

치과 영역의 임플란트로서의 인공턱관절재건술: Part I - 재료 및 기계적 특성

정동영, 팽준영

경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과

Total TMJ replacement as another implant in maxillofacial area: part I - materials and biomechanics

Dong-Young Chung, Jun-Young Paeng

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kyungpook National University School of Dentistry, Daegu, Korea

Total TMJ replacement is the last treatment option for the end-stage TMJ disease. The joint prosthesis has become popularized recently in orthopedic field. However, the TMJ prosthesis was applied relatively slowly in clinical situation because of the failure of Viteck prosthesis in early 1990s. The TMJ prosthesis available recently showed safe long-term results. Only the BioMet microfixation system is available in Korea at present. That system is stock device with some options according to the size of component. This review series is composed with with three part. Part I is on the materials and biomechanics, part II is on the surgical procedures, part II is on the long-term follow up and complications. (JOURNAL OF DENTAL IMPLANT RESEARCH 2015;34(2):52-55)

Key Words: Total TMJ reconstruction, End-stage TMJ disease, Temporomandibular joint

서 론

타이타늄으로 이루어진 치과임플란트는 이미 그 확고한 과학적, 임상적 기반을 가진 의료로서 자리잡았다. 정형외과분야에서도 고관절, 슬관절, 견관절의 인공관절 시술이 보편화된 상황이다. 턱관절의 질환에서 인공관절을 이용한 대체술은 치과임플란트만큼의 장기적인 결과를 가지고 있지는 않지만, 임상적으로 그 효용성을 인정받아 안정적으로 사용되고 있는 것으로 알려져 있다¹⁻³⁾.

인공턱관절치환술(TMJ Total Joint Replacement, TMJ TJR)은 진행된 말기 턱관절질환(End stage TMJ disease)를 치료하는 방법으로 생물학적인 방법이 아닌 생체역학적인 방법을 이용하는 것으로 다른 관절에서의 치환술과 치과용 임플란트 등과 다양한 의학적인 원리를 공유하고 있다. 최신의 새로운 방법이 아니라 10년 이상의 임상적 결과를 가지고 있으며, 논문을 통한 학술적인 뒷받침도 다양하게 이루어진 상태이다. 14년 동안의 추적조사에서 안전하고, 효과적인 장기간의 치료 방법으로 보고되고 있다⁴⁾.

현재 세계적으로 사용되고 있는 인공턱관절은 세가지로 나뉘어 있다. 1) Christensen TMJ Prosthesis System (TMJ Implants, Inc, Golden, CO) 2) TMJ Concepts Prosthesis (TMJ Concepts, Inc., Ventura, CA) 3) Biomet Microfixation TMJ Replacement System (Biomet Microfixation, Jacksonville, FL) 이 중에서 TMJ Concepts는 환자 맞춤형(customized device)으로서 1989년 Techmedica Inc. (Camarillo, Ca)에 의해 개발되었다가 1996년부터 TMJ Concepts Inc. (Ventura, CA, USA)에 의해 생산되고 있다. Christensen TMJ prosthesis의 경우 관절와와 과두부가 모두 금속으로 되어 있는 metal-on-metal 구조로 되어 있기 때문에 금속간의 마모로 인한 금속입자의 발생으로 염증반응의 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.

우리나라를 포함하여 맞춤형에 대한 의약품 허가를 받기가 어려워 많은 나라에서 사용하고 있지는 못하는 실정이다. 우리나라에서는 Biomet 사의 Microfixation TMJ replacement system이 2012년부터 식약청으로부터 허가를 얻어 사용 중에 있다. 특히 관절

Received August 2, 2015, Revised August 20, 2015, Accepted August 23, 2015.

©This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 팽준영, 41940, 대구시 중구 달구벌대로 2175, 경북대학교 치과병원 구강악안면외과

Correspondence to: Jun-Young Paeng, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyungpook National University, 2175 Dalgubeoldae-ro, Jung-gu, Daegu 41940, Korea. Tel: +82-53-600-7561, Fax: +82-53-426-5365, E-mail: jypaeng@knu.ac.kr

부의 골 결손으로 수술할 경우, 이전에 다른 수술 후 추가적인 2차 수술의 경우 의료급여의 대상이 되기 때문에 환자의 경제적 부담이 많이 줄어든 상태이다.

인공턱관절은 주로 말기 턱관절질환에서 관절의 기계적인 운동을 가능하도록 하는 물리적 구조물의 역할을 하는 것이다. 따라서 턱관절의 생리적 운동에 적합한 근육이나 관절원판등이 부각되어 있지 않고 단지 기계적인 하중을 견디고, 활주운동을 어느정도 보상해주는 역할을 위해 설계된 것이다. 차과용 임플란트와 다른 점은 이러한 동적인 운동을 고려한 이식이 필요하기 때문에 환자의 골격적 조건 뿐 아니라, 개구운동을 포함하는 저작운동의 측면을 고려해야만 한다.

본 중설에서는 인공턱관절의 재료적, 기계적 측면에 대해 고찰할 예정이며, 향후 수술적 측면(part II) 그리고 임상적 결과(Part III) 들에 대해 논의할 예정이다.

하악과두 재건술의 발달

관절의 재건술은 오래전부터 시도되어져 왔다. 주로 종양으로 관절부를 포함하여 하악골을 제거하였을 경우나 외상등의 원인으로 발생한 턱관절의 강직증으로 관절의 성형술(arthroplasty)이후에 과두의 높이가 감소하여 개교합이나 하악의 운동이 장애를 받을 경우에 관절의 재건이 필요하게 되었다. 재건하는 방법으로는 Costochondral graft가 대표적으로 사용되었으며, 비골(fibular)을 이용한 재건 혹은 골신장술(distraction osteogenesis)을 이용하는 방법이 사용되어져 왔다. 인공보철물을 사용하는 방법도 꾸준히 시도되었지만, 여러가지 합병증으로 인하여 널리 사용되지는 못하였다.



Fig. 1. Total TMJ Prosthesis Biomet Microfixation TMJ Replacement System (Biomet Microfixation, Jackson- ville, FL).

대표적으로 과두의 재건을 위하여 금속성의 인공 과두가 사용되었으나, 관절와의 흡수로 인하여 두개강내로 보철물이 뚫고 들어가는 합병증까지 발생하였던 것으로 보고되었다.

하지만 오랫동안 인공관절을 이용한 턱관절의 치환술은 임상에 적용되는 것이 조심스러운 상황이었다. 이것은 1988년 시장에 출시되어 1991년 미국 식약청으로부터 금지된 Vittek 임플란트의 경험때문으로 생각된다⁵⁾. 당시 Teflon을 이용한 관절와의 삽입을 수술 후 많은 환자가 foreign-body inflammation에 의한 통증을 호소하였고 이로 인해 실패와 관절 주변부 구조물의 손상을 가져왔다. 하지만 그후에 개선된 재료와 이를 적용한 정형외과에서의 성공을 바탕으로 턱관절에서의 관절임플란트도 안정적인 결과를 보이게 되었다.

인공턱관절의 재료적 특성

인공턱관절은 관절와와 과두의 두 부분으로 구성되어 있다.(Fig. 1) 재료적인 측면을 고려해야 하며, 관절와는 UHMWPE (Ultrahigh molecular weight polyethylene)으로 이루어져 있으며, 과두부분은 Co-Cr-Mo alloy로 이루어져 있다.(Fig. 2, 3) 차과용 임플란트가 순수 타이타늄으로 이루어진 것과는 달리 기계적 하중을 오래 견뎌야 하는 측면에서 Co-Cr-Mo 합금으로 이루어져 있으며, 뼈와 접촉하는 부분은 순수 titanium으로 코팅이 되어 있다. 재료적인 측면에서 정형외과에서 사용되는 슬관절이나 고관절에 사용되는 인공관절과 같은 재료로 만들어져 있다. 금속알러지 중에 가장 높은 비중을 차지하는 것은 니켈로서, 순수 타이타늄으로 만들어진 차과용 임플란트와는 달리 Co-Cr-Mo 합금은 소량이지만 Ni를 함유하고 있으며, 이는 금속 알러지의 반응을 일으킬 수 있어 금속 알러지를 가진 환자에서는 사용상의 주의가 필요할 수 있다⁶⁾.

관절부의 재료로는 Proplast-Teflon (Vitek Inc, Houston, TX, USA), silastic (Dow-Corning Inc, MO, USA), acrylic, bone cement 등이 사용되었으나, 재료적인 문제를 많이 일으켰다. 지금 인공관절의 재료로 많이 사용되는 UHMWPE는 기계적으로

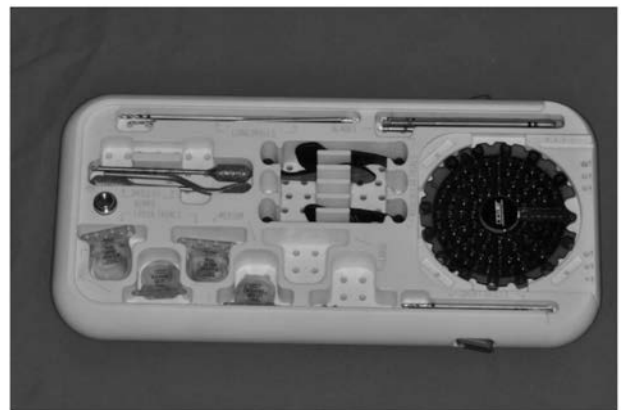


Fig. 2. Trial set includes dummy components, site preparation instruments, and fixation device.

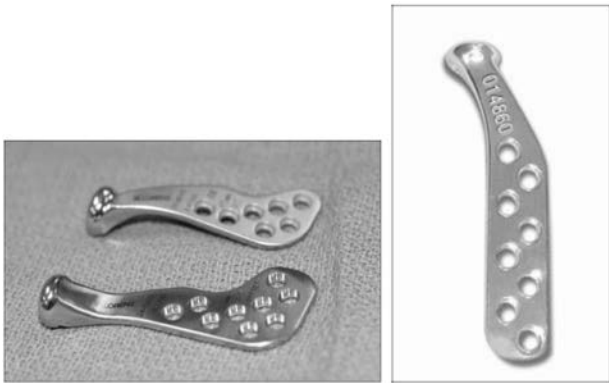


Fig. 3. Condylar components.

마모저항성이 매우 높은 것으로 되어 있으며, 여기에 방사선을 이용하여 cross-link를 시키는 방법으로 마모저항성을 더욱 높인 재료이다. 기계적인 면에서 관절와도 금속으로 만들어지는 것이 유리할 수 있으나, 금속간의 마찰은 오히려 금속의 마모로 인한 particle의 유출로 인해 고관절등 정형외과에서 리콜이 되고 있는 상황이다.

Biomet 시스템은 University of Pennsylvania에서 IRB를 통해 1991년 임상시험을 시작하였으며, 2005년 미국 식약청에서 완전히 허가를 얻었다. 1995년 연구용 장비로 허가를 받은 후 2005년까지 288명의 환자에서 422개의 임플란트를 사용하여 14개의 임플란트가 제거(3.2%)되었으나 이는 감염에 의한 것으로 기계적인 실패는 보고되지 않았다⁷⁾.

인공턱관절의 형태적 특성

과두부의 임플란트는 하악지의 길이에 따라 45, 50, 55 mm의 길이로 구성되어 있으며, 형태적으로는 standard, narrow, offset의 모양을 가지고 있다. 관절와부의 경우 medium과 small로 이루어져 있다. 하악지의 크기에 따라 선택하는 것이지만, 과두부와 하악지의 접촉부가 잘 적합시키기 위해 하악지 외측면을 다듬을 수 있는 기구들을 세트내에 구성하고 있다. 하지만, 인공관절과 하부의 골과의 접촉이 긴밀하여야 하며, 차이가 클수록 미세동요의 가능성이 커지기 때문에 나사의 풀림현상들이 발생할 가능성이 높아진다. 인공관절이 골과 접촉하지 않는 경우에 골에 가해지는 하중은 접촉되어 있을 경우에 비해 35~40%정도 높은 것으로 보고되었다⁸⁾. 이럼 관점에서 맞춤형(custom-made) 장치가 골과의 접촉을 더 긴밀하게 만들 수 있는 장점이 있지만, 수술시에 발생할 수 있는 오차의 가능성이 있으며 그럴 경우 맞춤형 장치의 경우 조절이 어려울 수 있는 단점이 있다. Abramowicz 등은 RP 모형에서의 적합도를 측정하여 관절와부의 경우 34개의 관절 중 28개에서 거의 조절없이도 적합할 수 있었으며, 과두부의 경우에도 26개에서 최소 혹은 조절없이 적합할 수 있었다고 보고하였다⁹⁾. 인공관절과 하부골과의 적합도가 인공관절의 안정도에 가장 중요한 역할을 하지만, 이밖에도 감염,

금속에 대한 민감도, 마모입자(wear particle) 등이 영향을 끼칠 수 있다^{10,11)}.

맞춤형 턱관절이 환자마다 다른 해부학적인 문제에 더 잘 적합할 수 있는 장점이 있으나, 기성품으로서의 인공턱관절 또한 임상적으로 여러가지 장점을 가지고 있다. 관절의 절제 등의 수술 이후에 바로 적용할 수 있다는 장점과 수술전 컴퓨터를 이용한 설계 및 제작의 시간이 필요하지 않으며, 가격 또한 맞춤형에 비해 저렴하다고 할 수 있다. 특히 하악지가 아닌 관절만의 결손이 있을 경우에는 환자마다 해부학적인 차이가 별로 나지 않기 때문에 현재의 몇 가지 크기로 나뉘어져 있는 장비 만으로도 큰 어려움 없이 적용할 수가 있다.

BioMet 장치의 경우 관절와부의 경우 정상해부학적인 관절와의 위치보다 하부에 위치하게 되는 데 이것은 회전중심을 아래로 이동 시킴으로써 활주운동(translation)의 효과를 보여 15%정도의 개구량의 증가를 가져올 수 있다. 또한 관절 주변의 조직에 대한 과부하를 줄여주는 효과를 가지고 있다.

과두부를 하악지에 고정하기 위해서는 과두부 강치에는 7~8개의 나사구멍이 있다. Hsu (2011) 등은 3개의 나사만으로도 충분한 안정성을 얻을 수 있다고 보고하였으나¹²⁾ 그는 교근만을 계산한 것으로 통상 이보다 많은 5개 이상의 나사를 이용하여 고정하는 것이 추천된다. 하지만, 되도록이면 많은 수의 나사를 이용할 것이 추천된다. 전방의 나사는 하지조신경에 대한 손상의 가능성이 있기 때문에 주의를 요한다. 또한 스트레스 분석에서 상부의 나사가 더 많은 하중이 가해지는 것으로 나타났다¹³⁾.

REFERENCES

1. Sanovich R, Mehta U, Abramowicz S, Widmer C, Dolwick MF. Total alloplastic temporomandibular joint reconstruction using Biomet stock prostheses: the University of Florida experience. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43(9):1091-95.
2. Aagaard E, Thygesen T. A prospective, single-centre study on patient outcomes following temporomandibular joint replacement using a custom-made Biomet TMJ prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43(10):1229-35.
3. Wolford LM, Mercuri LG, Schneiderman ED, Movahed R, Allen W. Twenty-year follow-up study on a patient-fitted temporomandibular joint prosthesis: the Techmedica/TMJ Concepts device. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015;73(5):952-60.
4. Mercuri LG, Edibam NR, Giobbie-Hurder A. Fourteen-year follow-up of a patient-fitted total temporomandibular joint reconstruction system. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2007;65(6):1140-8.
5. Henry CH, Wolford LM. Treatment outcomes for temporomandibular joint reconstruction after Proplast-Teflon implant failure. *YJOMS* 1993;51(4):352-8- discussion 359-60.
6. Sidebottom AJ, Mistry K. Prospective analysis of the incidence of metal allergy in patients listed for total replacement of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2014; 52(1):85-6.

7. Biomet Microfixation Temporomandibular Joint Replacement System: a 3-year follow-up study of patients treated during 1995 to 2005. *2012;70(4):787-94.*
8. Chowdhury AR, Kashi A, Saha S. A comparison of stress distributions for different surgical procedures, screw dimensions and orientations for a Temporomandibular joint implant. *J Biomech 2011;44(14):2584-7.*
9. Abramowicz S, Barbick M, Rose SP, Dolwick MF. Adaptability of stock TMJ prosthesis to joints that were previously treated with custom joint prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Surg 2012;41(4): 518-20.*
10. Baumann B, Rader CP, Seufert J, Nöth U, Rolf O, Eulert J, et al. Effects of polyethylene and TiAlV wear particles on expression of RANK, RANKL and OPG mRNA. *Acta Orthop Scand 2004; 75(3):295-302.*
11. Mercuri LG. Avoiding and managing temporomandibular joint total joint replacement surgical site infections. *J. Oral Maxillofac. Surg. 2012;70(10):2280-9.*
12. Hsu J-T, Huang H-L, Tsai M-T, Fuh L-J, Tu M-G. Effect of screw fixation on temporomandibular joint condylar prosthesis. *J. Oral Maxillofac. Surg. 2011;69(5):1320-8.*
13. Ackland DC, Moskaljuk A, Hart C, Vee Sin Lee P, Dimitroulis G. Prosthesis loading after temporomandibular joint replacement surgery: a musculoskeletal modeling study. *J Biomech Eng 2015;137(4):041001.*