임플란트 피개의치를 위한 Locator 어태치먼트: 문헌 고찰

[1]강릉아산병원 보철과
[2]강릉원주대학교 치과대학 보철학교실 및 구강과학연구소

차민상[1,2] · 김대곤[2] · 박찬진[2] · 조리라[2]

Locator 어태치먼트는 임플란트 유지형 피개의치에 널리 사용하는 어태치먼트로 단일 임플란트에 연결하여 사용하는 개별유지장치이다. Locator 어태치먼트는 수직적으로 적은 공간을 필요로 하며, 유지력과 경사에 따른 나일론 선택이 가능한 특징을 가진다. 이 문헌고찰에서는 Locator 어태치먼트를 사용했을 때 초기유지력, 기능력을 재현한 상태의 유지력 변화에 관해 고찰하였다. 또한 회전자유도와 응력분포에 대해 연구한 문헌을 살펴보았으며 Locator에 관한 보철적 합병증과 유지관리를 연구한 다양한 문헌을 정리함으로써 Locator 어태치먼트의 한계와 장점에 관해 살펴볼 것이다.

주요어: 로케이터, 어태치먼트, 임플란트 유지 피개의치, 유지관리, 유지력
(**구강회복응용과학지** 2012:29(2):127~140)

서 론

무치악 환자를 수복할 때 임플란트 피개의치를 이용한 치료법은 전통적인 총의치의 문제점인 저작시 동통, 의치의 부족한 유지와 안정을 포함하는 기능저하 문제 등을 해결할 수 있는 예지성 있고 성공적인 결과를 보이는 방법이다.[1]

임플란트 피개의치는 임플란트 지지형과 임플란트 유지형으로 나눌수 있는데, 임플란트 유지형 피개의치는 임플란트와 점막에서 지지, 유지, 안정을 얻으며, 일반적으로 지지형 보철물에 비해 적은수의 임플란트 개수를 필요로 한다.[2] 임플란트 유지형 피개의치를 위해 필요한 최소 임플란트 개수는 상악에서는 4개, 하악에서는 2개라고 알려져 있다.[2,3]

임플란트 피개의치를 위해 사용되는 어태치먼트는 임플란트 사이의 연결 유무에 따라 크게 바(연결고정형)와 개별유지장치(독립형)로 나눌 수 있으며, 개별유지장치에는 볼형(ball), Locator, 자석(magnet), 이중관형(telescopic crown) 등이 사용되고 있다. 이 중 현재 널리 사용되는 어태치먼트 중 한 가지가 Locator로서 (Fig. 1), 2001년 처음으로 임플란트 피개의치에 사용된 것이 문헌상에 보고되었다.[4] Locator는 그간 국소의치나 피개의치에 널리 사용되어 왔던 ERA, O-ring, cap형 어태치먼트의 조합으로, 자가배열(self-aligning), 이

교신저자: **조리라**
강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실,
강원도 강릉시 강릉대학로 1번지, 210-702, 대한민국.
Fax: + 82-33-640-3103, E-mail: lila@gwnu.ac.kr
원고접수일: 2013년 1월 25일, 원고수정일: 2013년 3월 10일, 원고채택일: 2013년 6월 25일

중유지(dual-retention), 유지력이 상실되지 않으면서 10도의 회전을 허용하는 구조적 특성을 가지며, 수직적으로 필요한 공간이 3.17mm로서 가장 적은 공간을 필요로 한다.[4] 또한, 제조사에서 다양한 유지력을 가지는 나일론 부품을 제공하기 때문에 필요에 따라 유지력 조절이 용이하다. 또 다른 장점은 임플란트 장축간의 각도가 40도인 경우까지 사용가능하다는 것이다.[5] 여러 어태치먼트들 중 실제 선택은 객관적인 근거에 기초한 것이 아니라 대부분 술자의 임상적 경험에 의한다는 문헌[6]을 참고해 볼 때, 최근 들어 널리 사용되고 있는 Locator 어태치먼트에 대한 과학적 근거는 부족한 편이다. 그러므로, 임플란트 피개의치에 사용되는 Locator 어태치먼트에 관한 다양한 문헌 고찰을 통해 Locator의 특성을 알아보고, 합리적으로 적절한 어태치먼트를 선택하는데 도움이 되고자 이 문헌고찰을 하게 되었다.

문 헌 고 찰

1. 유지력

1) 초기유지력

임플란트를 이용한 피개의치의 어태치먼트는 기능시 보철물이 탈락하지 않을 만큼의 충분한 유지력이 있어야 하지만, 환자가 의치를 삽입·철거시 불편감을 느낄 정도로 유지력이 너무 큰 것은 부적절하다. 이러한 측면에서 환자가 보철물을 장착한 후 초기 기간의 유지력은 중요하다.

측정조건에 대한 언급은 없지만 제조사가 제



Fig. 1. Locator attachments were used in severely resorbed mandible. The location of implants were not ideal. In this situation, Locator attachments can be used.

공하는 자료에 의하면 Locator 어태치먼트 1개의 초기유지력은 대략 표준형이 1-5 lb (white 22.2N, pink 13.3N, blue 6.7N), extended-range형이 1-4 lb (green 13.3-17.8N, red 6.7N) 정도이다 (Fig. 2, 3). 초기유지력에 대해 언급하고 있는 실험실 연구들을 살펴보면 어태치먼트의 개수, 어태치먼트(임플란트)사이의 각도, 나일론 부품의 종류, 타액 대체물의 사용여부, 적용된 힘의 방향, 유지력 측정 방법, 측정 장치의 크로스-헤드 속도 등의 실험 조건들이 다양하기 때문에 각 실험들의 수치들을 직접적으로 비교하는 것은 어려움이 있다.

Alsabeeha 등[8]은 1개의 임플란트에서 prototype 7.9, 5.9mm ball, 2.25mm ball, Locator white, pink. blue에 대해 10번씩 견인력을 가한 후 초기유지력을 측정하여 평균값을 비교하였는데, 언급한 순서대로 유의성 있게 낮아지는 결과를 보였다. 3종류의 Locator에 대해 살펴보면 평균 초기 유지력은 white 12.4N, pink 9.4N, blue 3.8N으로 제조자가 제시한 것처럼 각각의 유지력은 달랐으나, 제조자가 제시하는 설정 값보다는 작았는데, 이것은 같은 시편에 대해 반복측정을 하면 유지력이 감소하는 Locator의 특성에 기인하는 것으로 생각된다. Rutkunas 등[9]도 다양한 종류의 어태치먼트들에 대해 1개 어태치먼트의 초기 유지력을 보고 하였는데, 초기 유지력의 평균값은 Locator pink가 10.6N으로 ERA와 비슷하였고 magnet에 비해서는 컸었다.

Chung 등[7]은 하악 견치부위에 2개의 임플란트가 식립된 모형 상에서 9가지 어태치먼트의 초기 유지력과 변형률을 측정하였다. 측정된 유지력에 따라 4가지군으로 분류하였는데 magnet이 가장 낮은 군이었고, ERA gray가 가장 높은 군이었다. Locator white는 ERA gray보다는 낮았으나 Locator pink에 비해 높은 유지력을 보여 Alsabeeha 등[8]의 결과와 일치하게 제조자가 제시한 것과 같이 색에 따른 제품 간의 유지력의 차이가 있었다. 또한, Locator white와 Hader bar 및 금속 clip은 어태치먼트 제거시 높은 변형률을 보였는데 저자는 이러한 특성으로 인해 Locator 어태치먼트는 실제

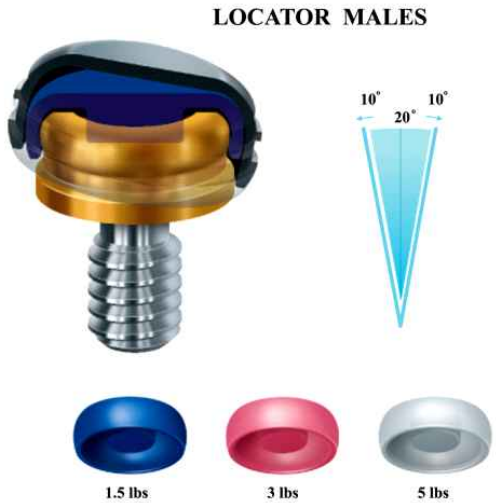

Fig. 2. Locator males: various retention forces. (http://www.zestanchors.com/products/products-locator)



Fig. 3. Locator extended range males: These males can be used for severely tilted implants. (http://www.zestanchors.com/products/products-locator)

임상에서 사용 시 짧은 사용기간 후 조정이 필요할 수도 있다고 하였다. Sadig[10]는 하악에 2개, 4개의 임플란트가 식립된 모형상에서 ball(O-ring matrix), Locator, magnet의 초기유지력과 안정성을 평가하였다. 2개, 4개 임플란트군 모두에서 Locator가 가장 큰 유지력을 나타냈으며, magnet이 가장 낮은 유지력을 보였다. Locator와 ball은 임플란트 개수 증가에 따라 초기유지력과 안정성이 증가하였으나, magnet의 경우에는 임플란트 수가 2개에서 4개로 증가하더라도 비슷한 유지력을 나타내었다. 이러한 결과는 Locator나 ball 어태치먼트를 사용하는 경우에는 임플란트의 수와 분포가 의치의 유지과 안정에 영향을 미친다는 것을 반영하는 것이다.

먼저 언급한 것처럼 각각의 실험들을 직접적으로 비교하는 것은 한계점이 있으나, 어태치먼트 개수가 증가함에 Locator의 초기유지력이 비례해서 증가하였으나 반복 탈착을 하는 경우 유지력이 낮아지는 결과를 보였다. 2개의 어태치먼트를 사용하는 경우 Locator white는 비교적 유지력이 큰 편에 속했으며, Hader bar, ball과 비교시 clip, matrix의 재질에 상관없이 초기유지력이 더 크므로,[10-12] 치조제 흡수가 매우 심한 경우처럼 큰 유지력이 필요한 증례에 사용하기 적절한 어태치먼트로 생각된다. 그러나, 실제 임상에서는 유지력이 낮은 blue부터 사용해 pink, white 순으로 교체해 사용하므로 white 어태치먼트의 큰 초기유지력이 얼마나 임상적으로 중요한지는 의문을 가지게 된다.

Yang 등[13]은 1개의 임플란트에서 Locator blue, Locator black, ball, magnet에 대해 0, 15, 30, 45도의 임플란트 경사변화에 따른 유지력과 측방력의 변화를 측정하였다. 0도에서 유지력은 Locator blue(15.3N), black(8.1N)이었으며 Locator blue가 가장 큰 값을 보였다. magnet의 경우 경사변화에 따른 유지력과, 측방탈락력의 변화는 최소였으나, 나머지 어태치먼트는 경사가 증가함에 따라 측방력이 증가하는 양상을 보였다. Locator black은 15도(9.6N), blue는 30도(13.3N)까지 유지력이 안정적이다가 경사가 이보다 증가함에 따라 유지력이 감소하는 경향을 보였다. 제조사가 기공작업을 위해 사용하라고 제시하는 Locator black의 유지력 측정치를 봤을 때 유지력을 적게 필요로 하는 증례에는 Locator black을 사용할 수도 있음을 고려해보아야 한다.

2) 재현된 기능하에서 유지력 변화

임상적으로 임플란트 피개의치를 위해 사용되는 대부분의 어태치먼트는 시간이 경과함에 따라 유지력이 감소하는 경향을 보이며, 이로 인해 어태치먼트의 교체 또는 재활성화가 필요하다. 구강 내에서 기능시 이러한 어태치먼트의 유지력 변화는 보철물의 장기간 성공률과 환자의 만족도에 영향을 미칠수 있는 요인이다.

초기 탈착시 유지력의 변화가 큰 어태치먼트는 환자에게 장착하기 전에 충분히 착탈을 반복하여 유지력이 안정적인 값을 보이는 상태에서 장착해야 유지력이 적절한지에 대한 정확한 평가가 가능하다. Evtimovska 등[11]은 2개의 임플란트가 식립된 모형 상에서 yellow plastic Hader clip, Locator white(임플란트 사이 0도 경사), Locator green(임플란트 사이 40도 경사)에 대해 20회의 견인력을 가하였을 때의 유지력의 변화를 측정하였다. 초기 유지력은 Locator가 Hader clip의 5-6배 정도로 컸으며, 첫 견인 후 감소량은 Locator green이 Hader clip보다 유의성 있게 컸으며, 20회 견인 후 %감소량은 Locator green(25.9%), Locator white(21%), Hader clip(13.7%)로서 착탈회수가 증가함에 따라 Locator가 Hader clip에 비해 유지력이 크게 감소하였다. Breeding 등[14]은 plastic Hader clip을 이용한 이와 유사한 연구에서 Hader clip은 초기 20회 착탈시 약 60%의 유지력 감소를 보이며 12회정도 탈착시 유지력 감소량이 안정화되므로 보철물 장착전 미리 12-15회 탈착할 것을 권유하였는데, Evtimovska 등[11]의 실험과 비교시 Hader clip의 유지력감소량의 훨씬 적었으며, 감소양상도 다르게 나타났다. 그렇지만, Locator의 유지력 감소량인 21-26%와 반복 측정시 제조사가 제시

한 유지력보다 초기유지력이 낮은 연구 결과[8,9]를 고려하면 추가적인 연구가 필요하기는 하지만, Locator의 경우에도 의치 장착시 유지력이 적절한지를 평가하기 위해 장착 전 미리 여러 번 탈착하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

임플란트 피개의치를 구강내에서 사용시 반복적인 착탈, 기능시 하중 등에 의해 마모가 발생하면서 어태치먼트의 유지력 변화가 일어날 수 있다. Doukas 등[15]은 6개월의 기능에 해당하는 견인력을 가한 후 유지력 변화를 알아보았는데, 초기유지력에 비해 yellow plastic Hader clip 42-54%, ball(gold matrix)이 32-50%, magnet이 1.7-5.3% 정도 유지력이 감소한 결과를 보여, Rutkunas 등[9]이 언급한 것처럼 magnet의 유지력은 마모에 의한 영향을 거의 받지 않았으나, Hader bar와 ball은 반복적인 탈착에 의한 마모가 생기면서 상당량의 유지력이 감소하는 결과를 나타내었다.

Abi Nader 등[12]은 2개의 임플란트에 작용하는 저작력의 영향을 알아보기 위해 40만회(1년 저작)의 반복하중을 가하는 동안 ball(gold matrix)과 Locator white의 유지력 변화를 측정하였다. 초기 유지력은 Locator white(66.4N)가 ball(10.6N)보다 컸으나, 40만회 반복하중 후에는 두 어태치먼트의 유지력이 비슷하게 나타났다. 두 어태치먼트의 유지력 변화양상이 서로 달랐는데 ball의

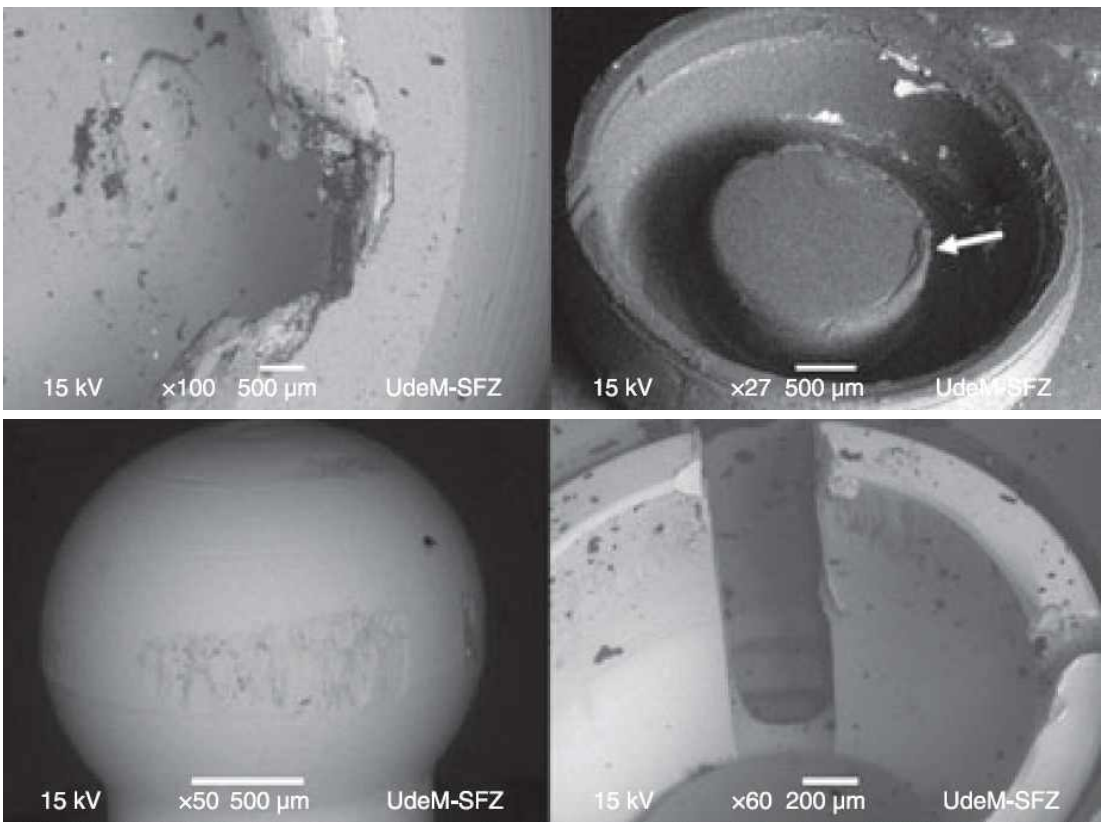

Fig. 4. SEM micrographs of a ball-socket attachment (upper) and Locator attachment (lower) following 400000 loads.[12]

경우 40만회 반복하중 후에도 약간의 감소는 있었으나 초기유지력과 비교시 유의성있는 차이가 없었으나, Locator white는 10만회까지는 비교적 변화가 없다가 30만회 시점에서 초기 값의 40% 수준으로 감소하였다. SEM 사진을 통해 하중을 가하기 전후의 상태를 비교하였는데 ball은 activator tool에 의해 발생될 수도 있는 약간의 변화만 있었으나, Locator의 경우에는 나일론 부품이 재현된 저작과 명확히 연관된 변화를 보였다(Fig. 4). 이를 통해 임상연구에서 나타나는 ball의 유지력 감소는 저작이 아닌 의치의 착탈 같은 다른 원인이 주요인일 수 있다는 것을 알 수 있으며, Locator의 경우 matrix에서 일부분의 변화는 관찰되나 유지력 감소는 대부분 나일론 부품에 한정되어 발생하므로 나일론부품만 교체하면 환자에게 더 경제적일 수 있다는 점을 알 수 있다.

Uludag와 Polat[16]는 2개, 3개 임플란트가 식립된 하악 모형 상에서 4가지 bar와 Locator white에 대해 6개월 동안의 의치 착탈이 유지력에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 5가지 실험군 모두 초기유지력에 비해 6개월 후의 유지력이 감소하였으나, Locator white의 초기 유지력은 2개 임플란트에서는 2번째로 컸으며, 3개 임플란트 군에서는 가장 컸다. 또한 6개월후의 유지력도 같은 순위를 나타내었다. 6개월후 유지력의 감소량은 두 개의 Ceka를 가진 bar 어대티먼트가 가장 적었으며, Locator white는 2개 임플란트에서는 2번째로 큰, 3개 임플란트에서는 가장 큰 %감소량을 보였다.

위의 연구들의 결과[12,16]를 종합해보면 Locator는 재현된 기능하에서 bar와 ball에 비해 빠르게 유지력이 감소하는 특징을 지녔으며, 이는 임상연구에서 Locator의 가장 흔한 유지관리 합병증이 유지력 상실과 관련된 문제인 점과 관계가 있을 것이다. 이런 Locator의 유지력 감소는 주로 나일론 부품에서 나타나지만, 실제 임상에서 유지력 감소로 인해 같은 색의 나일론 부품으로 교체하는 경우 유지력이 상당히 낮은 경우를 경험할 수 있는데 이를 통해 유치해보면 Locator 지대주의 마모에 의한 변화도 유지력 감소에 기여하는 것으로 사료되며 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

Locator의 유지력에 대한 임플란트 경사와 반복적인 의치 착탈의 영향을 알아보기 위해 Al-Ghafli 등[17]은 서로 평행하게 식립된 양측 임플란트에 white Locator를 사용한 군(0/0도 white)을 대조군으로 설정하고, 실험군은 0/0, 5/5, 10/10, 15/15, 20/20도 green으로 설정하여 유지력이 60, 40, 20N(피개의치를 위한 최소 유지력을 20N으로 가정)이 될 때까지의 반복하중 회수를 측정하였다. 0도, 5도 green이 5-6년으로 가장 긴 수명을, 0도 white와 20도 green이 1년7-8개월로 가장 짧은 수명을 보였으며 5도보다 경사가 증가함에 따라 빠르게 수명이 감소하는 결과를 나타내었다. 임플란트 경사는 하중회수(수명)와는 연관성이 있었으나, 유지력과는 직접적인 연관성이 없었다. 이런 결과를 종합해보면, Locator green이 임플란트 경사 20도까지 사용가능하다고 하는 제조사의 설명을 전적으로 믿기 보다는, 임플란트 경사가 어태치먼트 수명에 나쁜 영향을 미친다는 점을 고려하여 임플란트 식립시 가급적 의치의 삽입철거로와 평행하게, 임플란트 간 각도가 최소가 되도록 식립해야 할 것으로 사료된다.

2. 회전자유도

무치악 하악에서 전치부에 식립된 1개 또는 2개의 임플란트를 이용한 임플란트 유지형 피개의치에서는 기능시 하중이 가해졌을 때 의치를 지지하는 구치부점막에 응력이 적절히 분산되어야 하며, 이를 위해서는 기능시 의치의 적절한 회전이 허용되어야 한다. 만약 어태치먼트가 충분한 회전을 허용하지 못한다면, 임플란트에 힘이 집중되어 어태치먼트의 마모 등으로 인한 유지관리 문제가 빈번히 발생하거나 임플란트 주변의 골흡수를 야기할 수 있다.

Chen 등[18]은 3종류의 어태치먼트에 있어 최대 유지력의 male(ERA red, Locator green, O-ring

blue)과 최소유지력의 male(ERA white, Locator red, O-ring white) 총 6가지에 대해 어태치먼트가 1개일 때와 2개 일 때의 회전자유도를 측정하였다. 최대유지력을 나타내는 male들에서는 어태치먼트 1개일 때가 2개일 때 보다 회전자유도가 컸으며, Locator green(1개 6.4도, 2개 4.9도)이 ERA (1개 3.5도, 2개 2.0도)보다 더 큰 회전자유도를 보였다. 최소유지력 제품들 중에서는 O-ring white(1개 10.9도, 2개 11.8도), Locator red(1개 7.7도, 2개 8.0도), ERA white(1개 6.2도, 2개 5.3도) 순으로 회전자유도가 낮아졌으며, 최소유지력 제품들이 최대유지력 제품보다 큰 회전자유도를 보였다. 이 실험의 결과값인 2.0-11.8도의 회전자유도는 1.4-8.2mm의 의치상 최후방연 수직이동량과 같으며 하악 피개의치 5-10년 사용시 후방 잔존치조제 흡수량인 0.6-1.0mm보다는 허용범위가 크다고 한다. 그러나, 최소치인 1.4mm 정도는 치조제의 흡수나 압축성이 큰 경우에 사용하면 부적절할 수 있다는 것을 알 수 있다. 저자는 예비실험에서 Locator의 경우 standard patrix를 사용시 회전이 거의 없어서 extended range patrix를 사용하였다고 하였는데, extended range patrix는 원래 임플란트가 평행하지 않을 때 추천되는 male이다 (Fig. 2, 3 참조). 실제 임상에서는 회전자유도가 거의 없는 standard patrix를 사용하는 경우가 많고, standard를 사용한 임상연구 결과를 보더라도 특별히 임플란트의 골흡수를 야기하거나 임플란트의 실패율이 높은 경우는 없었는데 이는 기능시 의치 회전에 어태치먼트 자체의 회전 자유도가 큰 역할을 하지 못한다는 것을 의미한다. Alsabeeha 등[19]은 금합금에 비해 고분자인 플라스틱과 나일론에서 상당량의 creep이 발생하였으며, 고분자 중에서도 나일론의 경우 0.05N의 작은 하중에서도 플라스틱의 2배정도의 creep 반응이 나타난다고 하였다. 추가적인 연구가 필요하나 이러한 결과를 종합해보면 Locator의 경우에는 나일론부품의 부드러운 성질과 기능시 발생하는 creep으로 인한 소성변형이 피개의치가 기능시 적절한 회전을 하는데 상당부분 기여할 것으로 생각된다. 또한 이러한 creep 반응이 Locator의 빠른 유지력 감소나 장기간의 기능 후 발생하는 나일론부품의 소성변형[12,19]에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

3. 응력분포

Ochiai 등[20]은 상악 전방부에 4개 임플란트(정확한 임플란트의 위치는 언급되어 있지 않지만 논문의 사진상으로 유추해 보면 측절치와 제1소구치 위치)가 식립된 모형 상에서 광탄성분석을 통해 어태치먼트(Hader bar, Zaag, Locator)의 종류, 구개피개 여부에 따른 임플란트주변에 나타나는 응력분포를 평가하였다. 구개피개 유무에 상관없이 전치부와 편측 구치부에 하중을 가했을 때 모두 임플란트를 연결한 Hader bar 주변골에서 가장 큰 응력 수준을 보였으며, Locator의 주변골에서 가장 낮은 응력을 나타낸다고 하였다. 또한 구개 피개부가 없는 경우가 구개를 피개한 경우에 비해 임플란트 주변에 더 큰 하중전달과 응력집중을 야기하였으며, 응력분포에 미치는 영향은 구개피개 여부가 어태치먼트 종류에 따른 차이보다 더 컸다.

Damghani 등[21]은 양측 견치위치에 최전방 임플란트를 위치시키고 이후 임플란트 중심간 거리를 8mm로 해서 좌우에 4개씩 총 8개의 임플란트가 식립된 상악 모형 상에서 Locator 어태치먼트의 배치(0개, 2개, 4개 8mm, 4개 16mm, 4개 24mm, 8개 Locator, 총 6가지 실험군)에 따른 임플란트 유지형 상악 피개의치의 구개에 전달되는 힘을 측정하였다. 0개, 2개 Locator 군에 비해 4개 Locator군은 구개에 가해지는 힘이 감소하였으며, 4개의 Locator 사용시 임플란트 중심간 거리가 8mm에서 16mm로 증가함에 따라 구개에 가해지는 힘이 감소하였다. 8개 Locator 사용시 가해지는 힘은 최소였지만, 4개 16mm, 24mm군과 유의성 있는 차이는 없었다. 실험실 연구의 한계점은 있지만 4개 임플란트를 이용한 구개

피개부가 없는 상악 피개의치를 계획할 때 임플란트간의 거리를 16mm 이상으로 넓게 분산시킨다면 그 보다 많은 수의 임플란트를 사용한 경우와 하중 분산면에서 유사한 정도의 이점이 있을 것으로 생각해 볼 수 있겠다.

Celik과 Uludag[22]는 양측 견치와 중앙에 총 3개의 임플란트가 수직배열, 경사배열된 2가지 하악 모형 상에서 4종류의 어태치먼트에 따른 응력분포 양상을 광탄성분석을 통해 평가하였다. 임플란트 배열에 상관없이 최후방에 ball이 위치한 Bredent bar가 가장 낮은 응력분포 양상을 보였으며, bar에 비해 개별유지장치(Locator, ball)의 경우 하중을 가한 쪽 임플란트에 더 큰 응력집중이 있었고, Locator는 수직배열 모형 상에서 다른 어태치먼트에 비해 더 큰 응력분포를 보였다. 비록 실험 디자인의 차이는 있지만 임플란트를 연결한 bar와 개별유지장치의 측면에서 고려해봤을 때 Damghani 등[21]의 연구와 비교해보면 상반된 결과가 나왔다. 이러한 연구결과는 어떤 분포와 배열을 하느냐에 따라 응력이 다르게 나타난다는 것을 의미하여 이를 뒷받침하는 임상연구도 부족하기 때문에 임상적으로 적용하기에는 무리가 있고 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

4. 유지관리와 합병증

Locator의 유지관리와 합병증에 관련된 임상연구들을 살펴보면 추적기간이 1년인 연구가 가장 많았는데(가장 긴 경우가 41개월), 이는 Locator에 대한 연구가 대부분 실험실 연구이며 아직 더 많은 임상데이터 축적이 필요하다는 것을 의미한다. 하지만, 의치 장착후 첫 1년안에 유지관리의 필요성이 가장 높게 나타난다는 것을 고려하면 단기간의 합병증 평가가 전반적인 유지관리 경향을 대표할 수 있을 것이라 생각된다.

1개의 연구[23]를 제외한 여러 연구들[24-30]에서 유지력 상실, 나일론 부품교체, Locator 지대주의 풀림/상실, 과도한 유지력, 나일론 부품 하우징의 유지력 상실, 피개의치의 재이장/개상, 인공치/의치 파절 등의 Locator 어태치먼트와 관련된 유지관리 문제를 보고하고 있다(Table Ⅰ). Locator의 유지관리 합병증 중 가장 빈도가 높은 것이 유지력 상실과 이로 인한 나일론 부품의 교체인데 Locator 사용 시에는 문제가 생겨도 대부분 빠르게 저렴한 비용으로 해결 할수 있다. 또한 Vere 등[28]은 Locator male의 교체는 예상했어도 Locator 지대주의 풀림은 예상하지 못하였으나 자주 발생한다고 하였는데 이를 고려하면 환자의 정기내원시 지대주의 풀림여부를 검사하는 것이 반드시 필요할 것으로 생각된다.

Locator와 비교된 어태치먼트로는 ball이 가장 많았는데 어떤 것이 더 우수한지에 대한 연구결과의 일관성은 없었다. Kleis 등[24]은 Locator가 2가지 ball에 비해 많은 유지관리를 필요로 하였고, ball 중에서도 O-ring은 마모가 빈번하게 발생하였으나 Locator와 O-ring 모두 교체가 용이하다고 하였다. Krennmair 등[29]은 유지관리 면에서 유의성 있는 차이는 없었으나 Locator의 patrix 교체가 더 많이 발생했다고 하였다. Alsabeeha 등[25]은 하악에 1개 임플란트를 이용한 피개의치에 있어서 Locator, 2.25mm ball, 5.9mm ball을 비교하였는데 보철적 성공률에 있어서 유의성 있는 차이는 없었으나, 2.25mm ball과 Locator에서 합병증이 훨씬 더 많은 빈도로 발생하였다고 하였다. Bilhan 등[27]은 Locator, ball, bar에 관한 연구에서 의치재이장만 ball의 빈도가 높았으나 나머지 유지관리 면에서는 어태치먼트의 종류, 환자의 나이와 성별, 최대교합력, 임플란트의 수와 특별한 상관관계가 없다고 보고하였다. Cakarer 등[23]은 Locator, ball, bar를 비교한 연구에서 Locator의 합병증은 없었으며 어태치먼트의 교체, 피개의치의 파절 항목을 제외하면 Locator는 ball과 bar에 비해 보철적 합병증과 구강기능의 유지관리 측면에서 우수한 임상결과를 보인다고 하였다. Mackie 등[26]은 Locator 나일론군이 Straumann gold 군에 비해 높은 보철적 성공률을 보였다고 하였으며, 연구와는 직접적인 연관은 없었으나 Locator의 경우 지대주의 함요부에 음식물이 끼

Table Ⅰ. Studies involving prosthodontic maintenance in implant overdentures using the Locator attachment

Author	Kleis et al(20)	Cakarer et al(19)	Alsabeeha et al(21)	Mackie et al(22)	Bilhan et al(23)	Vere et al(24)	Krennmair et al(25)	El-Sheikh et al(26)
Type of study	Randomized clinical trial	Randomized clinical trial	Randomized clinical trial	Randomized clinical trial	Retrospective	Retrospective	Randomized clinical trial	Randomized clinical trial
Upper/Lower arch	Lower	Both	Lower	Lower	Lower	Both	Lower	Lower
No. of implants in arch	2	Not mentioned	1	2	2-4	Upper(80%) 4, lower(76%) 2	2	2,3
Follow-up period(mo)	12	41	12	36	12	Minimum 12	12	24
Status of opposing arch	Not mentioned	Not mentioned	Complete denture	Complete denture	Not mentioned	Not mentioned	Complete denture	Complete denture
No. of patients/attachment	23/Locator, 25/Dal-Ro(ball, metal matrix), 8/TG-O(ball, O-ring matrix)	8/Locator, 19/ball, 9/bar	12/Locator, 12/standard 2.25mm ball(metal matrix), 12/large 5.9mm ball(plastic matrix)	21/Locator, 24/Southern plastic(ball), 24/Straumann gold(ball)	Locator, ball, bar	54/Locator	10/Locator, 10/ball(metal matrix)	20/Locator
Prosthodontic maintenance in Locator attachment	Loss of retention(n=28), too high retention(n=4), loss of male parts(n=2), fracture of prosthesis(n=1)	none	Patrix replacement(n=16), relining(n=2), overdenture replaced(n=1)	Patrix replacement (n=76), overdenture relining(n=4), overdenture remake(n=3)	Loss of retention(n=5), dislodged patrix(n=5), ulceration(n=4), need of relining(n=1)	Unretentive inserts(n=31), loose/lost abutment(n=14), unretentive housing(n=8), peri-implant inflammation/pain (n=7), fractured denture/tooth(n=5), fractured locator abutment(n=1)	Patrix renewed(n=4), overdenture relining(n=4), attachment loosening(n=1), prosthesis teeth fracture(n=1), overdenture rebase(n=1), opposite denture teeth fracture(n=1), opposite denture rebased(n=1)	Unretentive inserts(n=2), rebasing(n=3), relining(n=1)

거나 치태가 축적되는 문제가 발생하는데 이것은 7년 후에는 47%의 환자에서 발견되는 문제이고 이로 인해 피개의치의 완전한 장착이 방해받기도 하며, 손의 운동조절능력이 떨어지는 노인 환자에서는 문제가 될 수 있다고 하였다.

El-Sheikh 등[30]은 하악 피개의치에 Locator와 좁은 직경의 임플란트를 사용한 연구에서 2개 임플란트 군과 3개 임플란트 군을 비교하였는데 보철물의 유지관리 측면뿐만 아니라 다른 임상적, 방사선학적 측면에서도 차이가 없으므로 2개보다 많은 수의 임플란트는 필요하지 않다고 하였다.

이상의 연구결과를 종합해 보면, Locator 어태치먼트가 임상적으로 큰 문제를 야기할만한 합병증을 유발하지는 않지만 나일론부품의 교체만 필요할 것이라는 예상과는 달리 지대주풀림이나

지대주함요부의 치태축적 등의 문제가 발생할 수도 있기 때문에 주기적인 관리가 필수적이다.

5. 환자선호도

임플란트 피개의치에 사용되는 다양한 어태치먼트들에 대한 환자만족도의 연구들을 보면 ball과 bar사이에는 큰 차이가 없지만,[31-35] magnet과 비교시에는 환자들은 ball과 bar를 더 선호하였다.[33,34] 환자의 만족도 면에 있어서 Locator와 ball을 비교한 연구[24,29,36]를 살펴보면 모두 하악에 2개 임플란트를 이용한 피개의치 환자에 관한 것이었으며 2가지 어태치먼트간의 만족도 차이는 없었다. Bilhan 등[36]은 2개 임플란트를 이용한 하악 피개의치에서 Locator와 ball에 대한 환자만족도를 평가하였는데 신체장애 영역을 제외한 모든 영역과 총점에 있어서 두 군간의 차이는 없었다. 그러나, 중절치 절단연에서 의치내면까지의 평균 거리인 11.08mm보다 공간이 작은 경우에는 5개 영역과 총점에서 Locator가 ball보다 우수한 결과를 보였는데, ball을 공간이 부족한 경우에 사용하면 과풍융한 형태로 인해 혀의 공간을 침범하게 되어 환자들의 선호도가 낮을 것이라 생각할 수 있다. 또한, Locator의 단점으로 ball만큼 다양한 치은 높이의 제품이 나오지 않는다는 것도 문제가 될 수 있는데, 악간공간이 큰 경우에는 지나치게 낮은 Locator를 사용할 때 발생하는 의치회전방지에는 한계가 있기 때문이다.

Cordaro 등[37]은 하악 양쪽 이공사이에 식립된 4개의 임플란트를 이용한 피개의치 환자에서 Locator와 bar에 대해 환자와 치과의사의 만족도를 평가하였다. 환자의 만족도에서 총 9가지 항목 중 세정의 용이성 항목만이 Locator가 우수하였고 나머지는 유의성 있는 차이가 없었다. 치과의사의 만족도에서는 총 3가지 항목(피개의치의 유지, 구강위생, 연조직의 상태) 모두에서 Locator가 bar보다 우수한 결과를 나타냈다. Cheng 등[38]은 하악정중선 부위에 식립한 1개 임플란트를 이용한 피개의치에 있어서 Locator와 Magfit의 환자만족도, 저작효율을 평가하였다. 어태치먼트 장착 후가 장착 전보다 환자만족도와 저작효율이 증가하였으며, 유의성은 없으나 Locator가 환자의 만족도가 더 컸다. 환자가 인지하는 저작능력은 Locator가 더 컸으나 실제 저작효율의 차이는 없었으며 두가지 어태치먼트 모두 장착 후 저작 효율은 45%정도 개선되었다.

임상연구의 수가 매우 작아 해석이 제한적일 수밖에 없지만, Locator는 ball 및 bar와 비교시 환자의 만족도면에서 차이가 없을 것으로 보이며, 또한 magnet과 비교시 Locator의 만족도가 더 클 것으로 기대된다. Cheng 등[38]의 연구에서 최종적으로 Locator를 선택한 환자수가 더 많았음에도 불구하고 magnet과 Locator간의의 만족도의 차이가 없는 결과를 보인 것은 아마도 환자수가 너무 작았기 때문일 것으로 생각되며, 따라서 환자수를 증가시킨다면 Locator의 만족도가 더 큰 결과가 나올 수 있을 것이라고 사료된다.

6. 임플란트 주위 연조직

임플란트 주위 연조직과 관련된 변수들을 이용해 비교한 연구들을 살펴보면 2개 임플란트를 이용한 하악 피개의치에서 ball과 Locator간의 비교시에는 연조직 상태의 차이가 없었다.[29] 그러나, 4개 임플란트를 이용한 하악 피개의치에서 bar와 Locator를 비교한 연구[37]에서는 탐침깊이, 탐침시 출혈, 치태지수 모두 Locator가 우수한 결과를 보였는데, 특히 bar의 경우 임플란트 면의 45%에서 치석이 존재하였고 이들 중 대부분이 설측인 반면 Locator의 경우에는 단지 21%의 면에서만 발견되었다. bar의 경우 bar의 크기와 돌출 때문에 환자들이 세정에 어려움을 느끼는 이유로 인해 이러한 결과가 나왔을 것이라고 설명하고 있다.

연조직의 상태에 대해 ball과 bar를 비교한 연구들을 보면 Karabuda 등[35]은 유의성 있는 차이가 없다고 하였고, Wismeijer 등[39]은 ball이 bar에 비해 출혈 지수가 낮다는 조금은 다른 결과를 보

고하였다. 개별 유지장치인 ball과 Locator의 세정용이성, 연조직 상태의 차이가 없을 것이라고 가정한다면 Locator와 직접적으로 연관된 연구는 아니지만 Locator와 bar를 비교해도 유사한 결과가 나올 것으로 생각된다.

Kilic 등[40]은 특정 Candida 종과의 연관성과 의치성 구내염의 유병률에 있어서 Locator와 bar를 비교하였다. 피개의치 내면과 어태치먼트 주변 모두에서 Candida 종의 총 집락 수(cfu) 값이 bar의 경우 더 컸으며, 두 어태치먼트 모두 C. albicans가 가장 흔한 종이였는데 bar를 사용하는 환자의 81.3%에서 Locator를 사용하는 환자에서는 38.1%에서 검출되었다. 의치성 구내염은 bar의 경우 모든 환자에서 Locator의 경우 71.4%의 환자에서 발생하였는데, Locator에 있어서 의치성 구내염이 있는 경우가 없는 경우에 비해 치은지수, 치태지수가 더 컸다. 이러한 결과를 종합해 보면 bar 어태치먼트의 임플란트 주변연조직이 가장 많은 문제를 유발하며 Locator나 ball이 낮은 문제점을 유발한다고 정리할 수 있겠다.

7. 부가적인 유지장치으로서의 사용

Locator는 거의 대부분이 임플란트 유지형 피개의치의 유지장치로 사용되고 있으나, 임플란트 지지형 피개의치에서도 사용될 수 있다. Schneider와 Kurtzman[4]은 하악 임플란트 지지형 피개의치에서 bar 제작시 female을 함께 주조하여 Locator를 부가적인 유지장치로 사용하는 방법을 소개하였다. 최근 Oh 등[41]은 상악에서, Kim 등[42]은 하악에서 드릴과 태핑을 이용하여 Locator를 부착하는 방법을 소개하였는데, 이전 방법과 달리 female이 마모되는 경우에 bar를 새로 제작하지 않고도 교체할 수 있다는 것을 장점으로 언급하고 있다. 이와 같이 Locator는 의도하여 이용하는 경우 외에도 다른 어태치먼트에서 문제가 있을 때 이를 해결하는 부가적인 방법으로도 이용할 수 있어 범용성을 가진다고 할 수 있겠다.

요 약

Locator 어태치먼트는 작은 수의 임플란트를 이용한 임플란트 유지형 피개의치에 널리 사용하는 어태치먼트로 독립적으로 이용하는 개별유지장치이다. Locator 어태치먼트는 그간 국소의치나 피개의치에 널리 사용되어 왔던 O-ring과 나일론 캡의 조합으로 이중유지를 가지며, 수직적으로 적은 공간을 필요로 한다. 나일론 부품의 교체에 따른 유지력 조절이 용이하지만 기능하에서 bar와 ball에 비해 Locator의 유지력이 빠르게 감소하는 특징을 가지고 있기 때문에 가급적 임플란트를 평행하게 식립하는 것이 필요하다. Locator 어태치먼트는 다른 어태치먼트에 비해 회전자유도가 낮기는 하지만 나일론부품의 부드러운 성질과 기능시 발생하는 creep으로 인한 소성변형으로 임상적으로 적용하기에는 문제가 없다고 할 수 있다. 응력분포는 연구디자인에 따라 달라지기 때문에 추가적인 연구가 필요하다. Locator는 ball과 bar에 비해 보철적 합병증과 구강기능의 유지관리 측면에서 우수한 임상결과를 보이며 임플란트 주변연조직의 반응도 우수하다. 또한 환자만족도는 다른 어태치먼트와 크게 다르지 않으나 다양한 증례에 사용이 가능한 범용성 어태치먼트이다. 하지만 임상연구의 수가 적고 장기간의 연구가 부족하므로 많은 임상연구가 동반되어야 할 것이다.

REFERENCES

1. van Waas MA. The influence of clinical variables on patients' satisfaction with complete dentures. J Prosthet Dent. 1990;63(3):307-10.
2. Jivraj S, Chee W, Corrado P. Treatment planning of the edentulous maxilla. Br Dent J. 2006;201(5):261-79; quiz 304.
3. The McGill consensus statement on overdentures. Quintessence Int. 2003;34(1):78-9.
4. Schneider AL, Kurtzman GM. Bar overdentures utilizing the Locator attachment. Gen Dent. 2001;49

(2):210-4.
5. Schneider AL, Kurtzman GM. Restoration of divergent free-standing implants in the maxilla. J Oral Implantol. 2002;28(3):113-6.
6. Trakas T, Michalakis K, Kang K, Hirayama H. Attachment systems for implant retained overdentures: a literature review. Implant Dent. 2006;15(1):24-34.
7. Chung KH, Chung CY, Cagna DR, Cronin RJ Jr. Retention characteristics of attachment systems for implant overdentures. J Prosthodont. 2004;13(4): 221-6.
8. Alsabeeha N, Atieh M, Swain MV, Payne AG. Attachment systems for mandibular single-implant overdentures: an in vitro retention force investigation on different designs. Int J Prosthodont. 2010;23(2): 160-6.
9. Rutkunas V, Mizutani H, Takahashi H. Influence of attachment wear on retention of mandibular overdenture. J Oral Rehabil. 2007;34(1):41-51
10. Sadig W. A comparative in vitro study on the retention and stability of implant-supported overdentures. Quintessence Int. 2009;40(4):313-9.
11. Evtimovska E, Masri R, Driscoll CF, Romberg E. The change in retentive values of locator attachments and hader clips over time. J Prosthodont. 2009;18(6): 479-83.
12. Abi Nader S, de Souza RF, Fortin D, De Koninck L, Fromentin O, Albuquerque Junior RF. Effect of simulated masticatory loading on the retention of stud attachments for implant overdentures. J Oral Rehabil. 2011;38(3):157-64.
13. Yang TC, Maeda Y, Gonda T, Kotecha S. Attachment systems for implant overdenture: influence of implant inclination on retentive and lateral forces. Clin Oral Implants Res. 2011;22(11):1315-9.
14. Breeding LC, Dixon DL, Schmitt S. The effect of simulated function on the retention of bar-clip retained removable prostheses. J Prosthet Dent. 1996; 75(5):570-3.
15. Doukas D, Michelinakis G, Smith PW, Barclay CW. The influence of interimplant distance and attachment type on the retention characteristics of mandibular overdentures on 2 implants: 6-month fatigue retention values. Int J Prosthodont. 2008;21(2):152-4.
16. Uludag B, Polat S. Retention characteristics of different attachment systems of mandibular overdentures retained by two or three implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012;27(6):1509-13
17. Al-Ghafli SA, Michalakis KX, Hirayama H, Kang K. The in vitro effect of different implant angulations and cyclic dislodgement on the retentive properties of an overdenture attachment system. J Prosthet Dent. 2009;102(3):140-7.
18. Chen IC, Brudvik JS, Mancl LA, Rubenstein JE, Chitswe K, Raigrodski AJ. Freedom of rotation of selected overdenture attachments: an in vitro study. J Prosthet Dent. 2011;106(2):78-86.
19. Alsabeeha NH, Swain MV, Payne AG. Clinical performance and material properties of single-implant overdenture attachment systems. Int J Prosthodont. 2011;24(3):247-54.
20. Ochiai KT, Williams BH, Hojo S, Nishimura R, Caputo AA. Photoelastic analysis of the effect of palatal support on various implant-supported overdenture designs. J Prosthet Dent. 2004;91(5):421-7.
21. Damghani S, Masri R, Driscoll CF, Romberg E. The effect of number and distribution of unsplinted maxillary implants on the load transfer in implant-retained maxillary overdentures: an in vitro study. J Prosthet Dent. 2012;107(6):358-65.
22. Celik G, Uludag B. Photoelastic stress analysis of various retention mechanisms on 3-implant-retained mandibular overdentures. J Prosthet Dent. 2007;97(4): 229-35.
23. Cakarer S, Can T, Yaltirik M, Keskin C. Complications associated with the ball, bar and Locator attachments for implant-supported overdentures. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011;16(7):e953-9.
24. Kleis WK, Kämmerer PW, Hartmann S, Al-Nawas B, Wagner W. A comparison of three different attachment systems for mandibular two-implant overdentures: one-year report. Clin Implant Dent Relat Res. 2010;12(3):209-18.
25. Alsabeeha NH, Payne AG, De Silva RK, Thomson WM. Mandibular single-implant overdentures:

preliminary results of a randomised-control trial on early loading with different implant diameters and attachment systems. Clin Oral Implants Res. 2011; 22(3):330-7.
26. Mackie A, Lyons K, Thomson WM, Payne AG. Mandibular two-implant overdentures: three-year prosthodontic maintenance using the locator attachment system. Int J Prosthodont. 2011;24(4): 328-31.
27. Bilhan H, Geckili O, Mumcu E, Bilmenoglu C. Maintenance requirements associated with mandibular implant overdentures: clinical results after first year of service. J Oral Implantol. 2011;37(6):697-704.
28. Vere J, Hall D, Patel R, Wragg P. Prosthodontic maintenance requirements of implant-retained overdentures using the locator attachment system. Int J Prosthodont. 2012;25(4):392-4.
29. Krennmair G, Seemann R, Fazekas A, Ewers R, Piehslinger E. Patient preference and satisfaction with implant-supported mandibular overdentures retained with ball or locator attachments: a crossover clinical trial. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012;27(6):1560-8.
30. El-Sheikh AM, Shihabuddin OF, Ghoraba SM. Two versus three narrow-diameter implants with locator attachments supporting mandibular overdentures: a two-year prospective study. Int J Dent. 2012;2012: 285684.
31. Bakke M, Holm B, Gotfredsen K. Masticatory function and patient satisfaction with implant-supported mandibular overdentures: a prospective 5-year study. Int J Prosthodont. 2002;15(6):575-81.
32. MacEntee MI, Walton JN, Glick N. A clinical trial of patient satisfaction and prosthodontic needs with ball and bar attachments for implant-retained complete overdentures: three-year results. J Prosthet Dent. 2005;93(1):28-37.
33. Cune M, van Kampen F, van der Bilt A, Bosman F. Patient satisfaction and preference with magnet, bar-clip, and ball-socket retained mandibular implant overdentures: a cross-over clinical trial. Int J Prosthodont. 2005;18(2):99-105.
34. Davis DM, Packer ME. Mandibular overdentures stabilized by Astra Tech implants with either ball attachments or magnets: 5-year results. Int J Prosthodont. 1999;12(3):222-9.
35. Karabuda C, Tosun T, Ermis E, Ozdemir T. Comparison of 2 retentive systems for implant-supported overdentures: soft tissue management and evaluation of patient satisfaction. J Periodontol. 2002;73(9):1067-70.
36. Bilhan H, Geckili O, Sulun T, Bilgin T. A quality-of-life comparison between self-aligning and ball attachment systems for 2-implant-retained mandibular overdentures. J Oral Implantol. 2011;37 Spec No:167-73.
37. Cordaro L, di Torresanto VM, Petricevic N, Jornet PR, Torsello F. Single unit attachments improve peri-implant soft tissue conditions in mandibular overdentures supported by four implants. Clin Oral Implants Res. 2013;24(5):536-42.
38. Cheng T, Sun G, Huo J, He X, Wang Y, Ren YF. Patient satisfaction and masticatory efficiency of single implant-retained mandibular overdentures using the stud and magnetic attachments. J Dent. 2012;40 (11):1018-23.
39. Wismeijer D, van Waas MA, Mulder J, Vermeeren JI, Kalk W. Clinical and radiological results of patients treated with three treatment modalities for overdentures on implants of the ITI Dental Implant System. A randomized controlled clinical trial. Clin Oral Implants Res. 1999;10(4):297-306.
40. Kilic K, Koc AN, Tekinsen FF, Yildiz P, Kilic D, Zararsiz G, Kilic E. Assessment of Candida Species colonization and denture-related stomatitis in bar- and locator- retained overdentures. J Oral Implantol. 2012 Sep 28. [Epub ahead of print]
41. Oh SC, Han JS, Kim MJ. Implant supported overdenture using milled titanium bar with Locator attachment on fully edentulous maxillae: a case report. J Korean Acad Stomatog Func Occ 2011;27 (2):223-31.
42. Kim MS, Yoon MJ, Huh JB, Jeon YC, Jeong CM. Implant overdenture using a locator bar system by drill and tapping technique in a mandible edentulous patient: a case report. J Adv Prosthodont. 2012;4(2): 116-20.

A Literature Review on Locator Attachment for Implant Overdenture

Min-Sang Cha[1,2], Dae-Gon Kim[2], Chan-Jin Park[2], Lee-Ra Cho[2]

[1]Department of Dentistry, Gangneung Asan Hospital, University of Ulsan College of Medicine
[2]Department of Prosthodontics and Research Institute of Oral Science, Gangneung-Wonju National University

The Locator attachment is used widely for implant retained overdenture. It can be used solitary and needs small vertical space. Locator can be applicable for parallel implants and divergent implants. Nylon male cap allow personalized retention for each case. In this literature review, initial retention force and changes in retention force of various attachments were evaluated. Rotation freedom and stress distribution around the attachment were reviewed. Moreover, patient satisfaction and maintenance care of Locator attachment were described. From all of the researches, it was drawn that Locator attachment can be used successfully and widely in several clinical situations.

Key words: locator, attachment, implant-retained overdenture, maintenance, retention

Correspondence to : Prof. Lee-Ra Cho
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, 1, GangneungDaehangno, Gangneung, Gangwon-Do, 210-702, Korea.
Fax: + 82-33-640-3103, E-mail: lila@gwnu.ac.kr
Received: January 25, 2013, Last Revision: March 10, 2013, Accepted: June 25, 2013