자성 어태치먼트의 형태와 수에 따른 하악 임플란트 피개의치의 유지력에 대한 비교 연구

단국대학교 치과대학 치과보철학 교실

서민지·이준석·조인호

치과용 자석의 개선으로 자성 어태치먼트를 이용한 임플란트 피개의치의 사용이 늘고 있다. 또한 여러 형태의 자성 어태치먼트가 개발되어 임상 상황에 따라 적절히 선택하여 사용할 수 있게 되었다. 이에 시중에 판매되는 세 가지 형태의 임플란트용 자성 어태치먼트를 이용해 자성 어태치먼트의 형태와 임플란트 수에 따른 임플란트 피개의치의 유지력을 비교 분석하였다. 식립된 임플란트가 1개인 경우를 1군, 2개인 경우 2군, 4개인 경우를 3군으로 하였고, 자성 어태치먼트의 형태에 따라 flat type, cushion type, dome type으로 세분하였다. Instron으로 수직방향, 사선방향, 전후방향의 인장력을 가하여 자성 어태치먼트의 형태에 따른 유지력의 차이, 힘의 방향에 따른 유지력의 차이, 자성 어태치먼트의 수에 따른 유지력의 변화를 비교 분석하여 다음의 결과를 얻었다. 1) 임플란트의 수와 상관없이 수직력은 flat type이 가장 컸으며, 측방력은 dome type이 가장 작은 것으로 나타났다. 2) 임플란트가 1개일 때 flat type의 수직력이 전후방회전력보다 크게 나타났고, 임플란트가 2개일 때는 dome type과 flat type이, 임플란트가 4개일 때는 cushion type과 flat type에서 수직력이 전후방회전력보다 크게 나타났다. 3) 임플란트 수에 따른 유지력 측정결과, 자석의 형태에 상관없이 임플란트 수가 많을수록 유지력은 증가하였다. 이상의 결과로 볼 때, 큰 유지력이 필요한 환자에게는 flat type이, 유해한 수평력이 존재하는 환자에게는 dome type의 이용이 유리하고, 임플란트가 1개일 때 flat type, 2개일 때 dome type과 flat type, 임플란트가 4개일 때 cushion type과 flat type이 피개의치의 안정성이 더 좋은 것으로 나타났다. 또한 자성 어태치먼트의 형태에 상관없이 임플란트의 수가 증가할수록 더 큰 유지력을 나타냈다. 따라서 임플란트 피개의치 사용 시 적절한 유지력과 안정성을 얻기 위해서 임플란트의 수와 자성 어태치먼트 형태의 고려가 필요하다고 사료된다.

주요 단어: 임플란트 피개의치, 자성 어태치먼트, flat type, dome type, cushion type

(대한치과턱관절기능교합학회지 2008:24(2):169-181)

서 론

잔존 치조제의 흡수가 심하게 진행된 하악의 경우, 환자가 편안하게 저작할 수 있는 총의치를 제작하는 것은 상당히 어려운 일이다.[1,2] 이런 환자들에게 골유착 임플란트를 이용한 보철 수복은 만족할 만한 결과를 이루어왔으며, 그 방법으로는 임플란트 지지 고정성 보철물과 가철성의

교신저자: 조인호

주소: 단국대학교 치과대학 보철학교실, 충청남도 천안시 신부동 산 7-1, 330-716, 대한민국.

E-mail: cho8511@dku.edu

전화: 041-550-1971-1973

원고접수일 : 2008년 3월 10일, 원고수정일 : 2008년 4월 20일, 원고채택일 : 2008년 6월 25일

임플란트 지지 피개의치, 임플란트 유지-연조직 지지 피개의치의 세 가지로 나눌 수 있다.

어태치먼트를 이용하여 유지와 지지를 얻는 임플란트 지지 피개의치와 임플란트 유지 피개의치는 고정성 보철물 시술 후 약 20년이 지나서야 보고되기 시작하였는데,[3] 의치의 안정성과 하중 지지 능력이 향상되어 총의치에 비해 저작력이 증가되고 치조골이 심하게 흡수되거나 악간관계가 불량한 환자에서 입술지지와 심미적인 문제를 쉽게 할 수 있을 뿐 아니라 수술, 시술과정이 간편하고 비용이 저렴하며 구강 위생을 유지하기도 용이하여 많이 선호되고 있다.[4-6] 어태치먼트를 이용한 피개의치의 개념은 1898년 스위스에서 시작되었고 이후 Mensor[7]와 Miller[8]에 의해 개념과 방법이 체계화되었으며 자연 치근에 사용하던 어태치먼트를 임플란트에도 적용하여 좋은 결과를 얻어왔다.[9] Mensor[10]는 임플란트 피개의치에 가장 많이 사용되는 어태치먼트로 바, 스터드, 자성 어태치먼트라고 보고하였다.

특히 치과 분야에서의 자석의 이용은 이미 1930년대부터 상하악 총의치의 내면에 막대자석의 반발력을 이용하여 의치 안정성을 확보하려는 시도가 있었으나 적절한 유지력을 얻기 어려웠으며 창상 부위를 통한 자석 노출 등의 문제점을 보고하였다.[11] 1967년 Joshep과 Hoffer에 의해 희토류원소를 이용한 자석합금이 종래의 자석에 비해 자력이 강하며 물성이 월등하다는 것이 밝혀진 후 치과용 수복에 필요한 소형의 형태로 개발되어[12] 피개의치, 국소의치 및 임플란트 지지 피개의치 등의 보철 영역에서 널리 사용되고 있다.[13] 이후 1980년대 중반에는 neodymium iron boron(Nd-Fe-B)을 개발하여 크기는 더 작아지고 더 강력한 자성을 오래도록 유지하게 되어 임상적으로 더욱 유용하게 되었다.[14] Highton 등[15]은 반복사용으로 인한 다른 어태치먼트와 자성 어태치먼트 간에 유지력을 비교한 결과 자성 어태치먼트가 영구적인 유지력을 갖고 있는 것으로 나타났으며 잔존조직에 하중을 분산시키는 능력이 항상 균일하다고 보고하였다. Burns 등[16]은 하악 견치 부위에 두 개의 임플란트를 식립한 경우 O-ring이나 자성 어태치먼트를 사용한 피개의치가 고전적인 총의치보다 의치안정성과 유지, 조직반응이 우수하다고 보고하였다. Walmsley 등[17]의 연구에서는 불만족하는 하악 총의치 환자 중 임플란트를 식립하고 자성 어태치먼트를 위치시킨 경우 기능하는 데 100%의 환자만족을 얻었다고 보고한 바 있다. 최근에는 더욱 강력하고, 자성이 오래 유지되며 열과 부식에 대한 저항성이 큰 samarium-iron-nitride(Sa-F-Ni)에 대한 개발이 진행 중이다.[14]

또한 다양한 형태의 자성 어태치먼트들이 개발됨에 따라 임상에의 적용이 더욱 용이해졌다. Flat type은 견고한 유지력을 가지며, cushion type은 자석 구조체 내부에 쿠션 볼이 들어 있어 의치상의 기능운동 시 쿠션의 수직 이동이 이루어지며, 유리단 의치가 교합될 때에 보이는 동요를 흡수할 수 있다. 흡착면이 구면인 dome type은 의치의 기능운동 시 수평이동이 이루어져 유리단 의치가 교합 될 때 보이는 동요를 방지할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 자성 어태치먼트의 형태에 따른 유지력의 차이와 여러 방향으로 힘을 가하였을 때 형태에 따른 유지력의 차이와 임프란트의 수가 증가함에 따른 유지력의 변화가 어떻게 나타나는지를 비교 분석하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 실험군의 분류

임플란트의 수에 따라 1개인 경우를 1군, 2개인 경우를 2군, 3개인 경우를 3군으로 나누었으며 자성 어태치먼트의 형태에 따라 flat type(Magfit-IP-BFN30, Aichi steel Co., Aichi-ken, Japan), dome type(Magfit-IP-BDN30, Aichi steel Co., Aichi-ken, Japan), cushion type(Magfit-IP-BSN30, Aichi steel Co., Aichi-ken, Japan)으로

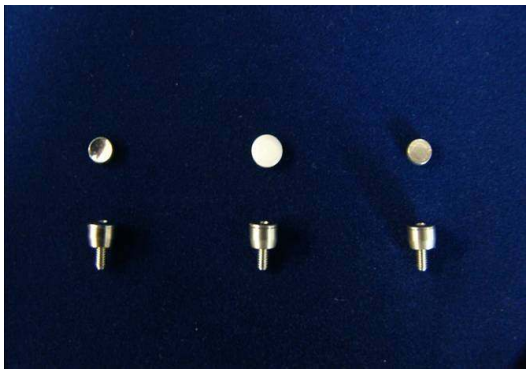

Fig. 1. Three types of magnetic attachment in this experiment (MAGFIT-IP-BFN30/BDN30/BSN30, Aichi steel Co., Japan)



Fig. 2. Implant used in this experiment (Brånemark System MKⅢ RP, Nobel Biocare, Göteborg, Sweden)

세분하여 9개의 하부군으로 나누었다(Fig. 1).

2. 시편 제작

(1) 하악 모형 제작

하악과 유사하게 자가 중합형 레진(Ortho-jet™ Acrylic, Lang dental MFG. Co. Inc., Wheeling, USA)으로 언더컷이 존재하지 않도록 3개의 하악 무치악 모형을 제작하였다. 한 모형에 이부 중앙 부위에 직경 3.75mm, 길이 13mm의 임플란트(Brånemark Syst MKⅢ RP, Nobel Biocare, Göteborg, Sweden)를 식립하였다(Fig. 2). 다른 하나의 모형에는 이부 중앙에서 각각 15mm 떨어진 좌우 견치부위에 임플란트를 1개씩 평행하게 2개를 식립하였고, 나머지 모형에는 이부 중앙에서 20mm 떨어진 좌우측 소구치 부위에 1개씩, 이부 중앙에서 8mm 떨어진 좌우측 측절치 부위에 각각 1개씩 총 4개의 임플란트를 평행하게 식립하였다.



Fig. 3. Three acrylic resin mandibular models (Ortho-JetTM, Acrylic, Lang dental MFG. Co. Inc., Wheeling, USA) with single implant, two implants, four implants placed in the interforamen area and the chrome-coblat framework with four withdrawal loops for application of tensile forces by Instron. Four 3mm-diameter

(2) 금속구조물 제작

세 개의 하악 모형에 공동으로 장착할 수 있는 크롬-코발트 금속 구조물을 제작하였다. 정중선 협설 부위와, 좌우 제 1대구치 부위에 루프를 형



Fig. 4. Magnetic attachment overdenture sample seated on mandibular model, with nuts and bolts securely fastened

성하였으며 임플란트가 식립된 부위를 둘러싸고 있는 금속구조물에 4개의 직경 3mm의 스테인레스 스틸 너트를 납착하였다(Fig. 3).

(3) 피개의치 시편 제작

임플란트가 식립된 하악 모형에 금속구조물을 장착하고 임플란트에 높이 4mm의 지대주링을 20N의 힘으로 장착하였다. 임플란트 주변과 언더컷 부위를 왁스로 블럭아웃을 한 후 분리제를 도포하고 자가 중합형 레진(Ortho-jet™ Acrylic, Lang dental MFG. Co. Inc., Wheeling, USA)을 부어 피개의치 시편을 제작하였다. 이렇게 제작된 피개의치 시편을 이용하여 퍼티 타입 실리콘 인상재(Vinyl polysiloxane impression material system, putty type, Twintz, BiscoAsia., Seoul, Korea)로 몰드를 제작하였다. 자가 중합형 레진을 제조사의 지시대로 혼합하여 제작된 몰드에 붓고 15 psi에서 35분 동안 중합하여 각 하부군당 5개의 모형을 제작하였다. 각 군당 15개, 총 45개의 피개의치 시편을 제작하였으며 금속구조물의 너트 부위와 연결될 부분에는 볼트가 들어갈 구멍을 형성하였다.

(4) 어태치먼트 부착

하악 모형에 식립된 임플란트에 지대주링을 장착하고 키퍼나사를 20N의 힘을 가하여 장착한 다음 자석을 키퍼위에 올렸다. 피개의치 시편에 여분의 레진이 빠져나갈 구멍을 형성한 뒤 자가 중합형 레진을 이용하여 자석을 부착하였다.

3. 유지력 측정

수직방향, 사선방향, 전후방향으로 인장력을 가하여 최대유지력을 측정하기 위해 Instron (Model 3343, Instron Co., Canton, USA)을 이용하였다. 금속구조물을 하악 모형에 장착시키고 자석이 부착된 피개의치 시편을 금속구조물과 연결하고(Fig. 4), 이것을 Instron에 고정시켰다. Instron의 상부 구조에 6.20cm의 스테인레스 스틸 금속줄을 고정시키고 그 끝으로부터 네 개의 17.00cm 길이의 금속줄을 연결하였다. 그 중 두 개의 금속줄을 금속 구조물의 좌우측 제 1대구치 부위에 있는 루프에 연결하고 나머지 두 개의 금속줄은 금속구조물 정중선 협설 부위에 있는 루프에 느슨해지지 않도록 길이를 조절한 뒤 연결했다. 치조제로부터 의치가 이탈되는 속도인 50.80mm/min의 일정한 cross-head speed로 인장력을 가하였다. 각각의 피개의치 시편을 장착하여 실험 시 지대주 링도 같이 교환하였으며 최대 유지력을 10회씩 측정하였다.

(1) 수직 유지력 측정

피개의치 시편이 장착된 금속 구조물을 의치의 장착방향과 평행을 이루도록 수직으로 인장력을 가하였다(Fig. 5).

(2) 측방력 측정

금속 구조물에 연결된 네 개의 금속줄 중 좌측 구치부 루프에 연결된 금속줄을 제거한 뒤 인장력을 가하였다(Fig. 6).



Fig. 5. The vertically directed dislodging force applied to the overdenture sample



Fig. 6. The obliquely directed dislodging force applied to the overdenture sample

(3) 전후방회전력 측정

금속 구조물에 연결된 네 개의 금속줄 중 정중선 협설 부위의 루프에 연결된 2개의 금속줄을 제거한 뒤 인장력을 가하였다(Fig. 7).



Fig. 7. The anterior posteriorly directed dislodging force applied to the overdenture sample

4. 통계처리

SPSS V. 12.0 for win.(SPSS Inc., Chicago, USA)를 사용하여 통계처리 하였으며, 각하부군 간의 유지력 차이, 자성 어태치먼트 형태에 따른 유지력의 차이, 자석 수에 따른 유지력의 차이, 힘의 방향에 따른 유지력의 차이를 비교하였다. 유의성 검증을 위해서 one-way ANOVA test를 시행 후 사후 검정으로 Sheffe's multiple range test를 시행하였다.

결 과

1. 하부군 간의 유지력의 차이

각 하부군당 5개의 피개의치 시편을 제작하였으며 시편마다 측정한 값에서 같은 군 내의 값 중 유의한 차이를 보이는 시편을 제외하고 나머지 시편의 유지력을 합산하여 해당군의 값으로 정하였다. 1군의 cushion type 피개의치 시편 1개와 flat type 시편 1개, 3군의 1개의 cushion type 피개의치 시편에서 유의한 차이가 발생하였다 ($p<0.05$). 1군에서는 flat type의 수직력이 138.25gf로 가장 크게 나타났으나 측방력과 전후방회전력은 가장 작게 나타났다. 전후방회전력은 dome

type이 127.72gf로 가장 크게 나타났으며 측방력은 dome type과 cushion type이 큰 것으로 나타났다(Table I, Fig. 8). 2군에서는 flat type의 수직력은 540.72gf이고 측방력은 217.50gf로 가장 크게 나타났으며 cushion type은 전후방회전력이 401.88gf로 가장 큰 것으로 나타났다. Dome type은 가장 작은 측정치를 나타냈다(Table Ⅱ, Fig. 9). 3군에서는 flat type이 모든 방향의 유지력에서 가장 큰 값을 가지는 것으로 나타났으며 그 다음이 cushion type이고 dome type이 가장 작은 값을 나타냈다(Table Ⅲ, Fig. 10).

Table I. Arithmetric means and standard deviations of retention force in group1 (unit:gf)

	Group I					
	dome type		cushion type		flat type	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
vertical	129.06	7.61	122.88	5.82	138.25	4.87
oblique	103.36	4.73	103.20	2.59	40.78	3.51
ant-post	127.72	4.06	104.13	2.17	56.25	8.35

Table II. Arithmetric means and standard deviations of retention force in group 2 (unit:gf)

	Group 3					
	dome type		cushion type		flat type	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
vertical	429.48	50.97	737.25	49.22	865.46	18.23
oblique	319.44	24.53	493.55	29.88	531.90	35.09
ant-post	454.44	17.04	628.73	24.36	699.00	39.00

Table Ⅲ. Arithmetric means and standard deviations of retention force in group 3 (unit:gf)

	Group 2					
	dome type		cushion type		flat type	
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
vertical	323.48	40.29	384.54	29.20	540.72	34.65
oblique	195.66	39.86	208.24	12.81	217.50	6.75
ant-post	280.84	9.42	401.88	18.20	304.68	14.30

2. 힘의 방향에 따른 유지력의 차이

1군에서 flat type은 수직력이 가장 크고 전후방회전력, 측방력 순으로 작아졌다. Cushion type은 수직력이 전후방회전력이나 측방력보다 컸으며 전후방회전력과 측방력 사이에 유의한 차이는 없었다($p<0.05$). Dome type은 측방력이 수직력이나 전후방회전력보다 작았으며 수직력과 전후방회전력사이의 유의한 차이는 없었다($p<0.05$). 2군에서는 flat type과 dome type은 수직력이 가장 크고 전후방회전력, 측방력 순으로 감소하였다. Cushion type은 전후방회전력이 가장 크고 수직력, 측방력 순으로 감소하였다. 3군은 flat type과 cushion type이 수직력이 가장 크고 전후방회전력, 측방력 순으로 감소하였다. Dome type에서는 전후방회전력이 가장 크고 수직력, 측방력 순으로 감소하였다(Table Ⅳ).

3. 자석 형태에 따른 유지력의 차이

1군에서 수직력의 경우, flat type이 가장 크게 나타났으며 그 다음으로 dome type, 가장 작은 것이 cushion type이었다. 전후방회전력은 flat type이 다른 두 type에 비해 작은 힘을 가지는 것으로 나타났으며 dome type과 cushion type 사이의 유의한 차이는 없었다($p<0.05$). 2군의 경우 수직력과 측방력은 flat type이 가장 크게 나타났으며 cushion type, dome type 순으로 작은 값을 가지고 있었다. 전후방회전력은 자석의 형태 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p<0.05$). 3군은 수직력, 전후방회전력, 측방력 모두 flat type이 가장 크고 그 다음이 cushion type, dome type은 가장 작은 값을 가지는 것으로 나타났다(Table V).

Table Ⅳ. Retention force according to three-vertical(V), anterior-posterior(AP), oblique(O) pulling direction (unit:gf)

		Group 1			Group 2			Group 3		
		mean	S.E.	p	mean	S.E.	p	mean	S.E.	p
dome type	V-AP	1.34	1.14	NS	42.64	16.84	*	-24.96	6.82	**
	V-O	25.70	1.14	**	127.82	16.84	**	110.04	6.82	**
	AP-O	24.36	1.14	**	85.18	16.84	**	135.00	6.82	**
cushion type	V-AP	19.68	0.87	**	-17.34	4.24	**	108.53	8.07	**
	V-O	18.75	0.87	**	176.30	4.24	**	243.70	8.07	**
	AP-O	0.93	0.87	NS	193.64	4.24	**	135.18	8.07	**
flat type	V-AP	82.0	1.33	**	236.04	4.39	**	166.46	6.41	**
	V-O	92.48	1.33	**	323.22	4.39	**	333.56	6.41	**
	AP-O	15.48	1.33	**	87.18	4.39	**	167.10	6.41	**

$p<0.05$ *, $p<0.01$ **, NS : no significance

Table V. Retention force according to magnet shape - dome(D), cushion(C), flat(F) type

(unit:gf)

		vertical			ant-post			oblique		
		mean	S.E.	p	mean	S.E.	p	mean	S.E.	p
Group 1	D-C	6.19	1.34	**	0.16	0.81	NS	23.60	1.15	**
	D-F	-9.19	1.34	**	62.59	0.81	**	71.47	1.15	**
	C-F	-15.38	1.41	**	62.43	0.85	**	47.88	1.21	**
Group 2	D-C	-61.06	7.00	**	-121.04	16.24	NS	-12.58	2.89	**
	D-F	-217.24	7.00	**	-23.84	16.24	NS	-21.84	2.89	**
	C-F	-156.18	7.00	**	97.20	16.24	NS	9.26	2.89	**
Group 3	D-C	-307.77	8.84	**	-174.11	6.40	**	-174.29	6.06	**
	D-F	-435.98	8.34	**	-212.46	6.03	**	-244.56	5.72	**
	C-F	-128.21	8.84	**	-38.35	6.40	**	-70.28	6.06	**

$p<0.05$ *, $p<0.01$ **, NS : no significance

4. 자석 수에 따른 유지력의 차이

자석의 형태에 상관없이 수직력, 전후방회전력, 측방력은 임플란트의 수가 증가할수록 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 수직력을 살펴보면 flat type에서 임플란트의 수가 1개에서 2개로 증가할 때 3.91배, 1개에서 4개로 증가 시 6.26배 증가했다. Cushion type의 경우 임플란트의 수가 1개에서 2개, 4개로 증가 시 3.13배, 6.00배 증가하였다. Dome type의 경우 임플란트의 수가 1개에서 2개, 4개로 증가함에 따라 수직력은 2.51배, 3.33배 증가하였다. 측방력의 경우 flat type은 임플란트의 수가 2개, 4개로 증가함에 따라 5.33배, 13.04배 증가하였다. Cushion type은 2.20배, 4.78배로 증가하였으며 dome type은 1.89배, 3.09배 증가하였다. 전후방 회전력의 경우 flat type은 임플란트의 수개 1개에서 2개, 4개로 증가함에 따라 5.42배 12.43배 증가하였으며 cushion type은 3.86배, 6.04배, dome type은 2.20배 3.56배로 증가하였다(Table VI).

총괄 및 고안

자성 어태치먼트는 자석 구조체와 키퍼로부터의 자력을 이용한 보철물의 유지장치라 할 수 있다. 즉 자석의 힘을 이용해 가철성 의치를 지대치로 연결해 유지와 안정을 도모하는 유지장치라고 정의할 수 있다.[18] 자성 어태치먼트의 역사는 오래되었으나 크기나 흡인력, 내구성, 내식성의 문제로 널리 사용되지 못하다가 1960년대 이러한 문제점이 해결되어 소형으로 흡인력이 큰 자성 어태치먼트가 개발되면서 국소의치, 치근지지 피개의치, 임플란트 피개의치의 유지장치로 사용되었으며 교정치료에까지 널리 이용되어 왔다. 또한 여러 가지 형태의 자성 어태치먼트를 개발하여 다양한 임상 상황에 적절히 선택하여 사용할 수 있게 되었다. Flat type은 다른 형태에 비해 유지력이 크며 dome type은 의치의 수평운동을 허용하도록 고안되었으며 cushion type은 의치의 수직운동을 허용하였다. 이번 실험에서는 시중에 시판되고 있는 세 가지 형태의 자성 어태

Table VI. Retention force according to number of implant. G1 means group 1, G2 means group 2, G3 means group 3 (unit:gf)

		vertical			ant-post			oblique		
		mean	S.E.	p	mean	S.E.	p	mean	S.E.	p
dome type	G1-G2	-194.42	7.55	**	-92.30	16.40	**	-153.12	2.29	**
	G1-G3	-300.42	7.55	**	-216.08	16.40	**	-326.72	2.29	**
	G2-G3	-106.00	7.55	**	-123.78	16.40	**	-173.60	2.29	**
cushionty pe	G1-G2	-261.67	6.98	**	-105.04	3.90	**	-297.76	3.74	**
	G1-G3	-614.38	7.35	**	-390.35	4.12	**	-524.60	3.94	**
	G2-G3	-352.71	6.98	**	-285.31	3.90	**	-226.85	3.74	**
flat type	G1-G2	-402.47	4.99	**	-176.73	4.55	**	-248.43	5.35	**
	G1-G3	-727.21	4.99	**	-491.13	4.55	**	-642.75	5.35	**
	G2-G3	-324.74	4.71	**	-314.4	4.30	**	-394.32	5.05	**

$p<0.05$ *, $p<0.01$ **, NS : no significance

치먼트들을 그 형태에 따른 유지력의 차이와 개수의 증가에 따른 유지력의 변화양상, 여러 방향의 힘에 대한 유지력의 차이에 대해 비교 분석하였다.

유지는 가철성 보철학의 중요한 개념으로 의치의 유지력은 수직 방향과 경사방향의 힘에 대한 저항 또는 의치의 탈락에 대한 저항으로 정의되어왔다.[19] 자성 어태치먼트의 흡인력은 피개의치의 유지력과 긴밀한 관계를 가지는데 일반적으로 자성 어태치먼트는 400～600gf의 자력을 가져야 의치를 적절히 유지할 수 있으나 유지력이 140～310gf 인 경우에는 피개의치의 유지에는 불충분하며 수평유지력이 53～94gf인 경우 의치의 수평적 운동에 적절히 저항하지 못한다고 보고되었다.[20] 본 실험에서는 유지력 측정을 위해 cross-head speed를 저작 시 하악이 의치상에서 멀어지는 속도와 가장 유사한 속도인 50.80 mm/min를 cross-head speed로 설정하였는데,[21,22] 이 속도로 측정된 값은 보통 최대 유지력을 측정할 때 인장력을 가하는 속도(cross-head speed 0.50mm/min)로 측정된 값보다 1/3정도 작게 측정된다고 하였다.[23] 이번 실험에서 측정된 값들을 살펴보면, 1군의 수직력의 평균이 129.67gf로 적절한 유지력을 가지는 것으로 나타났고, 특히 3군의 cushion type과 flat type이 높은 유지력을 가지는 것으로 나타났다. 수평력 또한 모든 형태의 자성 어태치먼트에서 수평저항에 대항할 값을 가진 것으로 나타났다.

실험에 이용한 세 형태의 자석은 모두 폐자로를 가지므로 자석구조체와 키퍼가 완전한 접촉을 이루는 경우에만 큰 흡인력을 나타내고, 접촉이 파괴될 시에는 흡인력이 급속도로 감소하는 성질이 있다.[23] 45개의 피개의치 시편 중 3개는 통계적으로 유의한 차이가($p<0.05$) 발생하여 제외되었는데, 2개가 cushion type 이었으며 하나는 flat type이었다. Cushion type의 경우 자석구조체를 둘러싸고 있는 cap으로 인해 다른 자석구조체에 비해 크기가 커 피개의치에 부착 시 과량의

열중합레진에 의한 위치변화나 중합수축에 따른 변형으로 인한 위치변화가 일어날 가능성이 크므로 이런 결과가 나타난 것으로 사료된다. Dome type의 경우 흡착면이 볼록하여 자석 장착 시 자석 위치에 안정적으로 안착되어 오차 가 발생하지 않은 것으로 사료된다. 그러므로 cushion type을 사용할 때에는 부착 시 세심한 주의가 필요하며 자석의 위치변화가 일어나지 않도록 최소한의 레진을 사용해야 할 것이다.

자석 형태에 따른 유지력을 살펴보면 수직력의 경우 flat type이 다른 두 형태의 자성 어태치먼트보다 큰 것으로 나타났다. 이는 같은 크기의 자석일 때 편평한 것이 유두형태 보다 유지력이 크다고 보고한 Hur 등[24]의 결과와 유사하게 나타났다. 측방력의 경우 수평요소를 고려하면 임플란트 피개의치를 유지하는 힘이 크다고 임플란트의 건강에도 좋은 것은 아니라는 보고가 있었는데,[25] 이것은 임플란트가 수직적인 스트레스에 비해 수평적인 스트레스에는 약하기 때문이며, 본 실험에서도 세 가지 형태 중 dome type이 가장 작은 측방력을 나타냈다. 이는 볼록한 흡착면의 형태가 의치의 수평이동을 허용하여 측방력이 가해질 때 임플란트에 유해한 수평적인 힘을 감소시키는 것으로 항상 측방력이 존재하는 심한 이갈이환자에서는 다른 형태보다 dome type의 자성 어태치먼트를 사용하는 것이 바람직하리라 사료된다.

의치 안정성은 의치상의 전후방 회전에 대한 저항으로 정의할 수 있으며 의치의 수평, 전후방 침하를 방지한다.[24] Akaltan과 Can[23]은 수직력이 전후방회전력보다 큰 것이 더 안정적이라고 보고하였으며, 이번 연구에서 flat type의 경우 수직력이 전후방회전력에 비해 크게 나타나 안정했으며, cushion type과 dome type은 임플란트 수에 따라 다르게 나타났다($p<0.05$). Cushion type의 경우 임플란트가 2개일 때 전후방회전력이 수직력보다 크게 나타나 안정성이 떨어졌다. Dome type의 경우 임플란트가 1개일 때는 수직력과 전후방회전력간의 유의한 차이가 없었으며, 임플란트가 4개인 경우에는 수직력보다 전후방회전력이 커서 의치의 안정성이 떨어지는 것으로 나타났다($p<0.05$). 따라서 의치의 안정성 측면에서는 임플란트가 2개인 경우에는 flat type과 dome type이 유리하며, 임플란트가 4개인 경우에는 flat type과 cushion type이 유리하리라 사료된다. Ma와 Shin[26]도 임플란트를 4개 식립한 경우 치밀골과 임플란트에 부여되는 응력값이 flat type에서 가장 낮게 나타난 것으로 보고한 것으로 보아 flat type이 모든 임플란트에 응력을 고르게 분산시켜 임플란트 4개 식립 시에는 flat type이 응력면에서 더 좋은 형태라고 보고하였다.

임플란트의 수가 증가함에 따른 유지력의 변화를 살펴보면 flat type의 경우 임플란트의 수가 2배, 4배로 증가함에 따라 수직력은 3.13배, 6.00배로 증가하였고, cushion type은 3.91배, 6.26배, dome type은 2.51배 3.33배 증가하였다. 자성 어태치먼트의 형태와 상관없이 임플란트의 수가 증가할수록 수직력이 증가하였고($p<0.05$), 이 결과는 Ma와 Shin[26]이 임플란트 식립 개수가 증가함에 따라 자성 어태치먼트의 형태와 상관없이 피개의치의 변위가 감소하였다는 보고와 일치하며, 임플란트의 수가 증가가 의치의 유지와 안정에 도움이 된다고 할 수 있다.

본 연구에서 하악 무치악 모형에 임플란트 식립 시 임플란트 사이의 평행성, 유지력 측정시 4개의 금속줄 간의 길이 차이, 피개의치에 자석 부착 시 미세한 위치변화 등에 의해 유지력 측정 시 미세한 오차가 발생했을 수 있다. 그럼에도 불구하고 자성 어태치먼트는 피개의치의 유지장치로써 적절한 유지력을 가지는 것으로 나타났다. 특히 큰 유지력을 필요로 하는 환자의 경우 flat type의 자성 어태치먼트가 유리하고, 또한 임플란트 수를 증가로 더욱 좋은 유지를 얻을 수 있다. 항상 수평적인 힘이 존재하는 이갈이 환자 같은 경우에는 dome type의 자성 어태치먼트를 사용하는 것이 임플란트의 수명을 연장시킬 것으로 생각되며, 자성 어태치먼트를 사용 시에는 임플란트의 수가 증가 시킬수록 좋은 유지력을

얻으므로 2개 이상을 식립 하는 것이 바람직하다.

자성 어태치먼트는 여러 가지 장점과 사용의 편리성으로 많은 임상의들이 선택하는 어태치먼트로 임플란트에 유해한 수평력은 감소시키면서, 유지력은 더욱 향상된 자성 어태치먼트의 개발이 필요하고, 또한 여러 가지 형태의 자성 어태치먼트를 한 피개의치에서 사용 시의 유지력 비교에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

결 론

이 연구는 자성 어태치먼트를 이용한 임플란트 피개의치에서 자성 어태치먼트의 형태와 수에 따른 유지력을 비교 분석하고자 하였다. 임플란트 수(1개, 2개, 3개)에 따라 세군으로 나누고 자석의 형태에 따라 다시 세 개의 하부군(flat, dome, cushion)으로 나누었다. 모두 9개의 군을 형성하였으며 각각은 수직방향, 사선방향, 전후방향의 세 방향으로 인장력을 가하여 최대 탈락력을 측정하여 힘의 방향에 따른 유지력, 자석의 형태에 따른 유지력, 임플란트의 수에 따른 유지력을 비교분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 임플란트의 수와 상관없이 수직력은 flat type이 가장 컸으며 측방력은 dome type이 가장 작은 것으로 나타났다($p<0.05$).
2. 임플란트가 1개일 때 flat type이 수직력이 전후방회전력보다 크게 나타났으며 임플란트가 2개일 때는 dome type, flat type이, 임플란트가 4개인 경우 cushion type과 flat type이 수직력이 전후방회전력보다 크게 나타났다($p<0.05$).
3. 자석 수에 따른 유지력 측정결과, 자석의 형태에 상관없이 임플란트 수가 많을수록 유지력은 증가하였다($p<0.05$).

이상의 결과로 볼 때, 큰 유지력이 필요한 환자에게는 flat type이, 유해한 수평력이 존재하는 환자에게는 dome type의 이용이 유리하고, 임플란트가 1개일 때 flat type, 2개일 때 dome type과 flat type, 임플란트가 4개일 때 cushion type과 flat type이 피개의치의 안정성이 더 좋은 것으로 나타났다. 또한 자성 어태치먼트의 형태에 상관없이 임플란트의 수가 증가할수록 더 큰 유지력을 나타냈다. 따라서 임플란트 피개의치 사용 시 적절한 유지력과 안정성을 얻기 위해서 임플란트의 수와 자성 어태치먼트 형태의 고려가 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Gunne HS, Bergman B, Enbom L, Hogstrom J. Masticatory efficiency of complete denture patients. Acta Odontol Scand 1982;40:289-97
2. Haraldson T, Karlsson U, Carlsson GE. Bite force and oral function in complete denture wearers. J Oral Rehabil 1979;6:41-48
3. Parel SM. Implants and overdentures: The osseointegrated approach with conventional and compromised applications. Int J Oral Maxillofac Implants 1986;1:93-99
4. Ichikawa T, Horiuchi M, Matsmoto N. In vitro study of mandibular implant-retained overdentures: The influence of stud attachment on load transfer to implant and soft tissue. Int J Prosthodont 1996;9:394-99
5. Kenney R, Richards MW. Photoelastic stress patterns produced by implant retained overdentures. J Prosthet Dent 1996;80:559-64
6. Engquist B, Bergendal T, Kallus T, Linden U. A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. Int J Oral Maxillofac Implants 1988;3:129-34
7. Mensor MC Jr. Attachment fixation for overdentures. Part I. J Prosthet Dent 1977;37:366-373
8. Miller PA. Complete dentures supported by natural teeth. Text Dent J 1965;83:4-8
9. Preiskel HW. Overdentures made easy. A guide to implant and root supported prostheses. 1st ed. London UK, Quintessence. 1996:105-138
10. Mensor MC Jr. Removable partial overdenture with

mechanical (precision) attachments. Dent Clin North Am 1990;34:669-81
11. Gendusa NJ. Magnetically retained overlay dentures. Quint Int 1988;19:265-71
12. Kroone HB, Bates JF. Overdenture with magnetic retainers. British Dental J. 1982;152:310-13
13. Jackson TR. The application of rare earth magnetic retention to osseointegrated implants. Int J Oral Maxillofac Imp 1986;17:571-86
14. Walmslely AD. Magnetic retention in prosthetic Dentistry. Dent Update 2002;29:428-33
15. Highton R, Caputo AA, Matyas M, Matyas J. The interaction of a magnetically retained denture with osseointegrated implants. J Prosthet Dent 1988;60:486-90
16. Burns DR, Unger JW, Elswiok RK Jr, Beck DA. Prospective clinical evaluation of mandibular implant overdenture: Part I - Retention, stability, and tissue response. J prosthet Dent 1995;73:354-63
17. Walmsley AD, Brady CL, Smith PL, Frame JW. Magnet retained overdentures using th Astra dental implant system. Br Dent J 1993;174:399-404
18. Magnet Attachment for Esthetic Prosthetics. Shin JW. Myungmoon. 1st ed. 2001:10-24
19. The Academy of prosthodontics. Glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent 1994;71:50-107
20. Gillings BR. Magnetic denture retention systems. In: Prieskel HW. Precision attachments in prosthodontics. 2nd ed. Quintessence book. 1986:191-241
21. Sarnat AE. The efficiency of cobalt samarium magnet as retentive unit for overdentures. J Dent 1983;11: 324-33
22. Lewandowski JA, White KC, Moore D, Johnson C. An investigation of two rare earth magnetic systems by measuring grip force and reseating force. J Prosthet Dent 1988;60:705-11
23. Akaltan F, Can G. Retentive characteristics of different dental magnetic systems. J Prosthet Dent 1995;75:422-27
24. Hur KS, Hur SJ, Cho IH. A comparative of retentive force of various overdentures using several magnet. The Journal of Korean Prosthetics 1991;29:11-20
25. Petropoulos VC, Smith W. Maximum dislodging force of implant overdentures stud attachments. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:526-35
26. Ma PS, Shin SW. Three dimensional finite element analysis on the madibular implant-supported overdentures depending upon the type of magnetic attachments and number of fixtures. MS thesis 2005(1), Department of prosthodontics, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University

A Comparative Study on the Retention of Implant Overdenture According to the Shape and the Number of Magnetic Attachment

Min-ji Seo, Joon-Seok Lee, In-Ho Cho

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

The aim of this study was to compare the retention and stability of implant overdenture according to the shape and the number of magnetic attachment. The experimental groups were designed for the number of implants(1, 2, 4) and shape of magnetic attachments(flat, cushion, dome type) resulting in 9 subgroups. 45 attachments were tested attached to Brånemark system implants which were planted on a mandibular model. Each attachment was composed of the magnet assembly embedded in a overdenture sample and the abutment keeper screwed into the implants. Dislodging tensile forces were applied to the overdenture samples using an Instron(cross-head speed 50.80mm/min) in 3 directions simulating function: vertical, oblique, and anterior-posterior. The loading was repeated 10 times in each direction for 45 samples. The values of maximum dislodging force of each subgroup were processed statistically using SPSS V. 12.0 at the 0.05 level of significance. The results of this study were as follows:

1. Flat type magnetic overdenture was the most retentive when subjected to vertically directed forces and dome type was the lest retentive when subjected to obliquely directed forces($p<0.05$).
2. In case of planting one implant, flat type had a higher vertically retentive force than anterior-posteriorly retentive force. In case of planting two implants, flat type and dome type had a higher vertically retentive force and in case of planting four implants, flat type and cushion type had a higher vertically retentive force than anterior-posteriorly retentive force($p<0.05$).
3. The incremental number of dental implant, without regards to the three types of magnetic attachment shapes, showed higher retention of overdenture($p<0.05$).

From the results, if a patient need much more retention of implant overdenture, flat type magnetic overdenture would be a good treatment. In case of the bruxism where excessive lateral forces are already present, dome type could be expected to produce better results. In case of planting one implant, flat type is more stable than the other shape of magnet and in case of two implant, flat type and dome type are more stable and in case of four implants, flat type and cushion type are more stable. Planting more than two implants and using flat type magnetic attachment would provide better retention and stability of implant overdenture.

Key words: implant overdenture, magnetic attachment, flat type, dome type, cushion type

Corresponding Author: Prof. In-Ho Cho
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University, San 7-1,
Shinboo-Dong, Cheonan, Choongnam, 330-716, Korea
Tel: +82-41-550-1971, e-mail: cho8511@dku.edu
Received : March 10, 2008, Last Revision : April 20, 2008, Accepted : June 25, 2008