유지형태에 따른 치과 인상용 트레이의 유지력에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

최민호·신동국·김민정·오상천·동진근

Retentive Force of Dental Impression Tray According to Retention form

Min-Ho Choi, D.D.S., Dong-kuk, Shin, D.D.S., M.S.D, Min-Jeong Kim, D.D.S., Sang-Chun Oh, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Jin-Keun Dong, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University

This study was performed to measure the retentive force of dental impression tray according to retention form. The 9 resin beams(30×60×2.5 mm) were made of visible light-curing tray resin according to the surface texture, the size of hole and the number of rim. The resin block was fabricated in width 50mm, length 30mm, heght 40mm to maintain an even hydrocolloid impression material. The retentive force between the resin beam and hydrocolloid impression material was measured by Universal Testing Machine(Zwick Z020, Zwick Co., Germany).
The results obtained in this study were as follows :

1. The retentive force of the resin beam with bilateral 4 rims, 2mm holes(9group) was highest(9.18kg), and the polishing resin beam(2group) was worst(4.85kg).
2. There was no significant difference between the polished the resin beam(2group) and the contrast resin beam(1group).
3. The retentive force of the rimmed resin beam was higher than the perforated resin beam.
4. The retentive force of the 2mm perforated resin beam(4group) was higher than the 3mm perforated resin beam(3group).
5. As increasing the number of rim increased the retentive force.

*본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.
(과제고유번호: 02-PJI-PG3-20507-0037)

유지형태에 따른 치과 인상용 트레이의 유지력에 관한 연구

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

최민호·신동국·김민정·오상천·동진근

Ⅰ. 서 론

치과 임상에서 진단모형이나 작업모형을 제작할 목적으로 인상을 채득하기 위해서는 필히 트레이를 사용해야 하며 인상의 종류에 따라 적절한 크기와 형태의 트레이를 선택하여 가능한 균일한 인상재의 두께를 부여하는 것이 인상 채득에서 가장 중요한 요소 중의 하나이다.[1)]

치과 임상에서 가장 중요한 단계인 인상은 치아와 주위 구강조직의 형태 및 해부학적 관계를 재현할 수 있는 음형을 말하는 것으로 반 유동성의 물질을 넣어 그것이 경화됨으로써 만들어지게 된다.[2),3)] 정확한 인상은 인상재의 선택, 인상재의 혼합비와 혼합시간,[4)] 해부학적 구조물을 찾는 인상방법[5)]과 인상재를 담을 수 있는 트레이, 인상체의 제거법,[6)] 인상체의 보관시간 등의 영향을 받게 되는데 성공적인 인상이 채득되기 위해선 우선 사용되는 인상재는 임상적으로 요구되는 경화의 특징과 정확성, 견고성 및 영구성을 지녀 변형이 적어야 하며 경제적으로도 합당하고 조작이 간편해야 한다. 인상용 트레이는 열 또는 외력에 의해 변형되지 않아야 하며 충분한 견고성을 지녀야 한다.

일반적으로 임상에서는 기성 트레이와 개인 트레이가 사용되고 있으며 기성 트레이는 치아의 유무에 따라 유치악용과 무치악용으로 나누어 진다. 기성 트레이는 주로 비가역성 수성 인상재와 가역성 수성 인상재를 이용한 인상 채득시에 사용되고, 개인 트레이는 주로 고무인상재를 이용한 인상채득시에 사용하게 되는데, 개인 트레이도 진단용 모형에서 제작되므로 기성 트레이를 사용한 인상은 치과 임상에서 널리 사용되는 중요한 인상술식이라 하겠다.

Heartwell 등,[7)] Mendez,[8)] Woodward 등[9)]은 유공 트레이와 Rim-lock 트레이를 이용한 인상의 정밀도를 비교 평가하였고, Valderhaug와 Floystrand,[10)] Mendez[8)] 등은 custom tray와 stock tray간의 정밀도에 관해 연구 보고하였다. 국내에서도 김 등[11)]의 인상재의 flow에 관한 연구, 김[12)]과 이[13)]의 인상재의 정밀도에 관한 연구가 있었다.

인상채득시 인상재가 트레이에 얼마나 견고히 유지되느냐에 따라 모형의 정확도에 큰 영향을 주게 된다. 알지네이트 인상재는 금속이나 레진 트레이에 잘 점착되지 않기 때문에 부가적인 부착형태를 부여해야 한다. 인상채득 후 구강내에서 인상체를 제거시 인상재가 적절하게 트레이에 부착이 되어 있지 않다면 정확하지 못한 인상 결과를 초래할 것이다. 인상재가 트레이에 유지되도록 할 수 있는 방법은 접착제를 이용하는 방법과 트레이에 유지형태를 부여하는 것이다. Jordan[14)]은 bees wax를 이용하여 트레이 표면에 cotton fiber를 부착시키는 방법을 제안하였고, Atkinson 등[15)]은 sticky wax와 알지네이트의 접착력에 관하여 설명하였다. Wilson과 Smith[16)]는 두가지 접착용액을 사용하여 알지네이트와 트레이 사이의 접착력에 관하여 연구하였다.

트레이는 유지형태에 따라 매쉬형 트레이, 유공형 트레이, Rim-Lock 트레이로 분류할 수 있다. Skinner와 Phillips[17)]는 유지공의 중요성에 대해 평가하였고, Fusayama 등[18)]은 트레이에서 구멍의 크기, 수, 간격, 총 면적이 비가역성 수성 인상재의 유지력에 미치는 영향에 관한 연구에서 금속 시편을 이

용한 실험 결과 2mm 크기의 구멍을 2mm 간격으로 유지하고 트레이 변연의 바깥쪽으로 둥근 철선을 붙였을 때 유지력이 가장 좋은 설계라고 하였으며, 이는 유지공과 rim의 유지형태가 모두 포함되어 있다.

본 연구는 가변형 트레이 개발의 일환으로 유지형태에 따른 치과 인상용 트레이의 유지력을 알아보기 위하여 표면 거칠기를 달리한 시편, 유지공의 크기를 달리한 시편, rim의 갯수를 달리한 시편 등 9종류의 유지형태를 갖는 레진 시편을 제작하고 알지네이트와의 유지력을 측정하였다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 시편 제작

가로 30mm, 세로 60mm 크기의 판형태의 시편을 제작하였는데, 각 시편간 두께를 2.5mm로 균일화하기 위하여 판형태로 시판되는 광중합형 트레이 레진(Hilba, Bredent, Germany)을 사용하였다. 레진을 크기에 맞게 자른후 10mm 두께의 유리판을 이용하여 압접시켜 중합 중에 일어나는 형태 변형을 최소화 하였다. Light curing unit(Triad 2000, Dentsply, USA)를 이용하여 4분간 광중합한 후 표면 성상을 일정하게 하기 위하여 레진 시편의 표면을 sand blast 처리하였다. 9개의 시편을 제작하였으며 각 시편별로 유지 형태를 부여하였다.

1군 : 어떠한 유지형태도 부여하지 않은 군
2군 : 표면을 High polishing한 군
3군 : 3mm 직경의 유지공을 3mm 간격으로 형성한 군
4군 : 2mm 직경의 유지공을 2mm 간격으로 형성한 군
5군 : 한쪽면의 변연에 rim을 형성한 군
6군 : 양쪽면의 변연에 rim을 형성한 군
7군 : 양쪽면의 중간부위에 rim을 추가한 군
8군 : 양쪽면에 rim을 4개씩 형성한 군
9군 : 양쪽면에 rim을 4개씩 형성하여 주고 rim 사이에 2mm 직경의 유지공을 2mm 간격으로 형성한 군

이렇게 총 9개의 시편을 제작하였으며, 실험시 시편에 고리를 걸수 있도록 상방에 구멍을 2군데 뚫어 주었다.

인상재가 담길 수 있도록 가로 50mm, 세로 30mm, 높이 35mm의 용기를 제작하였으며, 시편이 30mm만 잠길 수 있도록 바닥에 가로 30mm 세로 2.5mm, 높이 5mm의 stop을 2개 형성해 주었다. 실험시 인상재가 유지되고 여분의 인상재가 빠져나갈 수 있도록 용기의 옆면과 바닥에 배출구를 형성해 주었다. 유지력이 측정되는 동안 인상재가 용기에

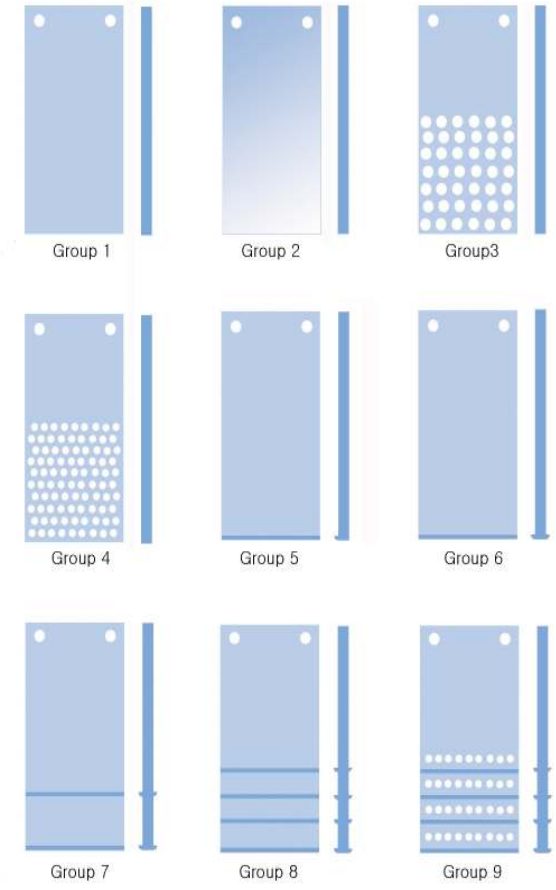

Fig. 1. Configuration of specimens. Group 1 : plain ; Group 2 : just polished ; Group 3 : 3mm holes ; Group 4 : 2mm holes ; Group 5 : unilateral single rim ; Group 6 : bilateral single rim ; Group 7 : bilateral double rim ; Group 8 : bilateral four rims ; Group 9 : bilateral four rims with 2mm holes.

서 유지되도록 용기 뚜껑을 제작하였으며, 시편이 삽입될 수 있도록 뚜껑 상방에 가로 35mm, 세로 10mm의 구멍을 뚫어 주었다(Fig 2).

2. 유지력 측정

본 실험에 사용된 인상재는 비가역성 수성 콜로이드(Tokuso A1-α, Japan)로써 상온에서 22±1℃의 물을 이용, 자동 믹서기(Mix Queen plus, 오스코텍)로 10초간 혼합하여 최소의 기포와 일정한 점도를 유지할 수 있도록 하였다. 혼합된 인상재를 제작된 용기에 알맞은 양을 담도록 노력하였으며 한사람이 모든 조작을 함으로써 연구의 공정성을 기하고자 하였다. 인상재를 용기에 담고 여분의 인상재를 시편에 골고루 바른후 삽입 하였다. 3분이 경과된후 만능시험기(Zwick Z020, Zwick Co., Germany)를 사용하여 유지력을 측정하였다(Fig 2). 인상재가 담긴 용기를 바닥에 고정하고, 시편의 상방에 고리를 걸어주어 분당 100mm의 속도로 힘을 가했으며, 최대 힘의 80%로 감소되면 측정이 멈춰지도록 하였다. 각 시편당 15번씩 반복 측정하였다. 시편의 최대 유지력은 만능시험기와 연결된 컴퓨터를 이용하여 측정하였으며 측정치는 SPSS program을 이용하여 통계 처리하였다.

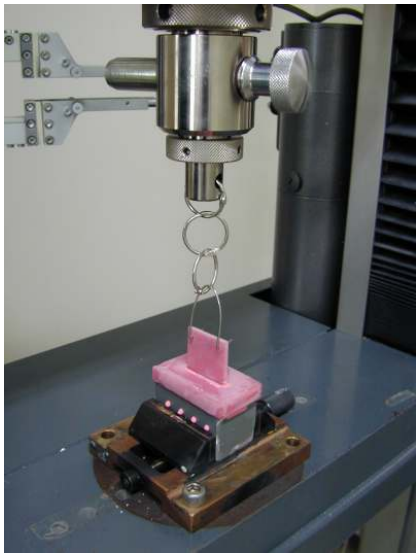

Fig 2. Apparatus to measure of maximum retention force between alginate impressions and resin specimen.

Ⅲ. 연구성적

레진으로 제작한 트레이 시편의 최대 이탈력은 연마된 시편(2군)에서 가장 낮게 나타났으며, rim을 양쪽면에 4개씩 부여하고 2mm직경의 유지공을 2mm 간격으로 형성한 시편(9군)에서 가장 높게 나타났다 (Table 1,2 Fig.3). 대조시편(1군)과 연마시편(2군)사이의 유지력은 큰 차이가 없었고, 연마시편(2군)과 3mm 직경의 유지공을 형성한 시편(3군), 그리고 대조 시편(1군)간에도 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 3mm 직경의 유지공(3군)과 2mm 직경의 유지공을 형성한 시편(4군)의 비교시 2mm 직경의 유지공을 형성한 시편에서 최대 이탈력이 더 크게 나타났다. 2mm 직경의 유지공을 형성한 시편(4군)과 rim을 한쪽면에만 형성(5군)하거나 양쪽면에 형성한 시편(6군)들 간에는 최대 이탈력에서 차이를 보이지 않았고, 한쪽면에 1개의 rim을 형성한 시편(5군)과 양쪽면에 1개씩 rim을 준 시편(6군) 사이에도 큰 유의성은 없었다. 양쪽면에 2개씩 rim을 형성한 시편(7군)이 한쪽면에 1개의 rim을 준 시편(5군) 또는 양쪽면에 1개씩 rim을 준 시편(6군) 보다 최대 이탈력이 증가하였다. 그리고, rim을 양쪽면에 4개씩 부여한 시편(8군)이 양쪽면에 2개씩 rim을 형성한 시편(7군) 보다 최대 이탈력 값이 월등히 높았

Table 1. Retention force of alginate impression materials

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mean	4.96	4.85	5.40	6.60	6.44	7.20	9.18	16.21	16.49
SD	0.37	0.53	0.68	0.84	0.78	0.73	0.72	1.79	1.64
Duncan's grouping	A	A	A	AB	B	B	C	C	D

* SD : standard deviation

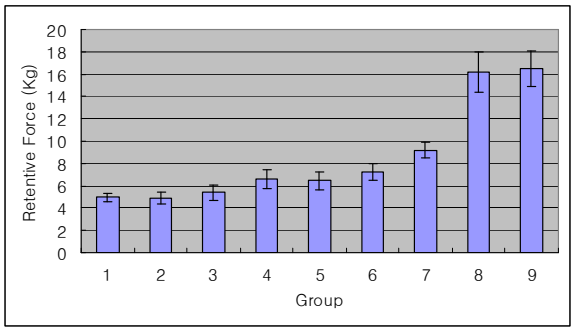

Fig 3. Diagram of retentive force according to retention form.
Group 1 : plain; Group 2 : just polished; Group 3 : 3mm holes; Group 4 : 2mm holes; Group 5 : unilateral single rim; Group 6 : bilateral single rim; Group 7 : bilateral double rim Group; 8 : bilateral four rims; Group 9 : bilateral four rims with 2mm holes.

다. 양쪽면에 4개씩 rim을 형성한 시편에서 2mm 유지공이 있는 시편(9군)과 없는 시편(8군) 사이의 최대 이탈력에는 큰 유의성이 없었다.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

치과용 인상재는 임상적으로 요구되는 경화의 특징, 견고성, 및 영구성을 가져야 하고 변형이 적어야 한다. 또한 정확성을 지녀야 하며 경제적으로도 합당하고 조작이 간편해야 한다. 인상은 열, 수분흡수, 탄성, 중합반응의 지속시간, 인상재내에 함유되어 있는 휘발성물질의 증발 및 트레이와 같은 많은 요소들에 의해 영향을 받게되며 모형재의 팽창율 역시 궁극적으로 모형의 정확성에 영향을 미친다.[19),20),21)]

가역성 수성 인상재, 비가역성 수성 인상재, 고무 인상재 등의 인상재 중에서 본 연구에 사용한 비가역성 수성 인상재는 쉬운 취급과 경제적 잇점, 경화시간 및 점조도의 조절이 가능하여 예비인상이나 진단모형제작을 위한 인상뿐만 아니라 인레이, 금속계속가공의치 제작에 응용되고 있다. 하지만 인상채득 직후부터 수축이 일어나기 시작하여 변형의 원인이 되고 미세부 재현성이 낮아 표면결함이 자주 일어나며 특히 트레이와의 유지력이 약해 인상에 변형이 올 수 있다.[20),22),23)] 또한 비가역성 수성 인상재를 이용한 인상채득시 사용하는 기성 트레이의 크기, 형태에 따라 인상체에 커다란 영향을 미치게 된다.

트레이의 종류로는 크게 기성 트레이와 custom tray로 대별할 수 있으며 각각 장단점을 지니고 있다. 임상에서 큰 준비 없이 간편하게 사용할 수 있는 기성 트레이에 비해 custom tray는 시간적, 경제적, 기술적으로 많은 부담이 되는 것은 사실이다. 하지만 custom tray는 정확한 변연 연장을 할 수 있고, 인상채득 시 균일한 인상재의 두께를 얻을 수 있으며, 이는 체적 정확성을 부여한다. 또한 부피를 줄일 수 있어서 환자에게 보다 편안한 인상채득이 가능하다. 마지막으로 인상재가 적게 든다는 점에서 경제적일 수 있다는 장점이 있기 때문에 여전히 임상에서 많이 사용되고 있다[24)].

개인 트레이를 제작시 자가중합 아크릴릭 레진, 열 가소성 레진, 그리고 최근에는 광중합형 레진 등이 사용되고 있으며, polycaprolactone[25)] 재료가 새로이 등장하기도 했다. 레진을 이용하여 제작하는 트레이는 재료의 종류, 두께 그리고 형태에 따라 인상의 정확성이 틀려질 수 있다. Reiberg[26)]는 개인 트레이의 가요성(flexibility)이 인상체의 정확도에 영향을 미친다고 생각하여 여러 가지 재료와 두께로 가요성과 온도에 따른 트레이 형태 변화를 측정하였는데 2mm 두께의 트레이가 가장 견고하다고 하였다. Breeding 등[27)]은 자가 중합 아크릴릭 레진과 광중합형 레진, 그리고 열 가소성 레진간의 물리적 성질 비교에서 광중합형 레진이 체적변화가 가장 적었다고 보고하였다. 트레이 형태에 관한 국내 연구에서 류 등[28)]에 의한 인상용 트레이에 따른 모형의 정확도 비교 연구에서 유공 개인 트레이가 가장 우수한 크기 재현성을 보였다고 보고하고 있으며, 무공 Rim-lock 트레이와 유공 기성 트레이 간에는 유의한 차이가 없었다고 하였다.

인상재와 트레이와의 유지력은 인상의 정확성에 영향을 미친다. 유지력을 증가시키는 방법에는 트레이에 유지공이나 rim-lock과 같은 유지형태를 부여하여 기계적으로 유지력을 증진시키거나, 트레이 내면에 접착제를 도포하여 증진시킬 수 있다. Fusayama[18)]등은 트레이에서 구멍의 크기, 수, 간격,

총 면적이 비가역성 수성 인상재의 유지력에 미치는 영향에 관하여 연구하였다. 접착제를 사용한 연구로는 Wilson과 Smith,[16] John 등[29]이 알지네이트를 사용하였고, Ellam과 Smith,[30] Johnny,[31] Nishigawa 등[32]은 고무 인상재를 사용하여 연구한 바 있다.

본 연구에서는 레진으로 제작된 트레이 시편에 여러 유지형태를 부여하여 알지네이트 인상재의 유지력에 미치는 영향을 측정, 비교하여 트레이에서 최적의 유지형태를 결정하고자 하는데 있다. 그 결과 대조시편과 연마시편사이에 유지력 차이는 없었다. 이는 트레이의 재료가 유지력에는 큰 영향을 주지 않는다고 생각된다. 대조시편과 3mm 유지공을 형성한 시편과는 유의성이 없었으나 2mm 유지공을 형성한 시편과는 유지력에 차이가 있었다. 그리고 3mm 유지공을 형성한 시편과 2mm 유지공을 형성한 시편 사이에도 유지력에 유의성이 있었다. 위의 실험 결과로 보아 최소 2mm이하의 유지공을 형성한 트레이만이 임상적으로 의미가 있다고 생각된다. 2mm 유지공을 형성한 트레이보다 1mm 유지공을 형성한 트레이가 유지력이 더욱 크겠지만[18] 임상적으로 인상채득 후에 트레이의 clearance을 생각한다면 2mm 유지공을 형성하는 것이 좋다고 생각된다. 2mm 유지공을 형성한 시편과 1개의 rim을 형성한 시편 그리고 2개의 rim을 형성한 시편 사이에는 통계상 유의성이 없었으나 실험 수치상 2개의 rim을 형성한 시편이 유지력이 조금 높았다. 4개의 rim을 형성한 시편과 2개의 rim을 형성한 시편사이에는 확실히 4개의 rim을 형성한 시편의 유지력이 높았고, 8개의 rim을 형성한 시편이 다른 어떠한 시편 보다 유지력이 월등히 높았다. 8개의 rim을 형성한 시편에서 2mm 유지공의 유무에 따라서는 유지력에 큰 차이가 없었다. 이는 유지공의 유무와는 관계없이 rim이 시편의 중간부위에 추가될 수록 유지력이 크게 나타난다는 것을 의미한다. 기존의 연구[18]에서는 rim의 유무에 따른 유지력을 비교하였지만, 본실험에서는 rim의 수에 따른 유지력을 비교한 것에 큰 의미가 있다. rim의 수가 증가되는 것이 유지공을 추가 하는 것보다 유지력을 증가시키는 효과가 매우 크다는 것은 임상에서 트레이의 유지력을 향상시키는 방법을 제시해 준다. 임상에서 사용하는 기성 트레이나 개인 트레이는 변연부위에만 rim이 형성되어 있다. 때문에 트레이에서 인상재의 유지력은 rim 안쪽에서는 유지공에 의한 것이 대부분일 것이다. 기성트레이에서는 유지공을 트레이 전체 면에 걸쳐서 형성하여 주지만 개인 트레이에서는 전체면에 걸쳐서 유지공을 부여하는 것이 쉽지 않다. 개인 트레이에서 유지력을 더욱 증가시키는 방법은 접착제를 사용하는 방법이외에 rim을 추가하는 방법이 선택될 수 있을 것이다.

본 연구 결과 트레이에서 가장 최적의 유지형태는 변연뿐 아니라 트레이 내면과 외면의 중간중간에 rim이 추가적으로 형성되어 있고, 그 사이에 유지공을 부여한 형태이다. 하지만 만약 외면에 rim이 여러개 형성되어 있다면 그만큼 트레이의 두께가 두꺼워진 효과가 나타날 것이다. 또한 내면의 rim은 유지력은 증가시킬지라도 트레이 청소시 어려움을 주게 될 것이다. 만약 일회용 트레이라면 문제가 되지 않겠지만 레진으로 제작한 기성트레이라면 고려해 봐야 할 문제일 것이다.

본 연구의 결과로 제시된 레진 트레이의 형태별 유지력은 실험상의 설계 오류의 가능성으로 임상에서 실제 적용시 결과와 다를 수 있다. 본 실험에서는 인상재가 담겨있는 용기안에 레진 시편을 삽입하였다. 실제 임상에서와 비교시 인상재를 담는 용기가 트레이 역할을 하게 되고 시편을 인상채득 하는 것이 된다. 유지력을 측정한다는 측면에서 실험설계가 문제가 되지는 않지만, 어느 정도 오류가 생길 가능성이 있다. 또한 용기의 크기와 시편의 크기상 인상재가 두껍게 형성된 상태에서 실험되어진 면도 실험상의 오류라 할 수 있을 것이다.

실제 트레이는 ㄷ자 형태로 인상재를 담고 있으며, 이때 인상재의 유지력은 tensile strength와 shear strength가 관련된다.[16),18),30] 앞선 연구에서는 tensile strength와 shear strength를 구분지어 실험설계를 각각 따로 하여 실험하였다. 본 실험에서는 실험의 설계상 shear strength만을 측정한 한계가 있다. 앞으로 tensile strength에 대한 추가 실험이 필요하며, 보다 실제에 가까운 실험설계와 실험 방법을 다양화 함으로써 이러한 문제점을 개선해 나가야 할 것이다.

트레이의 유지형태 결정시 한가지 더 고려해야 할 점은 그 유지형태별로 인상의 정확성에 미치는 영향에 관한 것이다. 유지형태에 따라 인상재의 두께가 균일하지 않게 될 수 있으며 이는 인상의 정확

성을 떨어뜨릴 것이다. 유지형태별로 인상의 정확성에 관한 연구가 필요하며, 유지형태와 정확성이 적절히 조화된 상태에서 트레이에서 최적의 유지형태가 결정되어져야 할 것이다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 가변형 트레이 개발의 일환으로 9종류의 유지형태를 갖는 레진 시편을 제작하고 알지네이트와의 유지력을 측정하여, 인상용 트레이에서 최적의 유지형태를 결정하고자 한다.

트레이용 광중합 레진을 이용하여 가로 30mm, 세로 60mm, 두께 2.5mm로 9개의 레진 시편을 제작하고, 표면 성상, 유지공의 크기, rim의 갯수등을 달리하는 유지형태를 부여하였다. 실험시 인상재가 담길 용기를 가로 50mm, 세로 30mm, 높이 40mm의 크기의 용기를 제작하고, 비가역성 수성 콜로이드 인상재를 사용하여 만능실험기로 유지력을 측정하였다. 측정치는 SPSS를 이용하여 통계처리하였다.

1. 최대 이탈력은 rim을 한쪽면에 4개씩 양쪽으로 형성하고 그 사이에 2mm의 유지 공을 형성해준 시편(9군)에서 16.49kg로 가장 높게 나타났으며, 연마과정을 시행한 시편(2군)에서 4.85kg으로 가장 낮게 나타났다.
2. 연마된 시편(2군)과 연마를 시행하지 않은 시편(1군)의 유지력에는 유의차가 없었다.
3. 유지공을 형성할 때보다 rim을 형성했을때 유지력은 더 크게 나타났다.
4. 직경 2mm의 유지공을 형성한 시편(4군)이 3mm의 유지공을 형성한 시편(3군)보다 유지력이 크게 나타났다.
5. rim의 수가 증가할수록 유지력은 더 크게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Zarb GA, Bergman B, Clayton JA, MacKay HF : Prosthodontic Treatment for partially Edentulous Patients. The C.V. Mosby Co., Louis, 1978
2. Craig RG.: Restorative Dental Materials. 10th. ed., The C.V. Mosby Co., Louis, 1997.
3. Shillingburg HT, Hatch RA, Keenan MP, Hemphill MW. Impression materials and techniques used for cast restoration in eight states. J Am Dent Assoc 1980;100:696-699
4. Myers GE, Stockman DG. Factors that affect the accuracy and dimentional stability of the mercaptan rubber-base impression materials. J Prosthet Dent 1960;10:525-535,
5. Stackhouse JA. The accuracy of stone dies made from rubber impression materials. J Prosthet Dent 1970;24:337-386,
6. Shigeto N, Murata H, Hamada T. Evaluation of the methods for dislodging the impression tray affecting the dimensional accuracy of the abutments in a complete dental arch cast. J Prosthet Dent 1989;61:54-58
7. Heartwell CM, Modjeski PJ, Mullins EE, Strader KH. Comparison of impression made in perforate and nonperforated rim-lock trays. J Prosthet Dent 1972;27:494-500
8. Mendez AJ. The influence of stone casts poured from irreversible hydrocolloid impressions.J Prosthet Dent 1985;54:383-388
9. Woodward JD, Morris JC, Zafrulla Khan. Accuracy of stone casts produced by perforated trays an nonperforated trays. J Prosthet Dent 1985;53:347-350
10. Valderhaug J. and Floystrand F. : Dimensional stability of elastomeric impression materials in custom-made and stock trays. J Prosthet Dent 1984;52:514-517
11. 김인철, 선우양국. 몇 치과 인상재의 flow에 관한 실험적 연구. 대한치과의 사협회지 1963;4(1):5
12. 김철위. 치과용 앨지네이트와 고무인상재의 적합 정밀도에 관한 연구. 대한치과의사협회지 1976;14(5):429,
13. 이선형. 고무인상재의 정확도에 관한 연구. 대한치과의사협회지1983;21:237-243
14. Jordan, LG: :J Am Dent Assoc 1945;32:985
15. Atkinson HF, Gill HL, and Shepherd RW. Aust dent J 1958;3:184
16. Wilson HJ, Smith DC. The bonding of alginate impression materials to impression trays. British Dental J 1963;1:291-294
17. Skinner EW, and Phillip : Skinner's science of dental materials. 8th ed. WB Saunders Co., philadelphia, 1982
18. Fusayama T, Nakazato M. The design of stock trays and the retention of irreversible hydrocolloid impression. J Prosthet Dent 1969;21:136-142
19. Kaloyannides TM and Christidou L. Elasticity of impression materials: Permanent deformation as a

function of time. J Dent Res 1975;54:168
20. Morrow RW, Brown CE, Powell JM, Rudd KD. Compatibility of alginate impression materials and dental stones. J Prosthet Dent 1971;25:556-566
21. 이선형. 고무인상재의 정확도에 관한 연구. 대한치과의사협회지 21:237-243, 1983.
22. Hollinger JO, Lorton L, Krantz WA. Connelly M. A clinical and laboratory comparison of irreversible hydrocolloid impression techniques. J Prosthet Dent 1984;51:304-309
23. 김경남. 알지네이트인상재. 대한치과기재학회지 13: 27-32, 1986
24. Izharul Haque Ansari. Making a custom tray for elastomeric impression materials without a primary cast. J Prosthet Dent 1994:72(5):569-571
25. Paul J. Milward LCGI, William M. Murphy. Custom impression trays with a new hypoallergenic material. J Prosthet Dent 1994;72(5):572-573
26. Reiberg HJ. The impression tray - an important factor in impression precision. Int Dent J 1977;27:146
27. Breeding LC, Dixon DL, Monseley JP. Custom inpression trays part 1 : Mechanical properties. J Prosthet Dent 1994;71:31-34
28. 류수인, 장익태, 김광남. 전악인상채득시 인상용 트레이가 경석고 모형의 정확도에 미치는 영향. 대한치과보철학회지 30:1-13, 1992
29. S. John S. Smith, J. Fraser McCord, Tatiana V. Macfarlane. Factors that affect the adhesion of two irreversible hydrocolloid materials to two custom tray materials. J Prosthet Dent 2002;88:423-430
30. Ellam AH, Smith DC. The relative effectiveness of adhesives for polysulphide impression materials. British Dental Journal 1966;1:135-138
31. Johnny YC, Lee MJ, John BM, Richard AH. Adhesive properties of several impression material systems : part Ⅱ. J Prosthet Dent 1991;66:287-292
32. Nishigawa G., Takashi S., Kaori S., Shogo M. Efficacy of tray adhesives for the adhesion of elastomer rubber impression materials to impression modeling plastics for border molding. J Prosthet Dent 1998;79:140-44
33. 송대성, 진태호, 동진근. 한국인 성인에 대한 기성 tray의 적합도에 관한 연구. 대한치과보철학회지 27(2): 131-140, 1989
34. 신수정, 박정용, 오상천, 동진근. 한국형 유치악용 기성트레이의 적합도에 관한 연구. J Wonkwang Dental Research Institute 1997;7(1):193-209
35. 송대성, 강석구, 조혜원, 동진근. 한국형 유치악용 기성트레이의 개발에 관한 연구. J Wonkwang Dental Research Institute 1995;5(3):85-124
36. 김진형, 정문규. 알지네이트 인상재의 혼합방법과 트레이 어드헤시브 도포에 따른 모형의 정확도 비교. 대한치과보철학회지 2001;39(5):492-500