



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

디지털 교합 분석장비를 이용하여 인상
채득 시 트레이 릴리프와 vent hole 에
따른 압력 차이 분석에 관한 연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

최 서 준

디지털 교합 분석장비를 이용하여 인상 채득 시 트레이 릴리프와 vent hole 에 따른 압력 차이 분석에 관한 연구

지도교수 문 홍 석

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

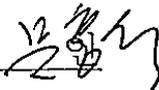
2023 년 12 월 13 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

최 서 준

최서준의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 문홍석 

심사위원 _____ 오경철 

심사위원 _____ 김재영 

연세대학교 대학원

2023년 12월 13일

감사의 글

먼저 석사 4 학기 과정 동안 부족한 점이 많은 저에게 아낌없는 조언과 도움을 주시고, 격려해 주셨던 문홍석 교수님께 감사의 말씀을 올립니다. 처음 대학원 연구를 하고 논문을 작성하면서 여러 어려운 점을 많이 겪었는데, 교수님의 따뜻한 가르침 덕분에 무사히 논문 작성을 마무리할 수 있었습니다. 또 바쁜 와중에도 시간을 내주시어 부족한 논문을 꼼꼼히 검토하고 보완해 주신 김재영 교수님과, 미흡한 부분을 예리하게 지적해 주시고 논문에 깊이를 더해 주신 오경철 교수님께도 감사드립니다.

보철과 수련 과정 동안 학문적 지식뿐만 아니라 환자를 대하는 마음가짐, 진료에 임하는 자세에 대해 가르침을 주신 심준성, 박영범, 이재훈, 김지환, 김종은, 박재한, 이현종 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 더불어 수련 기간 동안 늘 힘이 되어 준 동기 김은경, 박종하, 임재영, 박승민, 그리고 의국원들에게도 감사의 말을 전합니다.

마지막으로 누구보다 든든하게 제 편이 되어 주고, 늘 응원해 주는 가족에게 감사와 사랑의 마음을 전합니다.

2023 년 12 월

저자 최서준 드림

차 례

그림 차례	ii
표 차례	iv
국문 요약	v
제 1 장 서론	1
제 2 장 재료 및 방법	3
2.1 디지털 교합 분석장비	3
2.2 인상재	3
2.3 Testing device 제작	4
2.4 릴리프가 다른 트레이 제작	5
2.5 Vent hole 이 다른 트레이 제작	5
2.6 상대적 압력 측정 실험	6
2.7 통계 분석	7
제 3 장 결과	8
제 4 장 고찰	14
제 5 장 결론	19
참고 문헌	20
영문 요약	22

그림 차례

그림 1. 실험에 쓰인 부품	4
그림 2. 릴리프 양이 다른 트레이 사진	5
그림 3. Vent hole 이 다른 트레이 사진	6
그림 4. 완성된 Testing device 사진	7
그림 5. 릴리프 양이 다른 그룹간 실험값 그래프	9
그림 6. Vent hole 이 다른 그룹간 실험값 그래프	10
그림 4. AR1 그룹의 시간-측정값 그래프	11
그림 5. AR2 그룹의 시간-측정값 그래프	11
그림 6. AR3 그룹의 시간-측정값 그래프	11
그림 7. BR1 그룹의 시간-측정값 그래프	12
그림 8. BR2 그룹의 시간-측정값 그래프	12
그림 9. BR3 그룹의 시간-측정값 그래프	12
그림 10. AV1 그룹의 시간-측정값 그래프	12
그림 11. AV2 그룹의 시간-측정값 그래프	13
그림 12. AV3 그룹의 시간-측정값 그래프	13
그림 13. BV1 그룹의 시간-측정값 그래프	13
그림 14. BV2 그룹의 시간-측정값 그래프	13

그림 15. BV3 그룹의 시간-측정값 그래프 14

표 차례

표 1. 릴리프를 달리한 그룹간 실험값	8
표 2. Vent hole 을 달리한 그룹간 실험값	10

국 문 요 약

디지털 교합 분석장비를 이용하여 인상 채득 시 트레이 릴리프와 vent hole 에 따른 압력 차이 분석에 관한 연구

연구 목적: 본 연구는 T-scan 이라는 디지털 교합 분석 장비를 통해 인상 채득 시 두 가지 인상재를 이용하여 트레이 디자인이 달라짐에 따라 측정되는 상대적인 압력의 변화를 측정하고자 하였다.

재료 및 방법: 인상재는 모두 부가중합형 실리콘 인상재(light body A, B)를 사용하였으며 릴리프에 따른 압력변화를 보기 위한 트레이는 대조군에 0.5mm 릴리프를, 실험군에는 1mm(R1), 2mm(R2), 3mm(R3) 릴리프를 부여하여 총 3 가지 디자인으로 제작되었다. Vent hole 에 따른 압력변화를 보기 위한 트레이는 양쪽에 0.5mm 릴리프가 부여되고 실험군 구치부 부위에 vent hole 이 설계되었으며, 총 면적이 동일하지만 각각 직경 7.07mm 1 개(V1), 직경 5mm 2 개(V2), 직경 3.16mm 5 개(V3)가 부여되어 3 가지 디자인으로 제작되었다. 각각 실험 시 대조군의 압력에 대한 실험군의 압력 비율을 실험값으로 하였다.

결과: Light body A 는 R1 에서 29.95 ± 2.38 , R2 에서 30.77 ± 4.30 , R3 에서 23.45 ± 6.17 이 관찰되었고 R2 와 R3 사이에서 유의미한 차이가 나타났다($p < 0.017$).

Light body B 는 R1 에서 70.60 ± 7.98 , R2 에서 37.13 ± 6.88 , R3 에서 27.15 ± 7.00 이 관찰되었고 R1, R2, R3 사이 모두 유의미한 차이가 나타났다($p < 0.017$).

Vent hole 에 따른 실험에서는 light body A 와 B 모두 V1, V2, V3 로 갈수록 압력이 유의미하게 낮아졌다($p < 0.017$).

결론: 1. 디지털 교합 분석 장비에 따르면 인상 채득 시 릴리프가 높은 쪽에서 더 낮은 압력이 측정되며, 이는 압력을 가한 직후에는 이뤄지지 않을 수 있으나 시간이 지남에 따라 경향성을 나타낸다. 2. 인상재마다 릴리프에 따른 완압효과가 다를 수 있으며, 본 연구의 제한된 조건 하에서는 같은 완압 효과를 얻기 위해 Hysil light body 보다 Aquasil LV 가 더 높은 릴리프를 필요로 하였다. 3. 인상 채득 시 vent hole 의 총 면적이 같아도 작은 크기의 vent hole 이 여러 부위에 분산되어 있을수록 완압 효과가 유의미하게 크게 나타난다.

핵심되는 말: 인상 채득, 릴리프, vent hole, 디지털 교합 분석장비

제 1 장 서론

기능적, 심미적으로 높은 완성도의 의치를 제작하기 위해 치과에서 가장 중요한 단계는 인상 채득이다. 이때 정확한 인상 채득을 위해 술자는 조직의 변위와 기능에 대한 이해가 요구되며, 필요에 따라 세부적인 방법을 달리하여 인기해야 하기에, “Impression taking” 보다는 ” Impression making” 이라는 표현이 더 적합하다.

인상 채득에 대해 여러가지 개념이 제시되어왔으며, 대표적으로 mucostatic impression (minimal-pressure technique¹), mucocompressive impression (pressure technique²), 그리고 selective-pressure impression 이 있다. 즉 인상 채득 시 압력은 조직의 변위와 기능을 결정하게 되며 이는 곧 의치의 지지(support), 유지(retention), 안정(stability)에 영향을 주게 된다. 어떤 방법의 인상 채득이 가장 적합한지에 대해 여러 연구가 있어왔으며¹⁻⁵ 보편적으로 사용되는 개념 중 하나는 Boucher³가 제시한 selective-pressure technique 이다. 치밀한 피질골에 의해 지지되는 조직은 의치를 지지하기 위해 인상 채득 시 압력을 가하고, 그렇지 못한 조직은 압력을 가하지 않는 이 방법은, 조직학적 근거에 기반하여 제시되었다. Hyde 등⁴은 selective-pressure technique 로 제작한 의치에서 환자에게 더 높은 만족도를 보였다고 하였으며 JP Duncan⁵ 등 은 해당 방법이 상악 의치 제작 시 높은 구개 적합도를 얻을 수 있다고 하였다.

이를 실현하기 위해서는 인상재의 종류와 트레이의 릴리프, vent hole, 인상재 점조도(consistency) 등을 선택하여 적절한 인상 채득을 하는 것이 중요하다. 어떤 조건이 인상 채득 시 압력에 영향을 미치는지에 대해 많은 생체 외(In-vitro) 실험이

진행되어왔다⁶⁻⁹. Frank 등⁶은 트레이에 릴리프와 vent hole 이 있는 경우의 압력이 릴리프나 vent hole 이 없는 경우의 그것보다 적게 나오는 것을 확인하였으나(15-16kPa<29kPa), Masri 등⁸은 트레이의 설계와 인상재의 종류를 모두 달리하여 실험을 진행한 결과, 트레이의 설계보다 인상재의 종류에 따라 압력의 차이가 유의미하게 난다고 하였다. 반대로 Inoue 등은 인상재의 종류보다 트레이의 디자인에 따라 압력의 차이가 유의미하게 난다고 하였다. 또한 Komiyama 등⁹은 상악 무치악 인상 채득 시 트레이에 1mm 이상의 직경의 vent hole 이 있거나 1.4mm 의 릴리프가 있는 경우에서 정중구개부의 압력을 유의미하게 줄일 수 있다고 하였다.

이렇게 연구 설계와 사용하는 장비에 따라 도출할 수 있는 결과가 상이할 수 있는데, 따라서 본 연구는 디지털 교합 분석장비 중 하나인 T-scan(T-ScanTM NovusTM, Tekscan, Inc., Boston, MA)을 이용하여, 인상 채득 방법에 따라 측정되는 상호간의 압력의 차이를 비교하고자 하였으며, 향후 진행될 수 있는 인상 채득 관련 연구에서 T-scan 사용의 효용에 대해서 근거를 제시하고자 하였다. 본 연구의 귀무가설은 ‘두 가지 인상재에서 트레이 릴리프, vent hole 의 분포에 따라 인상 채득 시 압력 차이가 존재하지 않는다’ 이다.

제 2 장 재료 및 방법

2.1 디지털 교합 분석장비

T-scan 은 디지털 교합 분석장비로서 $1.02 \times 1.02 \text{mm}^2$ 의 크기로 이루어진 센서를 통해 가해지는 압력을 수치화할 수 있는 장비이다. 이는 $25 \mu\text{m}$ 두께의 마일러 필름(Mylar film) 두 겹 사이에 격자무늬의 은이 프린팅된 구조 안에 압력 감지 잉크(pressure sensitive ink)가 있는 형태로 구성된다. 이때 이 잉크가 저항의 역할을 하는데 압력이 가해지면 저항이 줄어들어 전류의 양이 늘어나게 되며 이것을 통해 가해진 압력을 인식하고 계산할 수 있다. 한 격자의 크기는 $1.27 \times 1.27 \text{mm}^2$ 이며 이중 센서는 $1.02 \times 1.02 \text{mm}^2$ 로 작은 사이즈에는 1122 개의 센서가, 큰 사이즈에는 1370 개의 센서가 존재한다¹⁰.

T-scan 에 있는 각 센서는 가해진 압력의 크기를 8 비트, 즉 256 단계(0~255)로 표현하며 그뿐 아니라 시간에 대한 압력을 그래프로 표현하여 교합을 동적으로 분석할 수 있게 해주며 조기접촉과 같은 교합의 부조화를 수치화하여 직관적으로 알 수 있게 한다.

2.2 인상재

인상재는 두 가지 부가중합형 실리콘 인상재(vinyl polysiloxane, VPS) (light body A : Hysil Plus light body, Osstem, Seoul, Korea, Light body B : Aquasil Ultra LV, Dentsply Sirona, Milford, CT)를 사용하였다. 두 재료 모두 ISO 4823¹²에 의해 3 형으로 분류된 낮은 점조도(low consistency)의 실리콘 인상재이다.

2.3 Testing device 제작

위치 결정 지그(positioning jig)와 자석을 통해 위아래로 연결 고정되는 두개의 직육면체 형태의 판을 준비하며 상위의 판을 상판, 하위의 판을 하판이라 한다. 상판에는 양측에 아우터 레일(outer rail, TMB-100E, DADIS, Gapyeong, Korea)을 자가중합형 아크릴 레진을 통해 고정시킨다(그림 1).

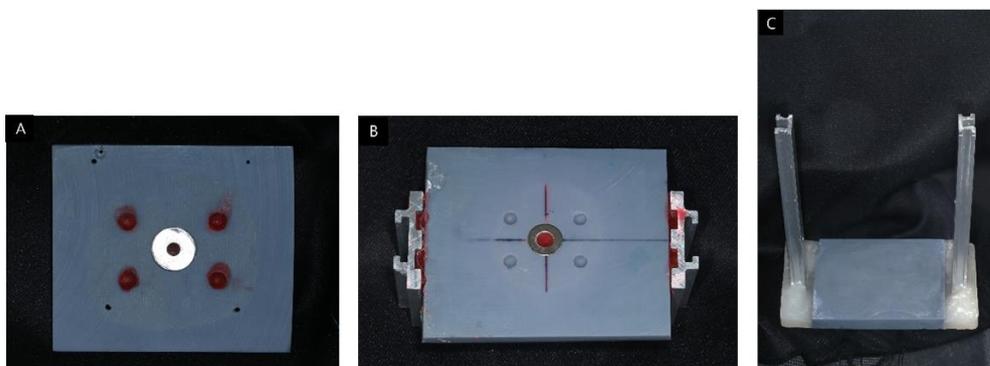


그림 1. 실험에 쓰인 부품. (A) 하판, (B) 상판, (C) Testing device.

이렇게 두개의 판으로 이루어진 구조는 testing device 의 이너레일(inner rail, TMB-100E, DADIS, Gapyeong, Korea)에 연결되어 일정한 궤적으로 수직이동만 허용되며 이때 하판에 4 개의 나사를 통해 실험하고자 하는 트레이가 고정된다. 모든 구성요소는 CAD 소프트웨어(Rhinoceros 3D, TLM Inc. Seattle, WA, USA)를 통해 디자인되었으며, 디자인된 파일은 표준 테셀레이션 언어(standard tessellation language, STL) 형식으로 추출되었다. 디지털 광원 처리(digital light processing, DLP) 방식의 3D 프린터(Pro3D Printer, SprintRay, Los Angeles, CA, USA)를 통해

레진(S-Plastic model 2.0, Gray, Graphy Inc., Seoul, Korea)으로 3D 프린팅 되어 제작되었다.

2.4 릴리프가 다른 트레이 제작

인상재가 들어갈 트레이를 T-scan 크기에 일치하는 악궁형태로 제작한다. 이때 바닥과 맞닿게 될 부위를 트레이의 가장자리를 제외하고 일정한 두께로 릴리프를 부여하는데 악궁의 정중선을 기준으로 릴리프의 양을 달리한다. 좌측은 대조군으로서 항상 0.5mm 의 릴리프를 부여하고, 우측은 실험군으로서 1mm, 2mm, 3mm 의 릴리프가 설계된 3 개의 트레이(R1, R2, R3)를 제작한다(그림 2).

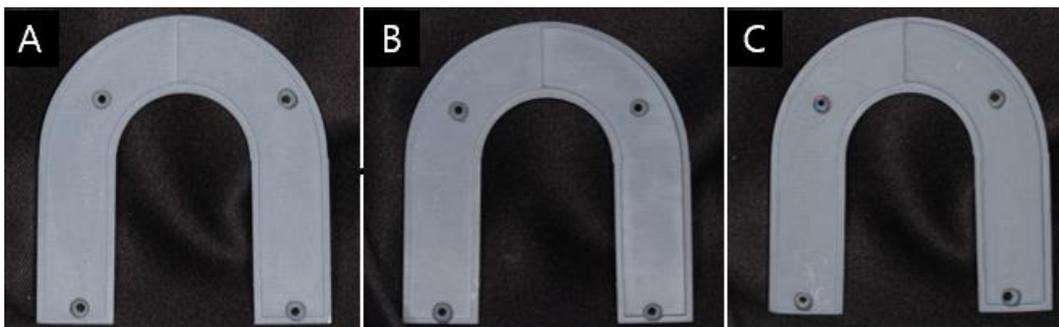


그림 2. 릴리프가 다른 트레이 사진. 대조군에는 모두 0.5mm 가 부여되었다.
(A) R1, (B) R2, (C) R3.

2.5 Vent hole design 이 다른 트레이 제작

T-scan 크기에 일치하며 가장자리를 제외한 모든 부위에 0.5mm 를 부여한다. 우측은 실험군으로서 구치부 부위에 vent hole 이 설계되며 직경 7.07mm vent hole 1 개, 5mm vent hole 2 개, 3.16mm vent hole 5 개가 있는 트레이(V1, V2, V3)를 제작한다. 각 트레이마다 vent hole 의 총 면적은 동일하다.

모든 트레이는 구조물과 나사로 고정되기 위한 홀이 좌우측에 2 개씩 총 4 개 존재한다. 또한 트레이는 4 개의 나사를 통해 하판에 연결되며, 하판은 상판과 positioning jig 와 자석을 통해 연결된다. 그리고 상판과 testing device 는 각각 이너 레일과 아우터 레일의 결합으로 연결되어 완성된다.

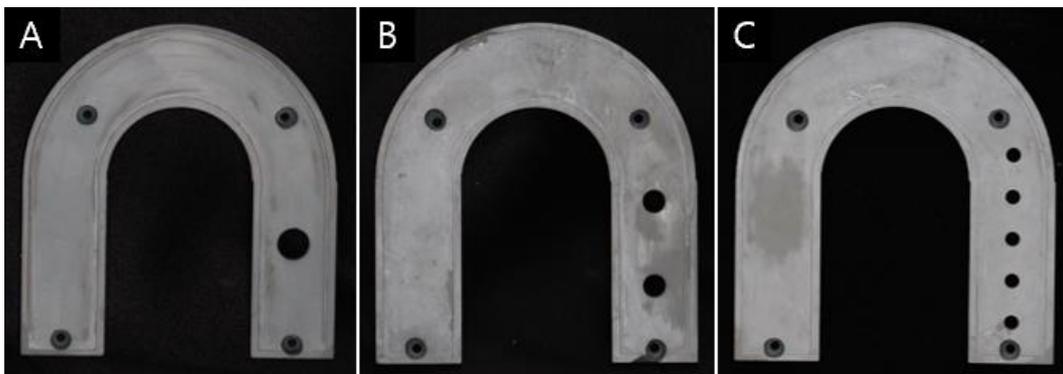


그림 3. 릴리프가 다른 트레이 사진. 대조군에는 모두 0.5mm 가 부여되었다.
 (A) R1, (B) R2, (C) R3.

2.6 상대적 압력 측정 실험

실험하고자 하는 트레이를 testing device 에 고정한 뒤, T-scan 을 위치시켜 바닥과 맞닿는 부위가 T-scan 을 누르는 허수값이 없음을 확인한다. 이후 트레이에 인상재를 가득 채운 뒤 바닥과 맞닿는 부위가 바닥에 완전히 접합할 수 있도록 상판의 중심에 무게추(Class M1, Casmac system, Gyeonggi, Korea)를 위치시켜 2kgf 의 등장성(isometric) 힘을 가하였다. 시간에 의한 위치별 상대적 압력을 소프트웨어(T-scan 10, Tekscan, Inc., USA)를 통해 녹화한다. T-scan 은 측정마다 시간을 x 축으로, 측정값을 y 축으로 하는 그래프를 생성하며 y 축에는 모든 센서의 측정값과 이에 대한 대조군과 실험군 각각의 센서 측정값의 비율을 나타낸다.

각 인상재와 트레이를 달리하여 12 가지의 그룹을 설정하였다. 예컨대, AV1 그룹은 light body A 와 V1 트레이를 사용하여 실험한 그룹이다. 각 그룹마다 10 회씩 실험을

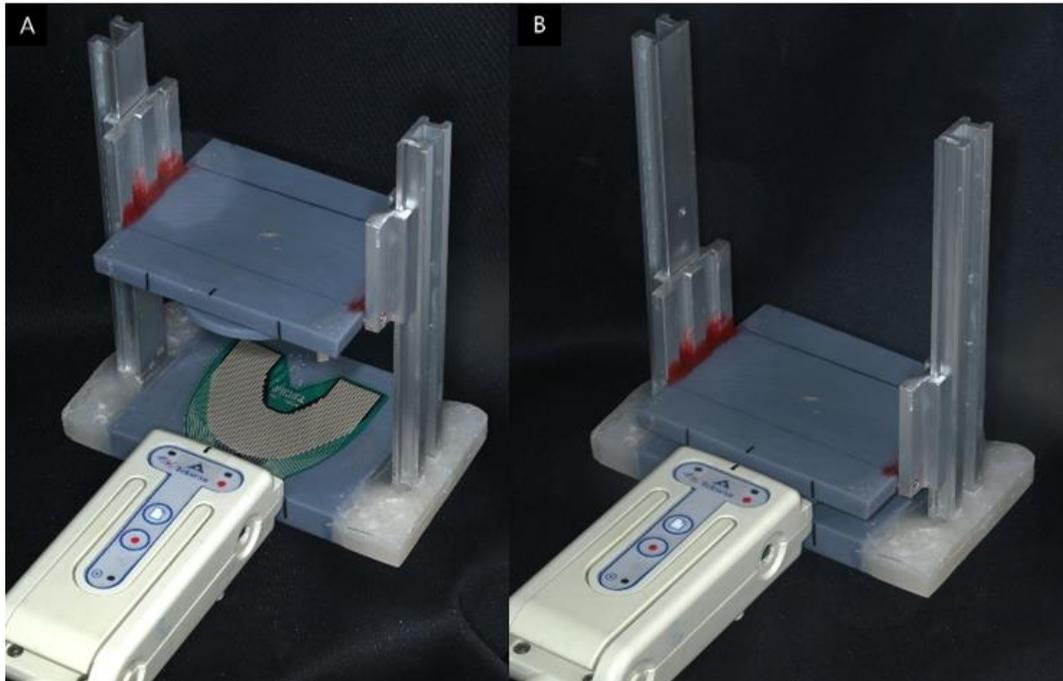


그림 4. 완성된 Testing device 사진. (A) 트레이가 상부에 위치한 모습, (B) 트레이가 바닥에 맞닿은 모습.

반복하며 평균값, 분산, 표준편차를 계산하였다. 릴리프가 다른 트레이(R1, R2, R3)를 이용하여 두 가지 인상재에서 릴리프에 따른 상대적 압력을 측정하였으며, vent hole 이 다른 트레이(V1, V2, V3)를 이용하여 vent hole 분포에 따른 상대적 압력을 측정하였다.

측정 시점은 T-scan 기준 최대 측정값이 나타난 시점으로부터 10 초 뒤로 하였고, 실험값은 측정 시점에서 대조군에 대한 실험군의 센서 측정값의 비율로 설정하였다.

2.7 통계 분석

결과에 대한 통계적 분석은 SPSS (version 28.0, SPSS, Chicago, USA) 를 이용하여 이루어졌다. 통계적인 비교는 같은 인상재를 사용하고 릴리프가 다른 트레이를 사용한 그룹간, 그리고 vent hole 분포가 다른 트레이를 사용한 그룹간에 이뤄졌다. 먼저 Kruskal-Wallis test 를 통해 그룹간 유의미한 차이가 있는지 비교하였으며, Mann-Whitney 사후검정이 이뤄졌다. 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 로 설정하였고, 다중 비교가 이루어졌기에 사후검정 시 Bonferroni' s method 를 이용하여 $p < 0.016$ 의 통계적 유의성을 설정하였다.

제 3 장 결과

같은 인상재를 사용한 경우에서 릴리프 양을 달리한 그룹간 비교와, vent hole 디자인을 달리한 그룹간 비교가 이뤄졌다. 먼저 릴리프 양을 달리한 그룹간 비교 시 각 그룹의 평균, 표준편차는 표 1 과 그림 5 에 정리되어 있다. Light body A 인상재의 경우 AR1, AR2, AR3 그룹 순으로 29.95 ± 2.38 , 30.77 ± 4.30 , 23.45 ± 6.17 의 실험값이 관찰되었고,

표 1. 릴리프양을 달리한 그룹간 실험값

Group	Light body A (Hysil light body)	Light body B (Aquasil LV)
R1(0.5/1mm)	29.95 ± 2.38^a	70.60 ± 7.98^a
R2(0.5/2mm)	30.77 ± 4.30^a	37.13 ± 6.88^b
R3(0.5/3mm)	23.45 ± 6.17^b	27.15 ± 7.00^c

같은 열에서만 통계적 분석이 이뤄졌으며, 유의미하게 차이가 나는 그룹은 다른 알파벳으로 구분되었다.

그룹 간 실험값이 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 사후 검정 시 AR3 가 AR1, AR2 모두와 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($p < 0.017$). Light body B 인상재의 경우 BR1, BR2, BR3 그룹 순으로 70.60 ± 7.98 , 37.13 ± 6.88 , 27.15 ± 7.00 의 실험값이 관찰되었고, 그룹 간 실험값이 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 사후 검정 시 R1 과 BR2 간($p < 0.017$), BR2 와 BR3 간($p < 0.017$) 모두 유의미한 차이가 관찰되었다.

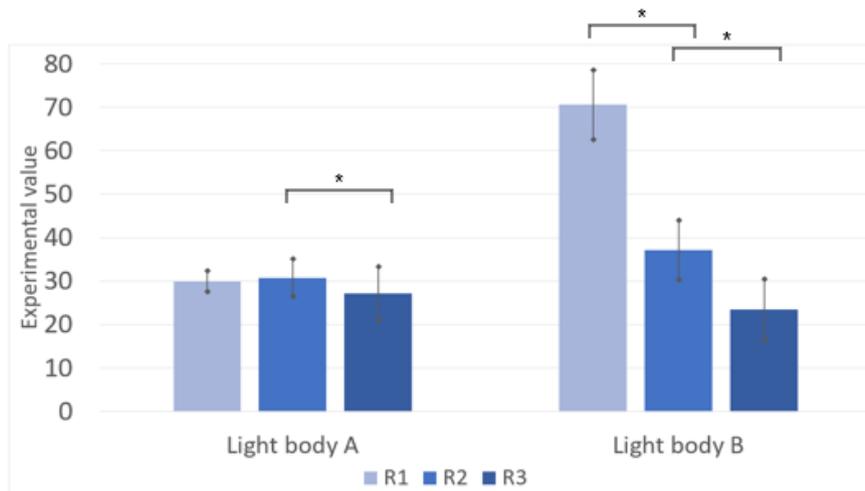


그림 5. 릴리프 양을 달리한 그룹간 실험값에 대한 그래프.

Vent hole 디자인을 달리한 그룹간 비교 시 각 그룹의 평균, 표준편차는 표 2 에 정리되어 있다. Light body A 인상재의 경우 AV1, AV2, AV3 그룹 순으로 32.40 ± 7.66 , 11.73 ± 3.09 , 7.96 ± 2.14 의 실험값이 관찰되었고, 그룹 간 실험값이 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 사후 검정 시 AV1 과 AV2 간($p < 0.017$), AV2 와 AV3 간($p < 0.017$) 모두 유의미한 차이가 있었다. Light body B 인상재의 경우 BV1, BV2, BV3 그룹 순으로 41.18 ± 11.80 , 22.00 ± 4.28 , 19.89 ± 4.54 의 실험값이 관찰되었고,

표 2. Vent hole 을 달리한 그룹간 실험값

Group	Light body A (Hysil light body)	Light body B (Aquasil LV)
V1(7.07mm*1)	32.40 ± 7.66 ^a	41.18 ± 11.80 ^a
V2(5mm*2)	11.73 ± 3.09 ^b	22.00 ± 4.28 ^b
V3(3.16mm*5)	7.96 ± 2.14 ^c	19.89 ± 4.54 ^c

같은 열에서만 통계적 분석이 이뤄졌으며, 유의미하게 차이가 나는 그룹은 다른 알파벳으로 구분되었다.

그룹 간 실험값이 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며 ($p < 0.05$), 사후 검정 시 BV1 과 BV2 간 ($p < 0.017$), BV2 와 BV3 간 ($p < 0.017$) 모두 유의미한 차이가 관찰되었다.

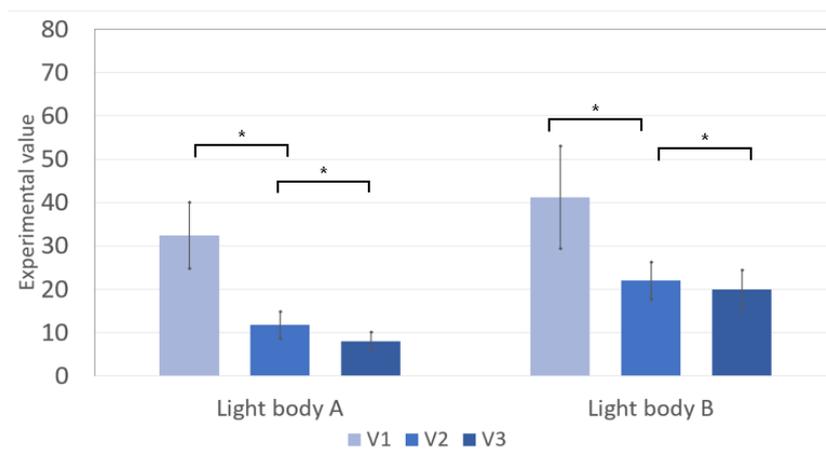


그림 6. Vent hole 을 달리한 그룹간 실험값에 대한 그래프.

각 그룹의 실험 양상을 대표적으로 나타낼 수 있는 케이스를 그룹 당 한 케이스씩 나타내었다. 그래프는 시간에 따른 측정값을 나타냈으며 붉은색 선은 대조군 측정값의

비율, 초록색 선은 실험군 측정값의 비율, 검정색 선은 모든 측정값의 합을 나타낸다(그림 7~18).

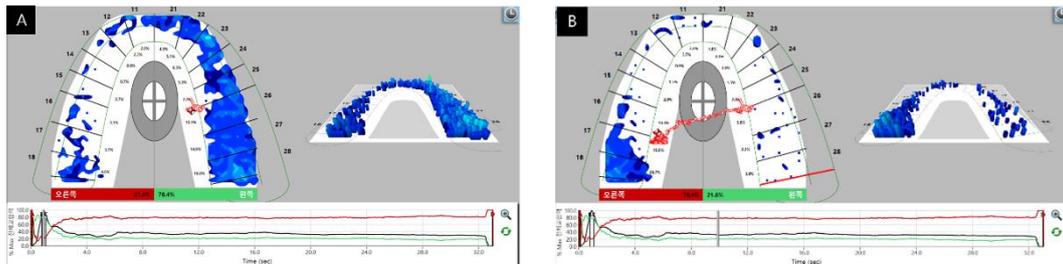


그림 7. AR1 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

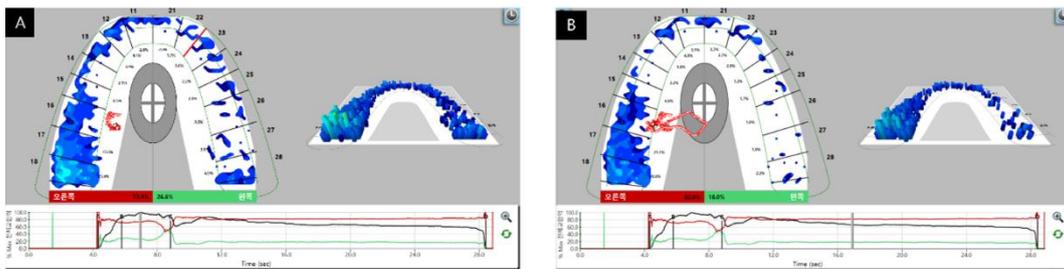


그림 8. AR2 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

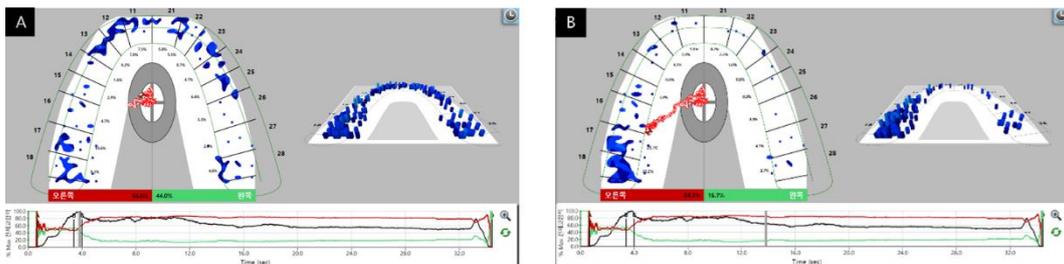


그림 9. AR3 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

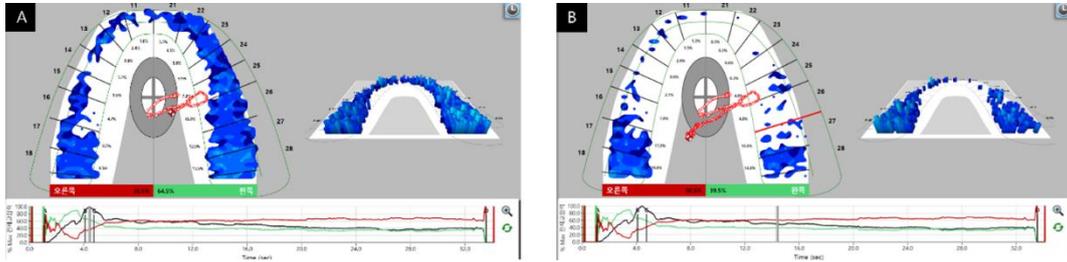


그림 10. BR1 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

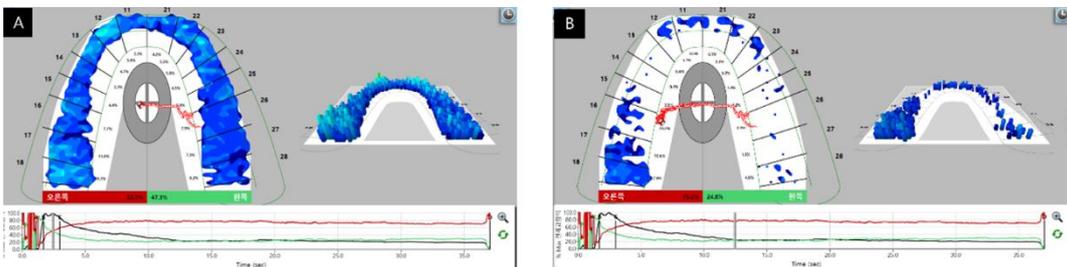


그림 11. BR2 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

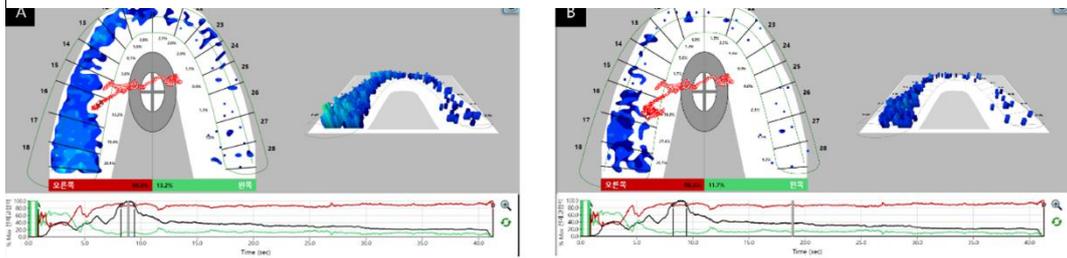


그림 12. BR3 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

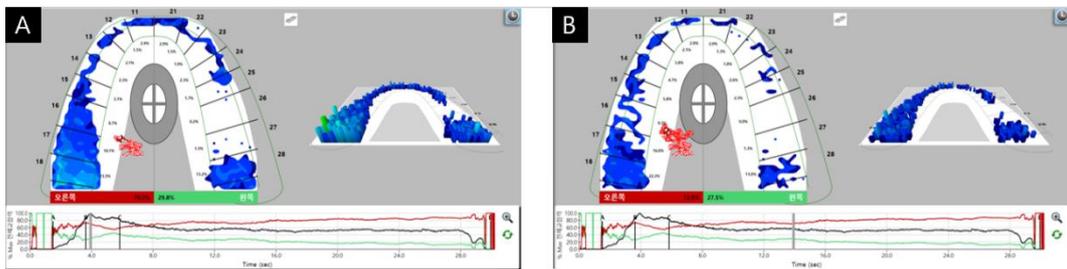


그림 13. AV1 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

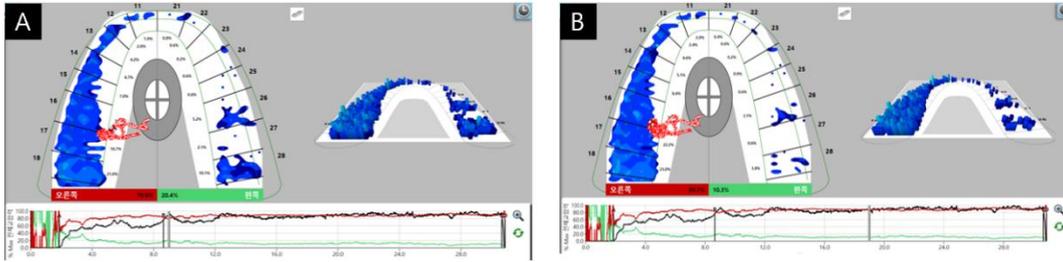


그림 14. AV2 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

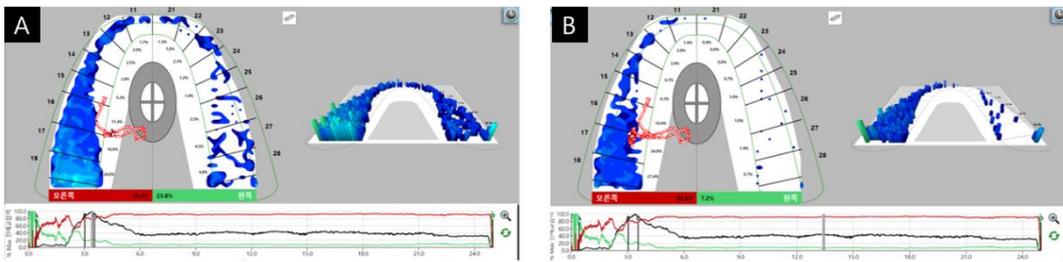


그림 15. AV3 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

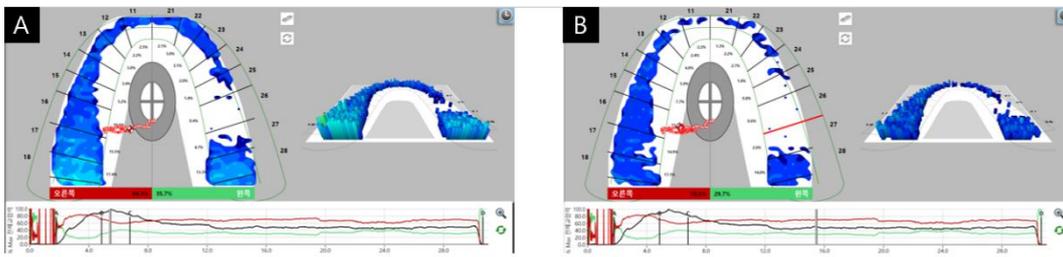


그림 16. BV1 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

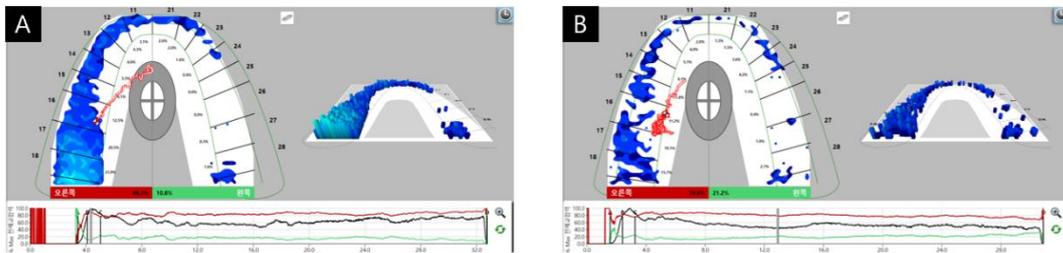


그림 17. BV2 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

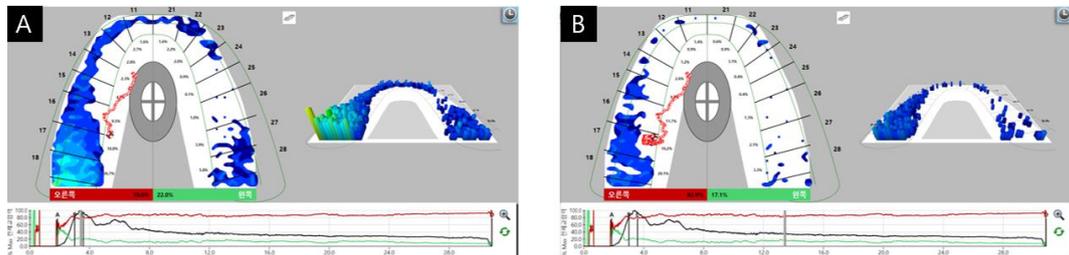


그림 18. BV3 그룹의 시간-측정값 그래프. (A): 최대 센서 측정값의 시점, (B): 측정 시점.

제 4 장 고찰

이번 연구는 트레이 릴리프와 vent hole 이 분포가 인상채득 시 압력에 어떤 영향을 줄 수 있는지 알아보고자 하였다. 재료의 경우 Light body A 와 Light body B 모두 ISO 4823 에 의해 제 3 형으로 분류된 낮은 점조도(light bodied consistency)의 실리콘 인상채지만, 공식적으로 다른 점조도(A: 45.60mm¹⁷, B: 39.23mm¹⁸)를 가지고 있다. 다시 말해, Light body A 와 같이 비교적 낮은 점조도의 재료에서는 1mm 의 릴리프를 통해 0.5mm 의 릴리프보다 29.95 % 낮은 압력이 가해지며 릴리프가 2mm 으로 높아져도 유의미한 압력 차이를 보이지 않는다. 반면 light body B 와 같이 비교적 높은 점조도의 재료에서는 1mm 의 릴리프를 부여하였을 때에는 0.5mm 의 릴리프의 70.60%의 압력으로 가해지며 2mm 로 릴리프가 높아졌을 때 유의미한 압력감소를 보였고, 이는 2mm 정도의 릴리프가 있어야 충분히 낮은 압력의 인상을 채득할 수 있음을 알 수 있다. 두 그룹 모두 3mm 의 릴리프가 있을 때는 유의미하게 압력감소를 보였다. Vent hole 의 경우 총 면적의 크기가 같아도 작은 크기의 vent hole 을 분산시켜 배치할수록 유의미한 압력감소를 보였으며, 이 경향성은 두 가지 인상재 모두에게서

나타났다. 이에 본 연구의 귀무가설인 ‘두 가지 인상재에서 트레이 릴리프, vent hole 의 분포에 따라 인상 채득 시 압력 차이가 존재하지 않는다’ 는 기각되었다.

Komiyama 등⁹은 1.0mm 이상의 vent hole 은 충분한 완압 효과를 나타낸다고 하였으며, Imani 등¹³에 의하면 vent hole 의 직경이 커짐에 따라 완압 효과가 더 커진다고 하였다. Nishigawa 등¹⁴의 실험에서는 일반적으로 인상재가 안에서 밖으로 이동하지만, vent hole 이 존재할 경우 주위의 인상재를 vent hole, 즉 안쪽으로 움직이게 변화시킬 수 있다고 하였다. 본 연구의 같은 총 면적의 vent hole 을 부여할 때, 직경이 큰 vent hole 이 단일로 있는 경우보다 직경이 작은 vent hole 이 넓은 범위에 분산되어 있는 경우에서 실험값이 더 작게 나왔는데, 이는 vent hole 이 일정 영역의 인상재 이동방향을 바꿈으로써 완압효과를 얻기 때문이라고 추측할 수 있다.

각 그룹의 대표적인 그래프를 나타낸 그림 7~18 을 보면 초기에 최대 센서 측정값을 보인 뒤 압력이 점점 감소하는 양상을 관찰할 수 있다. 이는 Komiyama 등⁹이 제시한 그래프와 유사한 경향성을 나타내며, 인상재의 유변학적(rheologic) 특성상 말단부위로 압력이 빠져나감에 따라 시간이 지날수록 내부 압력이 감소하기 때문이다¹⁵. 또한 시간-측정값 그래프를 보면 초기 시간대에서 대조군과 실험군의 압력 비율이 릴리프의 경향대로만 나타나지 않는 것을 관찰할 수 있으며, 특히 더 많은 릴리프를 가진 실험군에서 초기에 더 높은 압력을 보이는 경우도 있다. 그러나 이는 시간이 지남에 따라 대조군과 실험군의 비율이 릴리프 양에 따라 조정된 후 일정하게 유지되는데, 이러한 현상은 릴리프의 양이 큰 곳이 더 많은 공간을 만들어내기 때문에 시간이 지남에 따라 릴리프가 많은 부위의 비율이 감소하는 것으로 추측할 수 있다. Vent hole 분산을 달리한 실험의 경우 light body A, B 모두 V1, V2, V3 로 갈수록 측정시점에서 압력이 감지되지

얇은 영역이 넓어지며 vent hole 이 분산되어 있을수록 더 넓은 범위에서 완압효과가 나타남을 추측할 수 있다.

또한 이번 실험에서 부여된 vent hole 의 직경은 각각 7.07mm, 5mm, 3.16mm 로 Frank 등⁶(0.25 inch), Komiyama 등⁹ 과 Imani 등¹³(0.5~2.0mm)과 같이 일반적으로 부여하는 vent hole 의 크기보다 크게 설정되었다. 또한 Komiyama 등⁹ 은 0.5mm 의 작은 vent hole 이 있는 경우가 1.0mm, 2.0mm 의 vent hole 이 있는 경우에서의 압력이 유의미하게 차이가 났다고 하였는데, 이처럼 vent hole 의 직경이 작아지며 생길 수 있는 효과에 대해서도 추가적인 실험이 필요할 것으로 사료된다.

인상재는 각 제조사의 지시에 입각하여 혼합되어 트레이에 담겼으며, 실험 시 센서의 총 측정값이 최대가 되는 시점까지 도달하는 데 15 초 이내의 시간이 걸리기에 10 초 이후의 시점은 인상재의 작업 시간 이후에 측정이 가능하게 한다. 이전에 진행된 Inoue 등⁷ 과 Komiyama 등⁹ 의 연구에서는 2 분의까지 압력을 측정하였지만, 본 연구에서는 해당 시간에서 충분히 안정적인 결과를 얻어냈기에 제시된 시점에서 실험값을 측정하였다. 또한 본 실험에서 Testing device 에 가해진 힘은 2kgf 로 Iwasaki 등¹⁶ 과 Inoue 등⁷ 의 연구에서 트레이에 가한 힘과 동일한 수치였다.

인상재와 트레이 디자인을 변수로 하여 유사한 연구는 많았다. Frank 등⁶ 과 Masri 등⁸ 은 모두 아날로그 압력계를 이용하여 수치를 잴기 때문에 시간에 따른 압력의 분석을 시행하기가 어려웠으며, Inoue 등⁷ 은 하악 무치악 모형의 정중부 치조제, 양측 구치부 치조제, 그리고 양측 협봉(buccal shelf)에 다섯 개의 센서를 설치하여 신호를 컴퓨터에서 해석하였다. Komiyama 등⁹ 의 경우 상악 무치악 모형의 구개부와 좌측 구치부 치조제에 두 개의 센서를 설치하였으며 시간에 따른 압력의 그래프를 분석하였다.

이번 연구는 T-scan 을 사용하여 간소화되었지만 악궁 전체 부위에 센서를 위치시켜 모든 부위에서 상대적 압력을 측정할 수 있었으며, 또한 시간에 대한 그래프로 표현할 수 있었다.

이번 연구의 가장 큰 특징이자 의의는 압력을 상대적으로 잴 수 있음이다. 즉, 한번의 측정에서 두 가지 릴리프에 대한 압력의 차이를 직관적으로 비교하는 것이 가능하다는 것이다. 또한 실험군과 대조군의 상대적인 압력의 비율을 관찰하기 때문에 절대적 압력과 달리 같은 인상재의 양, 누르는 힘 등에 따라 측정값이 영향을 적게 받을 것으로 추측되며, 다만 이는 추후 연구를 통해 더욱 높은 수준의 검증이 이루어져야 할 것이다.

하지만 연구에서 절대적 압력을 재지 못하는 점은 한계를 지닌다. Cerna 등¹¹은 사전에 정교한 보정작업 없이 절대적인 압력을 측정할 수 없다고 하였으며, 다만 상대적인 압력과 시간과의 관계성에 대해서만 알 수 있다고 하였다. 이 때문에 서로 다른 인상재간 비교를 진행할 수 없었다. 본 연구와 같이 T-scan 을 사용할 경우 측정값이 압력의 단위로 표현되지 않고 절대값 혹은 원자료(raw data)로 표현되는데, 이는 T-scan 이 제작된 센서들 간 보정(calibration)이 이루어지지 않았기에 원자료를 가지고 실제 교합력을 계산할 수 없기 때문이다¹¹. 다시 말해 T-scan 에서 계산되는 측정값과 실제 가해진 압력간 어느 정도의 상관관계는 있으나 센서마다 상관관계가 차이가 날 수 있다. 때문에 같은 릴리프를 공유하지만 다른 대조군을 사용하는 그룹간 비교는 불가능하였다(Ex. AR1 vs BR1). 만약 같은 릴리프에서 서로 다른 인상재를 이용하여 압력 차이를 비교할 수 있게 된다면, 이번 연구에서 다른 인상재의 사용 시 대조군이 다른 점을 해결함으로써 다른 인상재를 사용한 조건간 비교가 가능케 되며, 보다 폭넓은 해석이 가능할 수 있겠지만, 같은 트레이에서 두 가지 인상재를 사용하여 실험하는 경우

경계 부위에서 두 가지 인상재가 섞이는 현상이 오차를 발생시킬 수 있기에 진행하지 못하였다. 따라서 악궁 형태의 압력을 모두 분석하고자, 한 번의 측정 시 한 가지만의 인상재를 이용하여 실험을 진행하였다.

이번 연구에서 T-scan 을 이용하여 인상재에 따라 여러가지 릴리프와 vent hole 을 부여하였을 때 압력이 어떻게 낮아지는지 알아보았다. 인상재는 light body 만을 사용하였으며 이후에는 regular body, heavy body 또한 이용하여 다양한 인상재들이 조건에 따라 어떤 반응이 나타나는지 실험할 필요가 있을 것이다. 물론 모든 경우에서 가장 낮은 압력의 인상 채득이 필요한 것은 아니다. 다만 본 연구의 결과는 재료마다 릴리프와 vent hole 에 따른 압력 변화가 다를 수 있음을 시사하며, 본 연구와 같은 실험 상황에서 T-scan 이라는 디지털 교합 분석장비의 효용성 또한 나타내었다. 이를 토대로 이후에는 T-scan 을 이용하여 다양한 인상재와 세분화된 실험 조건에서의 압력을 비교하는 연구는 지속되어야 할 것이다.

제 5 장 결론

본 연구의 실험적 한계 내에서 다음과 같은 결과를 도출할 수 있다:

1. 디지털 교합 분석 장비에 따르면 인상 채득 시 릴리프가 높은 쪽에서 더 낮은 압력이 측정되며, 이는 압력을 가한 직후에는 이뤄지지 않을 수 있으나 시간이 지남에 따라 경향성을 나타낸다.
2. 인상재마다 릴리프에 따른 완압효과가 다를 수 있으며, 본 연구의 제한된 조건 하에서는 같은 완압 효과를 얻기 위해 Hysil light body 보다 Aquasil LV 가 더 높은 릴리프를 필요로 하였다.
3. 인상 채득 시 vent hole 의 총 면적이 같아도 작은 크기의 vent hole 이 여러 부위에 분산되어 있을수록 완압 효과가 유의미하게 크게 나타난다.

참고문헌

1. Osborne J. (1964). Two impression methods for mobile fibrous ridges. *Br Dent J*, 117(6), 392-4.
2. Tryde G, Olsson K, Jensen SA, Cantor R, Taretano JJ, Brill N (1965). Dynamic impression methods. *The Journal of prosthetic dentistry*, 15(6), 1023-1034.
3. Boucher CO (1943). Impressions for complete dentures. *The Journal of the American Dental Association*, 30(1), 14-25.
4. Hyde TP, Craddock HL, Blance A, Brunton PA (2010). A cross-over Randomised Controlled Trial of selective pressure impressions for lower complete dentures. *Journal of dentistry*, 38(11), 853-858.
5. Duncan JP, Raghavendra S, Taylor TD (2004). A selective-pressure impression technique for the edentulous maxilla. *The Journal of prosthetic dentistry*, 92(3), 299-301.
6. Frank RP (1969). Analysis of pressures produced during maxillary edentulous impression procedures. *The Journal of prosthetic dentistry*, 22(4), 400-413.
7. Inoue S, Kawara M, Iida T, Iwasaki M, Komiyama O (2017). Influences of differences in tray design and impression material on impression pressure at edentulous mandible. *Journal of oral science*, 59(4), 505-510.
8. Masri R, Driscoll CF, Burkhardt J, Von Fraunhofer A, Romberg E (2002). Pressure generated on a simulated oral analog by impression materials in custom trays of different designs. *Journal of Prosthodontics*, 11(3), 155-160.
9. Komiyama O, Saeki H, Kawara M, Kobayashi K, Otake S (2004). Effects of relief space and escape holes on pressure characteristics of maxillary edentulous impressions. *The Journal of prosthetic dentistry*, 91(6), 570-576.

10. Kerstein RB, Lowe M, Harty M, Radke J (2006). A force reproduction analysis of two recording sensors of a computerized occlusal analysis system. *CRANIO®*, 24(1), 15–24.
11. Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P (2015). Validity and reliability of the T-Scan® III for measuring force under laboratory conditions. *Journal of Oral Rehabilitation*, 42(7), 544–551.
12. International Organization for Standardization. 4823:2000 Dentistry - Elastomeric impression materials. ISO. International Standard ISO:2000
13. Imani Fouladi T, Fallah Tafti A, Lotfi Kamran MH, Mostafapour R, Sadegh Pourshahab M, Tajaddini M (2016). In vitro effect of vent size and spacer thickness on pressure produced during maxillary edentulous impression making by different impression materials. *Journal of Iranian Dental Association*, 28(1), 40–47.
14. Nishigawa G, Natsuaki N, Maruo Y, Okamoto M, Minagi S (2003). Visual observation of the dynamic flow of elastomer rubber impression material between the impression tray and oral mucosa while seating the impression tray. *Journal of oral rehabilitation*, 30(6), 608–613.
15. Rihani A. (1981). Pressures involved in making upper edentulous impressions. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 46(6), 610–614.
16. Iwasaki M, Kawara M, Inoue S, Komiyama O, Iida T, Asano T (2016) Pressure dynamics in the trays caused by differences of the various impression materials and thickness of the relief in the maxillary edentulous model. *J Prosthodont Res* 60,123–130.
17. US Food and Drug Administration. Premarket notification 510(k), <https://www.accessdata.fda.gov> Food and Drug Administration > K213890
18. US Food and Drug Administration. Premarket notification 510(k), <https://www.accessdata.fda.gov> Food and Drug Administration > K152615

ABSTRACT

In-vitro study of pressure analysis using digital occlusion analyzer when taking impression under various tray relief and vent hole design

Objective: This study aimed to discover the correlation of relative pressure measured and tray designs when taking impression using a T-scan, a digital occlusal analyzer.

Materials and Methods: The impression materials were both additional polymerized silicone impressions (light body A, B), and the trays were made in three different designs, with 0.5 mm relief for the control group and 1 mm (R1), 2 mm (R2), and 3 mm (R3) relief for the experimental group. The tray used for the pressure change due to the vent hole was designed with a 0.5mm relief on both sides and a vent hole in the experimental group, and three designs were made with the same cross-sectional area but with one 7.07mm diameter hole (V1), two 5mm diameter holes (V2), and five 3.16mm diameter holes (V3). In each experiment, the ratio of the pressure of the experimental group to the pressure of the control group was taken as the experimental value.

Results: Light body A was observed to be 29.95 ± 2.38 at R1, 30.77 ± 4.30 at R2, and 23.45 ± 6.17 at R3, with a significant difference between R2 and R3

($p < 0.017$). Light body B was 70.60 ± 7.98 in R1, 37.13 ± 6.88 in R2, and 27.15 ± 7.00 in R3, and there was a significant difference between R1, R2, and R3 ($p < 0.017$). In the experiment according to the vent hole, the pressure decreased significantly from V1, V2, and V3 for both light body A and B ($p < 0.017$).

Conclusion: 1. Digital occlusal analyzers show that lower pressure is measured on the side with higher relief when taking impressions, which may not occur immediately after pressure is applied, but shows a trend over time. 2. When taking an impression, even if the vent holes have the same sum of area, the relief effect is significantly greater if the smaller vent holes are distributed in multiple. 3. Different impression materials have different decompression effects depending on the relief, Aquasil LV required a higher relief than Hysil light body to achieve the same decompression effect.

Key words: Impression taking, relief, vent hole, digital occlusal analyzer