달은 자연에 지배받던 인간이 자연을 개발하고 이를 생활에 응용 하므로써 우리 생활을 좀 더 나은 환경으로 개선할 수 있게 하였다.

20세기 후반에 이르러 자연과학의 진보는 우리의 미래를 상상하기 어려울 정도로 고도로 발전되었으며, 그 양상도 과거와 같이 고유의 분야에 국한되는 것이 아니라 서로간에 밀접한 연관성을 갖고 이루어지고 있다.

X-ray나 오늘날의 computer와 같은 정밀기계들의 출현은 의학계에 획기적인 영향을 끼친 좋은 예가 되겠다. 먼옛날 기계공업이 의학계에 준 혜택은 원시적인 의료도구에 불과하였으나 오늘날에 와서는 공학을 떠나서는 더 이상의 의학발전을 기대할 수 없을 정도로 상호 밀접한 관계를 갖게됨에 따라 학문으로서의 생체공학(Bioengineering)이 크게 각광을 받게 되었다.

생체공학은 글자그대로 의학이나 생물학을 이해하고 발전시키는데 공학의 기술이나 지식을 응용하는 학문으로서 협의의 bioengineering, medical engineering, clinical engineering, human engineering 등으로 세분되어 있다.

이같은 치과임프란트에 사용되는 각종 재료들의 기능과 작용을 생체공학적인 면에서 관찰하고자 시도 되었다.

II. Biomaterial

생체공학이 발전함에 따라 생체조직내에서 조직이나 장기를 보충하고 대처할 수 있는 재료들이 많이 개발되었는데 그 대표적인 것이 metal, ceram-

ics, polymer등이다.

(1) Metals for implant

치료를 위하여 Biomaterial을 인체에 사용한 것중 가장 오랜 역사를 지닌 것은 역시 metal로서, 1565년 Petronius가 cleft palate환자에게 gold plate를 사용한 것에서 볼 수 있겠다.

그후 iron, gold, bronze, silver선이 외과적 결찰용으로 사용 되었다.

Levert(1829)는 gold, platinum, silver와 lead-implant를 동물에 실험하여 금속에 대한 조직의 내성을 최초로 연구하였다.

그후 1860~1870년 사이 Lister가 aseptic technique을 의학계에 소개한후 외과적 수술은 새로운 장을 펼치게 되었다. 오늘날 인체에 사용되는 bone plate는 Hansmann(1886)에 의한 nickel-plated steel plate, Thiriard(1894)에 의한 aluminum plate, Lambert(1902)에 의한 brass plate등을 들 수 있겠다.

또한 현재 치과계에서 사용되는 Co-Cr계 혹은 여기에 W. (tungsten)과 Mo. (molybdenum)이 첨가된 합금은 1899년 Hayness에 의해 처음 제조되어 Stellite(Union Carbide Co.)라는 상표로서 공업용으로 사용되다가 1930년경에 Vitallium(Howmedica Corp. Med. Div.)이란 이름으로 이 합금이 치과용으로 채용되었는데 가공이 어려워 주조용으로 사용되었다.

Venable과 Stuck(1936)은 chrome steel, vanadium steel, stainless steel, aluminum, copper, brass등과 함께 Vitallium을 골내실험후 골흡수현상, 전기분해작용 등을 검토한 후 Vitallium의 우수성을 인정하였다.

그후 Vitallium이외도 titanium과 tantalum등이 생체재료학적 혹은 병리조직학적 연구결과로 그 우수성이 인정되어 오늘날 치과임프란트 재료로 널리 사용되고 있다(Table. 1).

Ancient times Chinese acupunture

1565	Petronius	Permanent gold plate for cleft palates
1666	Hieronymus Fabricius	Metal wire to hold wound edges, iron or gold.
1827	John Kearny Rodgers	Loops of silver wire to fasten fragments together-not permanent
1829	Levert	Experiments on dogs, found platinum best
1860's to 70's	Lister	Antisepsis introduced
1886	Hansmann	A strip of metal fastened with screws and the First metal plates.
1894	Thirair	Aluminum plate
1895	Röntgen	X-Rays
1900	Steinbach	Silver plate
1912	Wm O'Neill Sherman	Improved in Lane plates, introduced vanadium steel and 18-8 S Mo steel
1924	Zierold	Metal vs. bone in dogs, various metals
1934-35	Menegaux and Odiette	Effects of metals on bone and other tissues, first mentioned electrolysis.
1936	Venable and Stuck	Experimentation with different metals. Electrochemical relation of metals. Found VITALLIUM to be well accepted.
1940	Campbell et al	Studied ticonium cytotoxicity
1948	Fink and Smatko	Tested Steel and VITALLIUM
1950	Koontz and Kimberly	Tantalum mesh effects
1950	Mirowsky	Tantalum plate effects
1951	Leventhal	Titanium
1954	Jergesen	Titanium investigated
1959-1960	Ferguson, Laing, Hodge	Studied ionization characteristics of metal implants in living tissue.
1964-66	Greene, Jones	Development of electrochemical techniques to measure corrosion rates of metal in-vivo.

Table. 1. Chronological development of metal implants

Requirements for biomaterial(implant metal)

- a) High corrosion resistance
- b) Compatibility with the surrounding tissue
- c) Non-toxic, Non-carcinogenic
- d) Mechanical properties suited to the appliance
 - ① Stress-strain behavior
 - ② Elasticity
 - ③ Mechanical failure
 - ④ Abrasion and wear resistance where required
 - ⑤ Soundness, homogeneity and proper weight
- e) Thermal properties
- f) Surface properties
- g) Easy to fabricate and process on large scale
- h) Clinical application
- i) Impervious to X-ray
- j) Reasonable cost

1) Corrosion resistance

체내에 삽입된 모든 금속은 체액과 상호작용하여 electrochemical reaction이 나타나는데 그결과 생긴 corrosion의 양은 금속의 활성도에 좌우된다. 그러나 이런 반응을 과학적인 guideline으로 정하기는 용이한 일이 아니며, 결국 실험을 통하여 결정 지을 수 밖에 없다. 예컨대 삽입된 implant주위에 생긴 조직막(capsule of tissue)이 얇으면 그 implant는 조직과 친화력이 높다고 하는 반면에 그 막이 두터우면 좋지 않다고 하겠는데 경우에 따라서는 그 두터운 막이 어떤 기계적 자극에 의하여 생겼다면 이런 경우의 판별은 implant주위조직(capsule of tissue)의 금속물의 양으로 구별할 수 있다. 즉 기계적 자극에서 온 두터운 막에서는 corrosion이 심하여서 생긴 두터운 막에서 보다 금속물이 적게 나타날 것이다.

Pappas와 Cohen(1968)에 의하면 모든 금속은 체액과 접하여 부식물(corrosion products)을 생성하여 부식막(film of corrosion products)을 형성하게 되는데 이 막(film)이 비교적 불투과성이며 부착력이 있으면 얇은막을 형성하여 계속적인 corrosion 현상을 억제하게 되지만 이 막(film)이 체액과 금속에 대하여 부과성이 비교적 높은 경우거나 혹은 전기화학작용(electrochemical reaction)이 심한경우 corrosion현상이 계속된다고 하였다.

그들은 또한 부식물의 농도가 높더라도 또는 지속적인 부식현상이 나타난다 하여도 이러한 막(fi-

lm)때문에 toxicity는 경감되는 현상을 관찰할수 있었다고 하였다.

동일재료라 하여도 제작방법, 구성성분(alloy 경우), 실험방법 등에 따라 corrosion resistance의 결과가 서로 상이하게 나타나는 경우가 있는데 현재 까지 확인된 바로는 titanium이 가장 높은 corrosion resistance를 보여주고 있다(Fig. 1).

2) Compatibility

이는 이물체(異物體)간에 안정하게 공존할수 있는 능력을 말한다.

Implant로서 biocompatibility라 하면 implant에서 나온 chemical entity가 주위세포 혹은 조직에 유해 작용을하여 implant주위조직이나 혹은 기타 다른조직이나 장기에 생물학적으로 큰 변화를 유발시키지 않는 상태를 말한다. 현재 인체에 가장 많이 사용되는 implant재료중의 하나인 carbon은 metal과는 달리 분극화현상(polarization)이나 galvanic current가 없고 화학적으로 비활성이어서 biocompatibility가 우수하나 biofunctionability가 metal보다 훨씬 낮기 때문에 다른 장기에서와는 달리 치과에서는 많이 사용되지 못하고 있으나 요즘 치과에서도 metal implant의 조직내 친화력을 높이기 위하여 metal에 carbon을 도포하여 사용하기도 한다.

그러나 현재 사용되고 있는 dental implant재료인 titanium과 Vitallium등도 임상적으로 조직과 친화력이 양호한 것으로 나타나 있다.

3) Toxicity

인체에 사용되는 implant는 그 implant 내용물이 유리되어 나와 조직을 손상시키거나 또는 sensitizer로서 조직에 과민반응(allergic reaction)을 유발시키거나 또는 발암성의 가능성이 있는가 하는 것들을 면밀히 검토하여야 하겠다.

예컨대 bone-cement로 사용되는 methyl methacrylate는 여기서 유리된 monomer가 혈압을 급격히 강하 시키며, acrylic monomer도 역시 심장에 유해할뿐만 아니라 respiratory depressant로서도 작용한다. 이러한 현상은 급성으로 단기간에 나타나지만 장기적인 관점에서든 연구되어져야 할 것이다.

구강외과적으로 자주 사용되는 stainless steel, 보철적으로 사용되는 Vitallium이나 implant에 대표적으로 사용되는 titanium과 같은 것은 여러학자들에 의한 조직배양연구 결과 silver, gold, nickel, tin, cobalt, copper, zinc등과는 달리 독성이 없는 것으로 판별 되었다.

4) Mechanical properties

이는 implant의 사용부위와 역할에 따라 다르겠지만 치과보철용 임플란트 재료로서 주로 요구되는 기계적 성질은 첫째 strength against fracture, bending, 둘째 sufficient flexibility라 하겠다.

현재 Vitallium(cast 혹은 wrought)과 titanium(unalloyed)이 이상의 요건을 충족시키는 것으로 인정되어 있다.

이상에 기술한 implant재료로서의 필요조건 외에도 제작이 용이하고 또 임상에 사용하기에 용이한 형태를 만들수 있어야 될뿐 아니라 임상에서 조작이 가능하여야 널리 사용될 것이다.

[2] Ceramics

금속 implant를 대신 할수 있는 것으로서는 carbon과 aluminum oxide(Alumina)가 있겠는데 전술한 바와 같이 biocompatibility면에서는 metal보다 우수하겠으나 강도와 탄성이 metal보다 불량할 뿐 아니라 현재 소개되어있는 이들 implant(원통형)는 그 성질상 blade type implant의 형태로 사용하기가 곤란하기 때문에 실제임상에서사용시 파절의 우려 외에

도 골손실이 크기 때문에 임상에서 실패률이 metal blade implant보다 훨씬 높은 것이다. 따라서 요즘에와서는 두가지 재료의 장점을 이용하여 만든 carbon coated metallic blade-type implant가 소개되어 있다.

III. 결 론

현재 사용되고 있는 치과임플란트 재료를 biocompatibility와 biofunctionability면에서 검토한 결과 titanium(unalloyed)과 Vitallium이 가장 우수한 재료로 판단되었다.

그러므로 blade-type implant와 subperiosteal implant만을 선택적으로 인정한 Harvard NIDR Consensus Development Conference(1978)의 결정에 따라 titanium을 blade-type implant에 또한 Vitallium을 subperiosteal implant에 사용하는 것이 좋겠으며, ceramics나 polymer는 향후 더 다각적인 연구가 뒷받침된 연후에 다시 논의되어야 하겠다.

Fig. 1. Pre-operative scanning electron micrograph of metal surfaces of 1) Vitallium, 2) tantalum, 3) titanium, 4) gold-platinum and post-operative(one year after insertion into dog jaw) S.E. M. of metal surfaces of, 5) Vitallium, 6) tantalum, 7) titanium, 8) gold-platinum, showing high corrosion resistance on titanium.



