

Magnetic overdenture

고려의대부속 구로병원 치과 보철과

황정원 · 신상완

I. 서 론

무치악 치조제는 점차 잔존치조제의 흡수가 진행되어 치조제가 낮아지고 좁아져 의치의 안정과 유지에 불리해져, 총의치 특히 하악총의치의 경우에 만족스러운 유지와 안정을 얻는 것은 매우 어렵다고 할 수 있겠다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 여러가지 보조적인 유지수단이 사용되어 왔다. 의치의 보조유지 수단으로는 대표적으로 의치 접착제를 사용하는 방법, overdenture의 지대치에 attachment를 부착하여 유지를 얻는 방법, 골내 임플란트를 이용한 보철수복방법등을 들 수 있다. 치주치료와 근관치료의 발달로 overdenture는 일반적으로 널리 사용되는 치료개념이 되었다. 치아를 잔존시키면 잔존치 주위의 치조골 흡수가 방지되며, 의치에 가해지는 교합압이 치아와 점막에 분산되어 의치의 지지가 향상되고, 자연치 치근막에 있는 고유수용성감각을 보존할 수 있는 장점도 있다.

Magnet를 의치의 유지수단으로 사용한 것은 오래되었으나 임상적 실효를 얻지 못해 사용되지 않다가 1960년대 말 rare earth magnet이 발견되면서부터 의치의 유지장치로서 충분한 유지력을 얻을 수 있게되어 널리 사용되었다. Magnet attachment는 male-female개념을 이용하지 않으므로 resilient type의 attachment는 아니지만 rigid attachment처럼 지대치에 힘이 집중되지는 않으며¹⁾ 적용범위가 넓다. 또한 기공과정과 유지관리가

비교적 단순하다. 이 글에서는 magnetic attachment의 과학적 배경과 임상적용에 대해 논하고자 한다.

II. 역사적 배경

1950년대에는 한쌍의 alnico bar magnet를 같은 극(pole)이 서로 마주 향하도록 상하총의치의 구치부에 파묻어서 반발작용에 의해 의치가 치조제 위에 안착되도록 시도하였다²⁾. 그러나 하악의 운동은 단순히 수직적인 것이 아니므로, 하악이 전방 측방으로 운동시 자석의 반발작용의 균형이 맞지 않아 의치의 동요가 생기고 잔존치조제의 흡수가 촉진되는 결과를 낳았다.

1960년초 Behrman³⁾은 자석의 인력을 이용하여 의치의 유지를 도모하였다. 그는 무치하악에 Teflon이 코팅된 Co-Pd bar magnet를 매식하였고, 또 다른 자석은 의치상에 매몰하였는데 하악골에 매식한 자석과 반대극으로 위치시켜 의치상에 매몰하여 자석사이에 생기는 인력을 이용하려고 하였다. 그러나 자석의 대응부끼리는 긴밀히 접촉되어야 인력이 최대로 생기며, Behrman의 시도에서처럼, 자석의 대응부사이에 골, 골막, 점막, 의치상이 5-10mm 정도의 두께가 되면 자석의 인력이 대부분 상실된다. 골내 매식된 자석과 의치상내 매몰된 자석을 최대한 가깝게 위치시키면, 자석의 인력으로 인하여 골내 매식된 자석에 교정력이 생겨 자석이 골, 골막, 점막을 관통하여 구강내에 노출된다. 노출된 자석주위로는 결체조직막 형성, 상

피의 이동, 만성염증이 생길 수 있다. 1962년 Toto등⁴⁾은 Pt-Co합금을 개의 하악에 식립하여 24 시간에서 3개월간 표본을 관찰하였다. 인접한 자석이 있을 경우는 염증, 골괴사, 자석의 이동 등의 반응을 볼 수 있었으나 자석을 단독으로 식립하였을 때 골조직이 잘 견디는 것을 관찰하였다. 그는 Pt-Co합금 자석자체는 골조직에 무해하다고 하였다. Behrman은 이 방법으로 450명을 치료했지만 여러 가지 문제가 생겨 1960년대 이후로 magnet는 수년간 거의 사용되지 않았다.

자석이 보철물의 유지수단으로 다시 관심을 끈 것은 1967년 전이원소(transitional element, Cobalt 또는 Iron)에 lanthanum 계열(rare earth element)의 원소를 섞으면 매우 강한 자력이 발휘됨이 발견되면서부터이다⁵⁾. 1세대 rare earth magnet은 전이원소인 코발트에 희귀원소 사마리움을 혼합한 코발트사마리움(Co-Sm)합금이다. 이 자석은 Ferite또는 Alnico magnet에 비해 부피당 자력이 2-6배정도 강하여 매우 작은 크기(mm단위)에서도 200-300g의 자력을 발휘할 수 있으며^{6,7)} overdenture지대치 치근위에 위치시킬 수 있었다. 또한 통상적인 자석에 비하여 탈자성에 대한 저항성(intrinsic coercivity)이 20-50배 정도여서 자성의 영구성을 갖게 되었다. 이 자석의 사용과 관련하여 구강내에 발생될 수 있는 두 가지 문제점은, 첫째, Co-Sm은 생체분해성 물질이어서 구강내에서 용해됨에 따라 자력이 감소된다는 것이다. 부식물질은 독성은 없지만 치은과 의치상의 영구적 변색

을 유발시킨다. 따라서 불활성물질로 피막을 입혀야 했다. 둘째, 자기장이 구강내조직에 유해하다는 생각이었다. 이 문제점은 Gilling에 의해 split-pole magnet이 개발되면서 해결되었다. 그는 두 쌍의 자석이 약간의 간격을 두고 반대극끼리 마주보도록 위치시켰고 ferromagnetic stainless-steel keeper를 사용하였다. 자석과 keeper가 접촉하면 외부자장은 존재하지 않게 된다. 자석은 의치상의 조직면에 매몰하고 stainless-steel keeper는 잔존치근에 묻혀서, 의치를 제거하면 자성을 띠지 않는 keeper만 남게 된다(Fig. 1). 이후 Cerney에 의해 자장과 자석은 실제로 혈중세포나 주위조직에 무해하다는 것이 증명되었다⁸⁾. 제 2세대 rare earth magnet는 전이원소 Iron에 희귀원소 Neodymium을 합금한 것이다. 여기에 Boron을 첨가하여 결정구조의 안정성을 증진시켰다. 이 새로운 Neodymium-Iron-Boron합금은 부피당 자력이 Co-Sm 합금보다 20%가량 강하다. 희귀원소는 이름처럼 희귀하지는 않으며 따라서 비싸지도 않지만 단지 순수한 형태로 분리, 추출해내기 어렵다는 점에서 그러한 이점이 붙여졌다.

이러한 개발로 1970년대 중반부터 Co-Sm magnet은 교정 및 보철영역에 적용되었고 overdenture에 자주 사용되게 되었다.

III. Rare Earth Magnet의 임상적용

여러 가지 제품화된 rare earth magnet이 있으며,

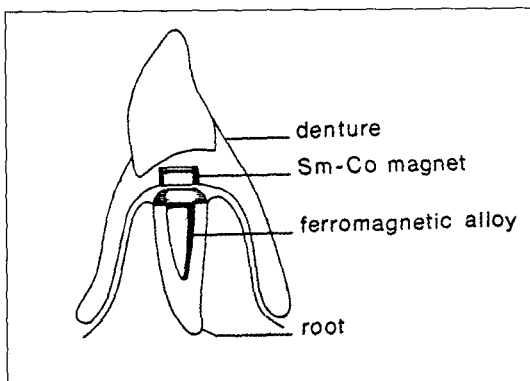


Fig. 1. Schematic representation of a magnetically retained overdenture

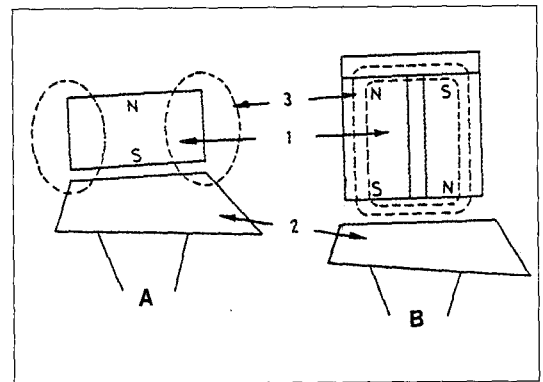
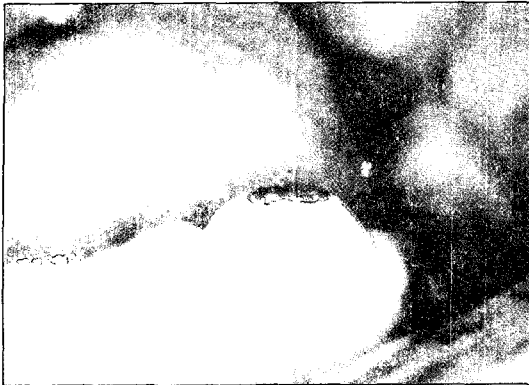
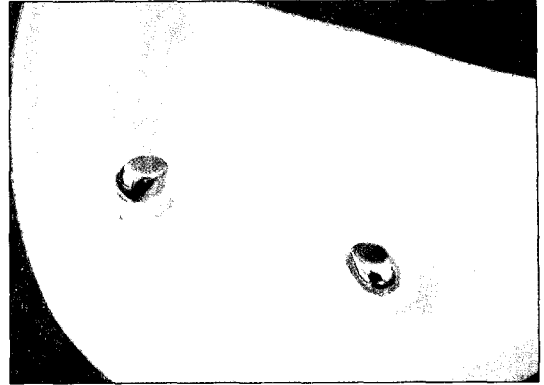


Fig. 2. Diagrammatic representation of open field(A) and closed-field(B) magnetic system. 1, Magnet; 2, Keeper; 3, magnetic flux field



(a)



(b)



(c)

Fig. 3. a, Prefabricated keeper cemented with anticariogenic glass ionomer cement. Polished microfilled composite resin is sandwiched on etched cement to create a dome shape.

b, Full metal coverage of root-abutment with custom-cast, ferromagnetic keepers

c, Full metal coverage of root-abutment with custom-cast containing Ferromagnetic cast-on keeper cement

이들은 open-field와 closed-field로 분류된다(Fig. 2). Open field 시스템의 단점은 자석의 한 극만 사용한다는 것이다. 다른 극에서 나오는 자장이 인접 조직으로 방사되므로 stainless-steel 수저나 젓가락, 포크 등을 끌어당긴다. 계측기나 나침반을 가까이 대면 기기의 표시에 영향을 미치기도 한다. 또한 자장이 클 경우 인접조직에 대한 장기적 영향에 대해 의문시되었다⁹⁾. 이러한 이유로 구강내에 open-field magnet를 사용하는 것은 적절치 않아 보인다.

Closed-field magnet은 외부자장을 없애기 위해 자석구성물을 조합체로 만든 것이다. 두 개의 자석을 철이나 stainless-steel로 만든 강자성판(ferromagnetic plate)을 사이에 두고 연결하면, 외부자장은 최소저항경로인 steel판(keeper)을 통해 shunt된다. 이렇게 하면 외부자장이 제거될 뿐 아니라 두 개의 자석을 사용함으로써 attachment가 더욱 효과적이 된다. 치근자석은 자성을 떨 수 있는 금속합금원판 "keeper"으로 대체되었는데, 처음에는 연성 iron이¹⁰⁾ 나중에는 magnetizable stainless-

steel 또는 Palladium-Cobalt-Nickel주조합금이 사용되었다. 의치가 구강내 장착되면 치근에 위치된 keeper는 자장의 흐름을 폐쇄순환로로 만든다. 의치가 철거되면 치근의 keeper는 자성이 없는 상태로 전환된다. Keeper를 만들어주는 방법으로는 자성을 떨 수 있는 반귀금속합금을 사용하여 coping형태를 주조하는 방법, 기성화된 치근요소를 치근에 접착하는 방법, 자성을 떨 수 있는 cast-on element와 인레이 주조합금을 같이 주조하는 방법 등이 있다(Fig. 3).

부식이나 물리적 손상이 없다면 상품화된 모든 자석유지장치들은 유지력을 영구적으로 보존할 수 있다. 대부분의 다른 attachment는 마모나 재료의 피로로 마찰유지력이 감소되어 주기적으로 수리 또는 교환해주어야 하므로 이런 면에서 자석유지장치의 장점이 있다고 할 수 있다. 그러나 magnet를 구강내에 장기적으로 사용하였을 때 부식 및 변색, 마모 등 유지력 변화에 대한 연구는 드물며, epoxy-resin, stainless-steel로 피개된 magnet의 2년간 임상사용에서 평균 16.7%가량이 유지력이 상

실되었으며 68.3%의 변색, 41.7%에서 부식을 보였다고 보고되었고 특히 epoxy-resin으로 피개한 경우가 변색, 부식률이 더 높았다¹¹⁾. Keeper로 사용되는 ferromagnetic alloy는 구강내 전압에서의 부식저항은 우수한 것으로 보고되었다¹²⁾. 또한 자석 유지장치는 male-female관계가 아니고 surface-surface관계이기 때문에 지대치에 측방압을 덜 가하게 된다. Paralellometer같은 장치가 필요없고 가공과정이 간편하다. 최근의 대부분의 magnet는 Co-Sm계열 또는 Nd-Fe-B 합금으로서, 부식을 막기 위해 stainless-steel로 피복되어 있으며 closed-field system으로 제작된다.

IV. Magnet의 유지특성

자석과 keeper사이에 공기층이 개재되지 않아야 최상의 유지를 얻을 수 있으며, 공간이 증가할수록 유지력은 급격히 감소한다^{13,14)}. 공간이 0.1mm가 될 때까지 가장 급격히 감소하며, 0.2-0.3mm까지는 비교적 완만한 감소를 보인다(Fig. 4). 0.4-0.5mm정도의 공간이 있을 때까지는 임상적으로 받아들여질만한 유지력을 보이며 이때의 유지력은 1 bar와 유사하다고 보고되었다¹³⁾.

일반적으로 attachment는 보철물을 적절히 유지하기 위해서는 400-1000g정도의 견인력을 지녀야 한다¹⁵⁾. 자석유지에 대한 임상경험에 따르면, 500gm(4.9N)의 유지력을 가진 자석장치는 의치를 충분히 유지시킬 수 있으며 4개 이상을 사용할 경

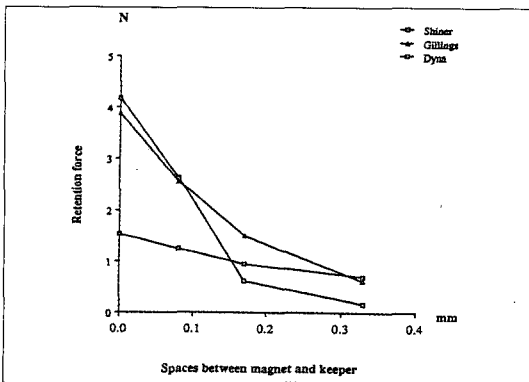


Fig. 4. Mean retentive forces of magnetic systems at various spaces¹⁷⁾.

우 어떤 환자들은 의치제거에 어려움을 겪는다¹⁶⁾. 반대로 자석유지장치의 유지력이 140-310gm(1.37-3.03N)정도이면 overdenture유지에 불충분하며 수평유지력이 53-94gm(0.52-0.92N)인 경우 의치의 수평적 운동에 적절히 저항하지 못한다고 보고되었다. Closed field magnet system의 유지력은 400-600gm정도이다.

V. 임상증례

본 증례의 환자는 46세 여성으로 치아의 심한 동요와 저작시 불편감으로 내원하였다. 상악 우측측절치와 좌우제 1대구치를 제외한 모든 치아가 잔존하였으나, 임상적으로 심한 치아동요도와 방사선사진에서 전 치아에서 중정도 이상의 심한 치조골 흡수를 관찰할 수 있었다(Fig. 5). 전신적 문제는 조절되지 않는 당뇨병을 지니고 있었다. 치료계획으로 하악 양측견치를 제외한 모든 치아를 발치한 후 상악은 총의치를, 하악은 attachment를 이용한 overdenture 수복을 계획하였다. 이 때 적용할 수 있는 유지장치로 완압형 stud attachment, 완압형의 bar attachment, magnetic attachment, telescopic coping을 고려할 수 있었다. 그러나 잔존시킨 견치의 치주지지가 약하였으므로 지대치에 측방압을 덜가하는 자석유지장치를 사용하기로 결정하였다. 입원하에 상하악 치아를 2회에 걸쳐 발치하고 하악 양측견치의 근관치료를 시행하였다.

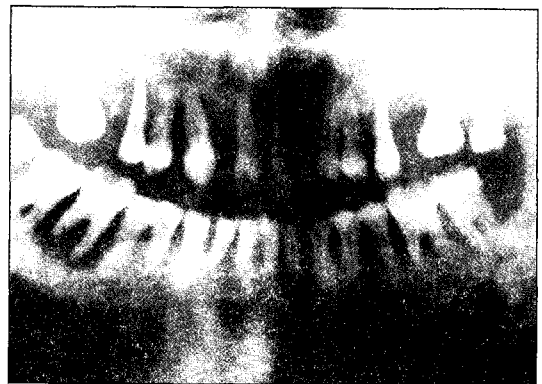


Fig. 5. Panoramic view of patient.



(a)



(b)



(c)

Fig. 6. a-c. Root-abutment preparation & impression Tooth reduction(a), and root-abutment preparation and gingival retraction(b), impression post insertion for pick-up impression taking(c).

1. 일차인상의 채득과 개인 트레이의 제작

무치악기간을 줄이기 위하여 즉시의치의 개념으로 의치를 제작하였다. 먼저, 발치창의 연조직이 치유된 후 impression compound와 알지네이트를 이용하여 일차인상을 채득하고 개별트레이를 제작하였다.

2. 지대치의 형성과 keeper의 부착

본 증례에서 사용한 Magfit 600(GC, JAPAN)은 전치부에서는 4.5mm, 구치부에서는 5.0mm가량의 수직고경이 필요하며 600gm의 유지력을 가진다. 이 장치의 keeper는 coping형성시 인레이 합금에 casting-on하는 방법으로 만들어 줄 수 있다. 근관 치료후 치관을 치은연보다 3mm정도 상방에서 자르고 근관형성을 하였다. Coping을 위한 지대치 삭제후에 근관내에 인상용 포스트(Parapost-Whaledent)를 위치시키고 고무인상재로 인상을 채

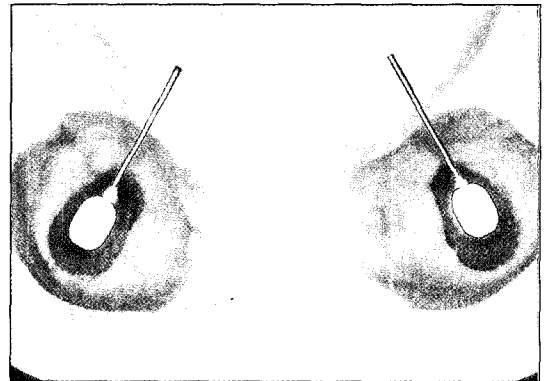
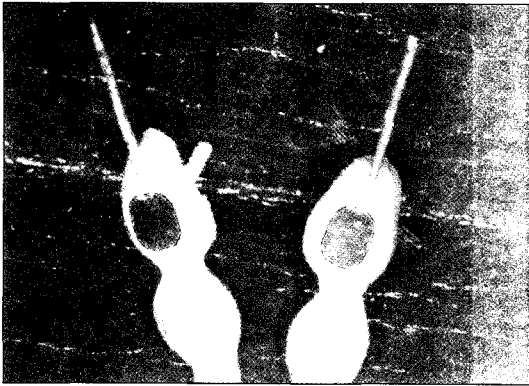
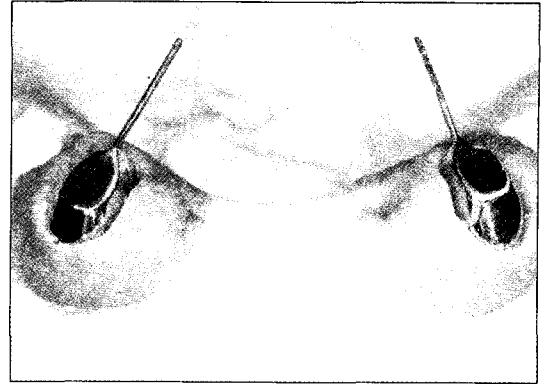


Fig. 7. Cast-on keeper element placed in wax-pattern of coping.

득하였다(Fig. 6). 여기에서 형성된 기공용 모형에 주조용 포스트를 위치시키고 coping을 위한 납형 형성한다. 이 때 stainless-steel keeper를 납형내에 위치시키고 keeper 표면에 왁스를 0.5mm 수평으로 연장한다(Fig. 7). 이는 연마시 제거된다. 납형을 매몰할 때 keeper표면에는 계면활성제를 바르

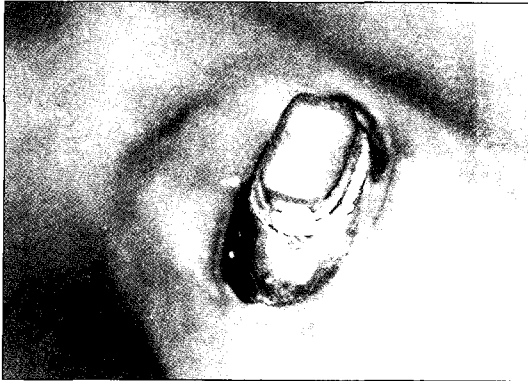


(a)



(b)

Fig. 8. Casting body of casting-on keeper(a), polished cast-on keeper on master cast(b).



(a)



(b)

Fig. 9. Magnetic on keeper(a). Internal view of final impression(b).

지 않아야 주조시 keeper 표면위로 금속이 흘러들어가는 것이 방지된다. 주조압이나 왁스소환시 매몰재내에 묻힌 keeper의 유지봉이 keeper의 변위를 방지한다. 자석은 200°C 이상 가열하면 유지력이 감소되지만 keeper는 그러한 제한이 없다. 그러나 왁스소환시 keeper를 800-1200°F의 온도에서 1-2시간 이상 두면 stainless steel내에 있는 chromium이 mold내에 있는 carbon과 결합하여 chromium carbide를 형성하여 과립간 파괴를 유발함으로써 합금의 부식저항성이 감소될 수 있다. 주조후 연마한다(Fig. 7) 유지봉은 지대치에 접착 전 또는 후에 떼어낸다(Fig. 8).

3. 이차인상채득, 약간관계기록, 납의치의 시적,

의치온성을 통법에 의해 시행하였다.

기공작업중에 자석을 의치에 부착하는 경우, 의치온성시 의치상레진의 변형으로 자석과 keeper사이에 틈이 생길 수 있으며 이것은 유지력을 상당히 감소시키므로 본 증례에서는 의치를 먼저 제작한 후 환자의 구강내에서 직접 자석유지장치를 의치에 붙여주었다. 의치상내에 자석구조체의 공간을 확보하기 위하여 자석구조체보다 2mm정도 크며 형태가 같은 석고 dummy를 주모형상의 지대치위에 부착시키고 의치를 완성해준다. 석고 dummy가 없는 경우는 이차인상채득시 keeper위에 자석을 위치시킨후 인상채득하고, 인상체내에서 자석을 제거하고 석고를 주입하여 모형을 만들

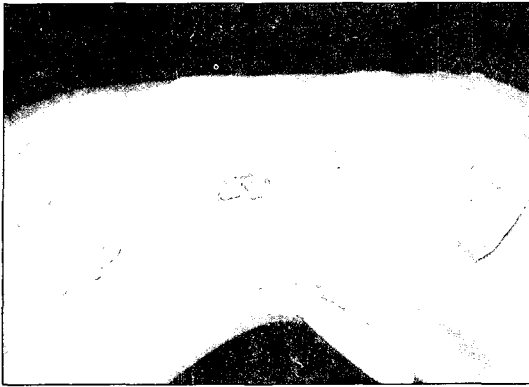
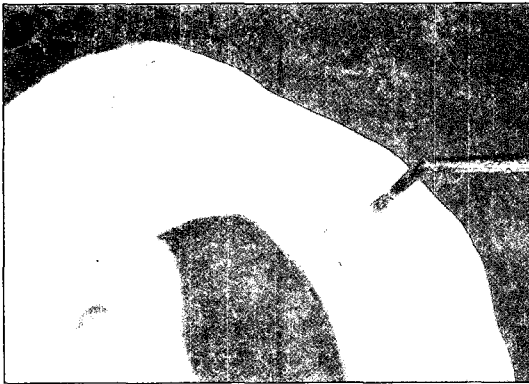


Fig. 10. Checking the inner surface of denture for magnet space with Fit-Checker.



(a)



(b)

Fig. 11. After placing the magnet on keeper exactly, denture bearing fluid autopolymerizing resin were inserted(a). The excess resin escapes through the lingual hole of denture(b).

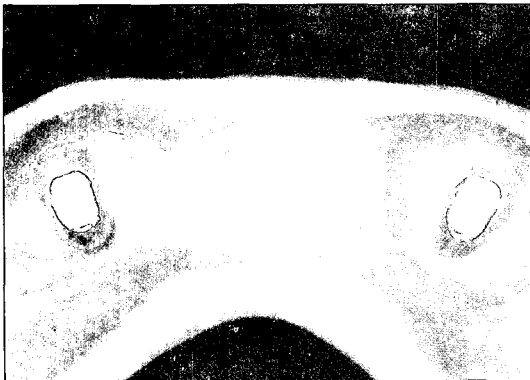


Fig. 12. Magnet-containing mandibular overdenture, tissue surface.



Fig. 13. The finished denture in the mouth

어 준다(Fig. 9).

4. 의치의 장착과 자석유지장치의 부착

자석유지장치를 의치상내면에 부착하기 전에 의치를 환자에게 장착시키고 1-2주간 사용하게 하면서 압점을 야기하는 의치상부위를 조절해 주었다. 이렇게 의치를 3주-2개월 정도 사용하여 점막이 settle-down된후 magnet을 의치에 붙여주면 교합압을 점막과 지대치에 효과적으로 분산시킬 수 있고 유리하며, 이 기간동안 sore spot 등을 조절할 수 있다. 또한 의치사용후 자석유지장치를 삽입하여

유지력을 증가시켜주면 환자에게 자석유지장치로 인한 유지효과를 인식시킬 수 있다. 자석유지장치를 의치내면에 부착시켜주기 위해 먼저 Fit-checker(GC, Japan)로 의치내면의 적합도와 자석이 들어갈 공간을 확인하고 자석의 공간에 연마면 쪽으로 레진의 탈출구를 뚫어주었다(Fig. 10). 원하지 않는 부위로 레진이 흘러들어가 붙지 않도록 분리제를 주변 의치상 표면에 도포하였다. 의치에 접착되는 자석유지장치의 표면은 50um 산화알루미늄 입자로 sandblasting한 후, metal primer를 적용하고 구강내의 keeper위에 정확하게 위치시켰다. 자석을 접착할 때 사용하는 레진(Dyna magnet bond)을 소량 혼합하여 의치상에 마련된 공간에 적당량을 적용하였다. 적당한 양은 구강내에 의치를 위치시켰을 때 연마면으로 여분의 재료가 블록하게 빠져나오는 정도이다(Fig. 11). 레진의 양이 너무 많으면 의치가 완전히 안착되지 못할 수 있으며 레진의 수축으로 인해 자석과 keeper사이에 틈이 생길 수도 있다. 구강내에 의치를 장착시킨 후 레진이 경화될 때까지 환자에게 중심위로 가볍게 교합시켰다. 레진이 경화된 후 연마하고 장착시켜주었다(Fig. 12, 13).

본 증례는 발치후 즉시 의치를 제작하여 준 증례였으므로 이후 주기적인 재이장을 시행하였다.

VI. 요 약

Magnet는 수십년전에는 치과영역에 간혹 사용되어 왔다. 그러나 rare earth magnet의 개발이후로 총의치나 국소의치의 유지와 안정, 심미성을 위해 많이 사용되고 있다. 자석유지장치의 장점은 단순하며, 의치의 변위시 자동적 재안착이 쉽고, 잔존치근에 측방압을 적게 가하는 점, 장치의 재조정이 필요없다는 점, 다른 유지장치에 비해 상대적으로 저렴한 점등이 있다. 임상에 적용시 특별한 술식이 필요치 않으며 치주적으로 지지상태가 충분치 못한 치근이라 하더라도 의치의 지지와 안정에 사용할 수 있어 임상에 널리 적용할 수 있을 것으로 보인다.

참 고 문 헌

1. Labaig C, Marco R, Fons A, Edward JS. Biodynamics of attachments used in overdentures :Experimental analysis with photoelasticity. Quintessence Int 1997;28:183-190
2. Freedman H. Magnets to stabilize dentures, J Am Dent Assoc 1953;47:288
3. Behrman SJ. The implantation of magnets in the jaw to aid denture retention, J Prosthet Dent 1960;10:807
4. Toto PDW, Choukas NC, Sanders DD. Reaction of bone and mucosa to implanted magnets J Dent Res 1962;41:1438
5. Becker JJ. Permanent magnets Sci Am 1970;223:92
6. Cerney R. Magnetodontics, The use of magnetic forces in dentistry, Aust Dent J 1978;23:392
7. Tsutsui H, Kiarchi Y, Sasaki H et al. Studies on the Sm-Co magnets as a dental material J Dent Res 1979 ; 58:1597
8. Cerney R. The biologic effects of implanted magnetic fields, Aust Dent J 1980;25:264
9. Christensen HE. American Dentistry of Toxic effects of Toxic substances, U.S Departments of Health, Educational Welfare. 1976
10. Gillings BRD, Cerny R. Intraradicular anchorage of overally dentures using cobalt rare earth magnets, Aust Soc Prosth Bull 1977;7:27
11. Drago CJ. Tamish and corrosion with the use of intraoral magnets, J Prosthet Dent 1991;66:36-40
12. Vrijhoef MMA, Mezger JM, Zel Greener EH. Corrosion of Ferromagnetic alloys used for magnetic retention of overdenture, J Dent Res 1987;66:1456-1459
13. Highton R, Caputo AA, Pezzoli M, Matyas J. Retentive characteristics of different magnetic systems for dental applications, J Prosthet Dent 1986;56:328-35
14. Akaltan F, Can G. Retentive characteristics of different dental magnetic system, J Prosthet

- Dent 1995;74:422-7
15. Sasaki H, Shira M, Kinouchi Y. Application of magnets to dental prostheses and newly developed dental casting alloys. Shoka Tenbo 1978;51:1169
 16. Stewart BL, Edwards RO. Retention and wear of precision type attachments J Prosthet Dent 1983;49:28-34
 17. Akaltan F, Can G. Retentive characteristics of different dental magnetic systems. J Prosthet Dent 1995;74:422-7

ABSTRACT

MAGNETIC OVERDENTURE

Jung-Won Hwang, Sang-Wan Shin

Department of Prosthodontics, Korea University Guro Hospital

The stability and retention of mandibular complete denture have been a continuing problem for dentists and patients. Magnets have been investigated or used in clinical dentistry as retentive aids. The obvious advantages are that these attachments do not need special equipments or require frequent adjustment of replacement with use, and they likely transmit less lateral forces to the abutment. This articles discusses the scientific background and clinical application of high potency magnetic alloys in overdenture

Key word : Magnet, Overdenture