

Occlusal Stress가 Cervical Abfraction에 미치는 영향

연세대학교 치과대학 보철학교실

김호중 · 정문규

1. 서론

현대 사회에서 인간의 수명은 연장되고 유치악 환자의 수는 증가되고 있다. 개인적 구강 위생 개선, 불소의 이용, 식생활의 개선, 치과 기술의 발전을 통해 치아 자체의 수명도 연장되고, 치아 우식증은 점차로 감소되고 있는 추세이다. 그 결과, 우식증 이외의 다른 구강 질환 연구에 관심이 기울어지고 있고, 비우식성 치경부 병소도 그 한 분야이다. 비우식성 치경부 병소는 성인에서 흔히 볼 수 있는 증상으로 이를 통해 민감성, 치수의 노출, 치아의 약화, 파절등의 문제를 일으킬 수 있다. 이러한 비우식성 치경부 병소는 다양하고 복합적인 원인에 의해서 일어나며, 그 발생 원인은 크게 세가지 이론으로 분류되고 있다. 첫번째 이론은 산에 의한 화학적 침식증으로, 산에 의해 법랑질이 탈회되어 치경부 병소가 발생한다는 것이다. 그 간, 법랑질을 탈회시킬 수 있는 산에 대해 많은 연구가 진행되었고, 그 결과, 음식, 약물, 음료 등에 포함된 외인성 산과, 구토, 타액 등의 내인성 산이 보고되었다^(1, 5, 14, 24, 29, 33, 44, 49, 52). 두번째 이론은 칫솔질에 의한 기계적 마모로서 치약내의 마모제의 입자 크기와 강도, 칫솔질의 강도와 빈도, 방법 등이 치경부 마모에 미치는 영향 등이 주로 연구되었다^(2, 3, 26, 42, 45, 53).

세번째 이론은 Abfraction의 개념으로 1984년

William C. Lee와 W. Stephan Eakle 이 처음 주장하였다⁽³¹⁾. 이들은 썩기 형태의 치경부 마모를 칫솔질과 산에 의한 부식으로 설명하기에는 부족한 점이 많음을 지적하였고 치아에 가해진 측방력에 의해 발생한 인장 응력에 의해 치경부 병소가 시작될 수 있다고 주장하였다. 이들은 산에 의한 부식은 주로 둥글게 패인 형태로 나타나 썩기 형태의 치경부 결손과는 구분이 된다고 하였고, 인접치아에는 존재하지 않으면서 소수 치아에 국한되어 치경부 결손이 존재하는 경우와 칫솔의 접근이 용이하지 않은 설측 치경부와 치은하 부위 등에 생긴 치경부 결손 등에 대해서 칫솔질의 기계적 마모에 의한다는 이론을 적용하기는 어렵다고 주장하였다.

그러나, Abfraction의 가설은 실제적인 역학 조사를 통해 Abfraction과 교합 응력과의 관계, 인장 응력의 역할 등이 명확히 규명되지 않았다. 본 연구의 주된 목적은 역학 조사를 통해서 이러한 가설을 검증하는데 있다. 이를 위해서, Abfraction이 있는 실험군과 Abfraction이 없는 대조군 사이의 교합면 마모도와 마모 양상의 차이를 비교하고, Abfraction의 심도와 교합면 마모, Abfraction과의 상관 관계를 분석하고자 한다. 이를 통해 Cervical Abfraction과 Occlusal Stress의 관계를 알아보려 한다.

II. 연구 대상 및 방법

가. 연구대상

인천 지역 공단에서 구강 검진시 소구치 협측 부위에 하나 이상의 Cervical Abfraction^{dmf} 가진 30명을 실험군으로, 소구치 협측 부위에 Cervical Abfraction이 전혀 없는 30명을 대조군으로 설정하였다. 이 때 구강 검사는 조사자 간의 오차를 줄이기 위해 1명의 치과 의사가 시행 하였다. 조사 대상자의 성별 분포 및 평균 연령은 표 1.과 같았다.

표1. 연구 대상의 성별 분포와 평균 연령

	남	여	합계	평균연령
실험군	24명	6명	30명	44.8세(31-59)
대조군	19명	11명	30명	41.9세(30-60)

나. 연구 방법

1. 연구 대상의 선택

치과의사인 저자가 직접 구강 검진을 하여 소구치의 협측 부위에 Cervical Abfraction이라고 판단 되는 썩기 형태의 치경부 결손을 가진 사람은 실험군으로, 전체 구강내에 치경부 결손이 없는 사람은 대조군으로 분류하였다. 특별히 소구치 부위 만을 기준으로 한 것은 구강 검진 결과 Cervical Abfraction이 소구치 부위에 호발함을 알 수 있었기 때문이다.

2. 모형의 제작

비가역성 알지네이트 인상재로 실험군과 대조군 각각 30명의 상하악 인상을 채득하고, 경석고를 즉시 주입하여 모형을 제작하였다.

3. 측정

(가) 교합면 마모도의 측정

대조군 30명과 실험군 30명 개개인의 모형에서 8개의 소구치 즉, 상하악 좌우측 제 1, 2소구치의 교합면의 마모도를 표 2.에 나타난 지표에 따라 세 단계로 평가하였다. 개체간 분석시에는 8개 치아의 교합면 마모도의 합을 개인별 지표로 하여 분석하였다. 표 2.의 교합면 마모도의 분류 기준은 다케이⁽⁵⁴⁾의 분류 기준의 변형으로 연령 추정시 사용하고 있다.

(나) 교합면 마모 양상의 분류

교합면 마모면의 위치에 따라 분류하였고, 이에 따라 협측 치경부에 주로 발생되리라 예상되는 응력의 종류로 표시하였다. 즉, 협측 또는 설측 교두의 설측 경사면에 마모면이 존재할 경우에는 협측 치경부에 압축 응력이 주로 작용할 것이고, 협, 설측 교두의 협측

표3. 교합면 마모 양상의 분류 기준

표시	교합면 마모면의 위치
압축 응력	협설측 교두의 설측 경사면
인장 응력	협설측 교두의 협측 경사면
혼합	협설측 교두의 협설측 경사면

표2. 교합면 마모도의 분류 기준(소구치)

분류	상 악	하 악
0	마모가 없는 경우	마모가 없는 경우
1	교두정에만 마모가 존재하는 경우	협측교두에만 마모가 존재하는 경우
2	마모면이 넓게 퍼졌으나 협측과 설측이 분리되어 있는 경우	마모면이 용기를 따라 연장되어 있는 경우
2	협측과 설측 마모면이 연결되고 상아질이 노출되어 있는 경우	상아질이 노출되어 있는 경우

경사면에 마모면이 존재할 경우에 협측 치경부에 인장 응력이 주로 발생할 것이다. 전자의 경우엔 ‘압축 응력’, 후자의 경우엔 ‘인장 응력’으로 표시하였고, 마모면이 협, 설측 경사면에 모두 존재할 경우엔 ‘혼합’으로 표시하였다.

(다) Cervical Abfraction의 심도 측정

구강 검진시 실험군에서 Cervical Abfraction의 깊이 측정을 치주 탐침을 이용하여 시행하였다. 본 저자는 Abfraction의 심도를 그 깊이에 따라 표 4.에서와 같이 3단계로 분류하였다.

표 4. Cervical Abfraction의 심도 분류

분류	Cervical Abfraction의 깊이
1	1mm이하
2	1mm이상, 2mm이하
3	2mm이상

4. 통계분석

(가) 대조군과 실험군의 교합면 마모도의 차이

Cervical Abfraction이 존재하는 사람과 존재하지 않는 사람 사이에 교합면 마모도에 차이가 있는지 알아보기 위하여, 실험군과 대조군과의 교합면 마모도의 차이를 Mann-Whitney test(p<0.05)를 이용하여 비교하였다. 각 개체의 교합면 마모도의 지표로는 8개의 소구치의 교합면 마모도의 합을 이용하였다.

(나) 대조군과 실험군과의 교합면 마모 양상의 비교

대조군과 실험군의 교합면 마모 양상의 차이를 비교하였다. 각 집단에는 30명의 개인이

있고, 개인당 8개 치아의 교합면 마모 양상에 따른 분류가 있다. 이 분류에 따른 교합면 마모 양상의 두 집단 간의 차이를 비교하였다.

(다) 연령간의 교합면 마모도의 차이

연령에 따라 교합면 마모도의 차이가 있는지를 알아

보기 위하여 40세 이전과 40세 이후의 두 집단으로 분류하고 두 집단 간의 교합면 마모도의 차이를 Mann-Whitney test(p<0.05)를 이용하여 분석하였다.

(라) 교합면 마모도와 Cervical Abfraction의 심도와의 상관관계

Cervical Abfraction이 있는 치아에서 교합면 마모도와 Cervical Abfraction의 심도와의 상관관계를 조사하기 위해 Spearman rank correlation test(p<0.05)를 이용하여 분석하였다.

(마) 연령과 Cervical Abfraction의 심도와의 상관관계

Cervical Abfraction이 있는 치아에서 연령에 따라 Cervical Abfraction의 심도가 증가하는지 알아보기 위해 Spearman rank correlation test(p<0.05)를 사용하였다.

III. 연구 결과

가. 대조군과 실험군과의 교합면 마모도의 차이

실험군과 대조군 사이에서 교합면 마모도에 차이가 있었다(p<0.05).(표 5.) Cervical Abfraction이 존재하는 실험군에서 존재하지 않는 대조군에서보다 교합면의 마모도가 더 심하게 나타났다.(표 5.)

표 5. 대조군과 실험군의 교합면 마모도의 차이

	N	Median	Range	P-value
대조군	30	14	8-23	0.0115*
실험군	30	16.5	8-24	

나. 대조군과 실험군의 교합면 마모 양상의 비교

대조군과 실험군 사이의 교합면 마모 양상에 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다.(표 6.)

표 6. 대조군과 실험군의 교합면 마모 양상의 비교

	압축응력	인장응력	복합	합계
대조군	21(8.8%)	26(10.8%)	193(80.4%)	240
실험군	30(12.5%)	27(11.3%)	183(76.2%)	240

다. 연령에 따른 교합면 마모도의 차이

40세 미만의 집단과 40세 이상의 집단을 비교한 결과 두 집단 간에 교합면 마모도에 차이가 있음을 알 수 있었다($p < 0.05$). (표 7.)

표 7. 연령에 따른 교합면 마모도의 차이

	N	Median	Range	P-value
40세미만	21	14	8-20	0.00185**
40세이상	39	16	8-24	

라. Cervical Abfraction의 심도와 교합면 마모도의 상관 관계

Cervical Abfraction의 심도와는 교합면 마모도와는 상관 관계가 있었다($p < 0.05$). (표 8.)

표 8. Cervical Abfraction의 심도와 교합면 마모도의 상관 관계

	교합면 마모도	치경부 심도
교합면 마모도	1.000	
치경부 심도	0.306***	1.000

마. Cervical Abfraction의 심도와 연령과의 상관 관계

Cervical Abfraction의 심도와 연령과는 상관 관계가 있었다($p < 0.05$). (표 9.)

표 9. Cervical Abfraction의 심도와 연령과의 상관 관계

	연령	치경부 심도
연령	1.000	
치경부 심도	0.225**	1.000

IV. 총괄 및 고찰

치경부 치질의 상실은 세균에 의한 우식증이 원인 되어 일어나는 경우와 비우식성 결손에 의해 일어나는 경우가 있다. 이 과정은 구강내라는 특이한 조건 하에서 여러 인자들이 복합적으로 작용하여 일어나는 현상으로, 치아 자체의 성분, 위치, 형태 뿐만 아니라, 타액의 양, pH, 음식의 성분등도 영향을 미친다.

비우식성 치경부 병소의 원인은 크게 세가지 이론으로 분류되는데, 첫번째 이론은 산에 의한 화학적 침식 중에 의한다는 것으로, 외인성 산^(1, 14, 33, 44, 49, 52)과 내인성 산^(24, 29)에 의한다. 많은 연구들에서 음식이나 주위 환경으로부터의 산이 치아 표면에 부식 작용을 일으킴을 보고하였고^(11, 16, 30, 37, 51), 타액 내의 구연산 성분이 치경부 병소와 연관이 되었다고 보고하기도 하였다^(12, 13, 61).

세번째 이론은 Abfraction의 가설로서 1984년 William C. Lee와 W. Stephan Eakle 이 처음 주장하였는데, 이들은 칫솔질과 산에 의한 부식으로만 설명하기 어려운 썩기 형태의 치경부 결손의 일차적 원인으로 치아에 가해진 측방력에 의해 발생한 인장 응력을 제시하였다⁽³¹⁾. 이같은 교합 응력이 치경부 병소를 형성한다는 이론을 검증하기 위한 실험이 진행되기도 하였다⁽³⁹⁾.

Abfraction은 교합 부하의 생체물리학적 효과가 치아의 변형과 힘을 유발해서 결국 치질의 상실을 가져올 수 있다라는 것이다. 응력 부식, piezoelectricity 등의 다른 생체공학적 작용이 치아 접촉시 생길 수 있으므로 이 역시 Abfraction 형성의 인자로 인식되어야 한다⁽⁴⁹⁾. 대부분의 경우, 치아의 치경부에서 특히, 치근이 노출되었을 때 치질이 상실되는데는 한가지 이상의

인자가 원인으로 작용하고, 많은 경우 복합효과로 나타나는데, 예를 들면 과일을 먹은 후 칫솔질을 곧바로 할 경우 등이다. 응력 부식은 저작시 생기는 생리화학적 작용으로 신 음식, 포도주, 음료수, 치태 등의 존재 하에, 응력이 집중된 곳에 부하로부터의 효과의 복합이다. 치과계에서는 이를 간단히 부식 효과로만 여기고, 저작시 부하는 간과했었으나, 최근 이 응력의 중요성이 인정되고 있다. 응력이 집중된 곳에 치태가 존재하면 우식증도 생길 수 있고, 응력이 존재하는 부위에는 존재하지 않는 곳에 비하여 화학적 부식이 일어나기도 쉽다⁽¹⁹⁾. 저작 기능시 응력은 백악법랑 경계에 집중하게 되는데, 이때 산성 용액이 존재하면 백악법랑 경계에 피로가 가중되고 결국 치질의 소실을 가져올 수 있다⁽⁴⁵⁾. 이 것으로 나이 많은 사람에서 우식성 및 비우식성 치경부 병소가 많은 것을 설명할 수 있다.

치아의 물리적 성질을 측정해 본 결과 개인에 따른 차이, 한 개인에서도 치아에 따른 차이, 심지어 한 치아에서도 부위에 따른 차이가 심함을 알 수 있었다⁽⁴⁰⁾. 그러나 일반적인 성질도 존재하는데, 그 중 하나가 상아질이 법랑질보다 인장력에 강하다는 것이다^(8, 9, 40). 법랑질은 단단하기는 하지만 작은 변형에 의해서도 깨질 수 있고, 응력에 견디는 능력은 주로 법랑소주의 방향과 연관된 힘의 방향에 주로 연관되어 압축력에는 강하고 인장력에는 약한 것으로 보고되고 있다⁽⁴⁰⁾. 치아에 교합력이 가해질 때 응력이 치아의 구조를 따라 전달되는데, 치아가 측방력을 받으면 곁힘력이 발생하여 한쪽에는 인장 응력, 반대쪽에는 압축 응력이 발생한다 교합이 이상적일 때는 기능시 교합력은 주로 치아의 장축 방향으로 가해진 후 이 힘은 곧 사라지고 법랑질, 상아질 수산화 인회석에는 최소한의 변형만이 생기나, 교합이 이상적이지 않을 때는 심각한 측방력이 발생해서 치아를 휘게 하고 치질에 2종류의 응력이 발생한다. 그 하나는 압축 응력으로 치아가 휘는 쪽에 주로 위치하고, 또 하나는 인장 응력으로 휘는 방향과 반대쪽에 생긴다. 법랑질과 상아질 모두 압축력에 비교적 강하기 때문에 결정 구조의 파괴가 쉽게 생기지 않으나, 인장력에 견디는 능력은 제한되어 있어서 치아에 가해진 인장력에 의해 수산화 인회석 결정 사이

의 화학 결합은 깨질 수 있다⁽³¹⁾.

Arends 등은 법랑질 표면에 대한 연구에서 비연속성 결정 사이의 작은 공간에 물과 단백질성 유기 물질이 차있다고 보고하였다⁽¹⁸⁾. 이 공간으로는 액체나 작은 이온이 통과할 수 있는데, 결정 간의 결합이 파괴됨에 따라 부가적인 공간이 생기고 이곳으로 물과 같은 작은 분자들이 통과할 수 있게 되며, 이 작은 분자들이 통과할 수 있게 되며, 이 작은 분자들이 결정 구조 사이의 화학 결합의 재형성을 방지할 수 있다. 충분한 강도의 지속적인 인장 응력은 일단 시작된 파절을 진행시킬 수 있다⁽³¹⁾. 만약이 가설이 맞다면 그 결과로 파괴된 결정구조는 화학적 부식과 칫솔질에 의한 마모, 저작, 이같이 시의 압축, 비틀림과 같은 물리적 힘으로부터의 파괴가 좀더 쉽게 진행될 수 있다. 이 Abfraction은 상아질 내로 깊숙이 진행되어 결국 치아의 파절을 유발할 수 있다.

Dr. McCoy는 임상적으로 법랑질과 상아질의 병소의 형태, 크기, 위치 등의 다양성을 보고 하였고, 이 병소에 대한 인식과 구분된 분류의 필요성을 역설했다⁽²⁰⁾. 유치약 환자의 수명과 치경부 병소의 잦은 빈도에 따라 Abfraction이라는 새로운 분류가 제시되었다. 모든 치경부 병소에서 부수적인 생리화학적 작용(Salivary ion change)은 존재하고 또 피할 수 없으며, 때로는 응력 부식(Stress Corrosion), 생체 전기적 작용(piezoelectricity)에 의해 병소의 진행이 촉진될 수 있으나 중요한 것은 치아에의 생체물리학적 부하가 Abfraction을 일으키는 초기 힘이라는 것이다.

치아의 동요도와 치경부 마모와는 상반 관계가 있다. Abfraction이 생긴 치아는 매우 안정적이고, 치주 질환으로 인해 동요도를 보인치아에서는 Abfraction이 같은 정도로 나타나지 않는다⁽²¹⁾. 치아에 교합 응력이 가해지면 그 결과는 크게 세가지 양상으로 나타난다. 즉, 치아보다 치주조직이 파괴되어 치아에 동요도가 나타나는 경우와 치주조직과 치아가 적절한 생리조정을 통해서 이에 대응하는 경우와 치주조직은 응력에 잘 견디고 치아가 그 응력을 대부분 받아 치경부에 Abfraction이 생기는 경우등으로 구분할 수 있겠다. 본 연구에서는 치주 상태에 대한 조사가 이뤄지지 못

하였으므로 각 치아의 치조골의 흡수 정도, 치주낭의 깊이, 치아의 동요도 등을 Abfraction과 관련하여 연구하는 것이 필요하리라 생각된다.

치경부 병소는 영구치의 약 20%에 영향을 미치고, 그 치료는 민감성 해소, 진행 방지, 심미적 개선, 음식물의 저류 방지, 국소소치 제작의 용이성 등을 위해 필요하다. 치료의 필요성과 재발 방지 등을 위해서 이 병소의 원인 및 진행 과정에 대한 이해가 필요하다.

본 연구에서는 교합 응력(occlusal stress)이 Abfraction과 연관성이 있는지를 조사하여 그 원인으로서의 가능성에 대해 검증해 보고자 하였다. 우선, 교합 응력의 Abfraction 유발 가능성을 알아보기 위하여 실험군과 대조군에서 교합면 마모도에 차이를 보였다. 즉, Abfraction이 있는 사람에서 없는 사람에서보다 교합면 마모가 더 심하게 일어났다는 것이다. 바꾸어 말하면 교합면이 많이 마모된 사람에서 Abfraction이 발생하기 쉽다고 할 수 있겠다. 본 연구에서 교합면 마모도가 의미하는 것은 교합 응력(occlusal stress)이다. 그러나, 실제로는 교합면 마모도는 나이, 성별, 교합력, 치아 자체의 강도, 치주 상태 등 여러 인자들에 의해 복합적인 영향을 받는다^(10, 27, 28, 54). 그러나, 교합면 마모도가 크다는 것은 그만큼 커다란 부하나 압력이 치아에 가해졌다는 것을 의미하고 그에 따라 교합 응력이 크게 발생했다고 말할 수 있겠다. 그러므로, 위 결과로부터 교합 응력이 Abfraction의 원인으로서의 가능성이 있다고 말할 수 있을 것이다. 이는 Abfraction의 가설에서 교합 응력이 치경부 마모의 일차적 원인이라는 주장과 일치한다. 그러나, 인장 응력이 주원이라는 주장을 검증해 보기 위하여 대조군과 실험군 간의 교합면 마모 양상을 비교한 결과는 두 집단 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러므로, 본 연구 결과로는 인장 응력이 주원인으로 작용한다는 Abfraction의 가설을 검증할 수는 없었고, 이에 대한 좀더 깊은 연구가 필요하리라 사료된다. 또한, 상악 견치의 순측 부위에 발생한 Abfraction은 인장 응력으로 설명할 수 없으므로 이에 대한 좀더 깊은 연구가 큰 의미를 가진다고 하겠다. 또, Abfraction이 설측에 비해 협측 치경부에 호발하는 원인을 연구하는 것이 필

요하리라 생각되는데, 이를 위해서는 협측과 설측의 법랑질간에 구조적 차이가 존재하는지, 치조골의 구조에 차이가 있는지 연구해 보는 것은 의미가 있을 것으로 사료된다. 교합면 마모도와 Abfraction의 심도의 상관관계를 조사한 결과, 깊은 상관 관계가 있음을 알 수 있었다. 이는 첫번째 결과에서 교합 응력이 Abfraction의 원인으로 작용하였을 것이라는 가능성을 뒷받침해 주는 결과이다. 즉, 교합면의 마모가 진행될수록 Abfraction도 진행될 수 있다. 연령과의 관계를 조사한 결과, 연령이 증가함에 따라 교합면 마모도가 증가함은 이미 알려진 사실이고, 또 그와 더불어 Abfraction의 그 심도가 진행된 것으로 사료된다.

본 연구에는 많은 문제점과 해결해야 할 과제들이 있다. 우선 연구 대상의 설정에서부터 그러하다. 가능하면 좀더 좁은 연령층 내에서 좀더 많은 수를 대상으로 했으면 하는 아쉬움이 남고, 남녀의 차이 등을 배제하지 못한 것이 변수로 작용하였으리라 생각된다. 교합 응력의 척도로 교합면 마모 정도를 이용하였는데, 이에 작용할 수 있는 인자들이 무척 많으나 이를 배제하지 못하였고, 동요도 등의 치주 상태의 연구도 이뤄지지 못하였다. 중심 교합위나 측방 교합시의 교합력을 측정할 수 있다면 좀더 신빙성이 있는 분석이 가능하리라 생각된다. Abfraction의 심도 측정도 좀더 신빙성을 가지려면, 3차원적인 공간의 부피를 산출해 내어야 한다고 사료되며, 이를 위해서는 찢김 강도와 재현성이 우수한 인상재를 이용해 인상을 채득함이 바람직했으리라 생각되므로 이같은 관점에서 좀더 많은 연구가 진행되어야 하리라 생각된다.

V. 결론

Cervical Abfraction과 교합면 마모도, 마모 양상과의 관계를 알아보기 위해 소구치 부위에 Cervical Abfraction이 존재하는 실험군과 존재하지 않는 대조군의 모형을 제작, 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Cervical Abfraction이 존재한 실험군에서는 Cervical Abfraction이 존재하지 않는 대조군에서보다 큰 교합면 마모도를 보였다.($p < 0.05$).
2. 실험군과 대조군에서 교합면 마모 양상에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.
3. 40세를 기준으로 두 집단으로 분류하여 비교한 결과, 40세 이상의 집단에서 교합면 마모도가 큰 것으로 나타났다($p < 0.05$).
4. Cervical Abfraction의 심도와 교합면 마모도는 상관 관계가 있었다($p < 0.05$).
5. Cervical Abfraction의 심도와 연령과의 사이에 상관 관계가 있었다($p < 0.05$).

이상에서 Occlusal Stress가 Cervical Abfraction의 원인 인자로 작용할 수 있음을 알 수 있었다. 그러나, 인장 응력과 Cervical Abfraction의 관계를 명확히 규명할 수 없었다.

참고문헌

1. Asher C, Read MJF. : Early enamel erosion in children associated with the excessive consumption of citric acid. Br Dent j, 162 : 384-7, 1987.
2. Bergstrom J, Eliasson S. : Cervical abrasion in relation to toothbrush and periodontal health Scand J Dent Res, 96 : 405-11, 1988.
3. Bergstrom J, and Lavstedt S. : An epidemiologic approach to toothbrushing and dental abrasion. Community Dent Oral Epidemiol 7 : 57, 1979.
4. Bernard G. N. Smith : Tooth wear : Aetiology and Diagnosis. Dental update 204-212:1989
5. Bevenius J, L' Estrange P, Angma-Mansson B. : Erosion : guideline the general practitioner. Aust Dent J, 33 : 407-11, 1988.
6. Brady J. M., Woody R. D. : Scanning microscopy of cervical erosion J Am Dent Assoc 94 : 726, 1977.
7. Braem M., Lambrechts P., and Vanherie G. : Stress-induced cervical lesions J Prosthet Dent 67 : 718-722, 1992.
8. Browne R, and Rodriguez M. : Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials, J Am Dent Assoc 64 : 378, 1962.
9. Crig R, Peyton K, and Johnson D. : Compression properties of enamel, dental cements and gold. J Dent Res 40 : 936, 1961.
10. Dalitz GD. : Age determination of adult human remains by teeth examination. J Forensic Sci Soc 3 : 11-21: 1962
11. Elsbury WB. : Hydrogen-ion concentration and acid erosion of the teeth. Br Dent J 93 : 177, 1952.
12. Ericsson Y. : Investigation on the occurrence and significance of citric acid in the saliva. J Dent Res. 32 : 850, 1953.
13. Fuller JL, Johnson WW. : Citric acid consumption and the human dentition. J Am Dent Assoc. 95 : 80, 1997.
14. Giunta JL. : Dental erosion resulting from chewable vitamin C. J Am Dent Assoc, 107 : 253-6, 1983.
15. Goel V. K., Khera S.C., Ratson J. L., Chang K. H. : Stresses at the dentoenamel junction of human teeth—a finite element investigation. J

- Prosthet Dent 66 : 451-459, 1991.
16. Gortner RA, and Restarsky JS. : Factors influencing the destructive effects of aci-dic beverages on the teeth of white rats and hamsters. Arch Biochem 8 : 45,1945.
 17. Graf H., Zander H. : Toothcontact patte-rns in mastication. J Prostho Dent 13 : 1055, 1963.
 18. Grippo J. O., M. Simring : Dental 'Erosion' revisited. J Am Dent Asso 126 : 619-629, 1995.
 19. Grippo J. O., Masi J. V. : Role of biodental engineering factors(BEF) in the etiology of root caries. J Esthet Dent 3 : 71-76, 1991.
 20. Grippo J. O. : Abfraction : A new classifi-cation of hard tissue lesions of teeth. J Esthet Dent 1 : 14-19, 1991.
 21. Grippo J. O. : Noncarious Cervical Le-sions : The Decision to ignore or restore. J Esthe Dent. 4 : 55-64, 1992.
 22. Gutafson G. : Age determination on teeth. J Am Dent Assoc 41 : 45-54 ; 1950
 23. Hard J. S., R. J. Hunt : The prevalence and treatment implications of cevical abrasion in the elderly. Gerodontics 2 : 167-170; 1986.
 24. Hellstrom I. : Oral complications in ano-rexia nervosa. Scad J Dent, 85 : 71-86, 1977.
 25. Heymann H. O. et al : Examming tooth flexure effects. J Am Dent Assoc 122 : 41-47, 1991.
 26. Hollinger JO, and Moore EM. : Hard tis-sur loss at the cementoenamel junction : A clinical study. J NJ Dent Assoc, Fall 1979, p27.
 27. Johnson G. : Age determination from human teeth. Odont Revy 21 : 1 ; 1971
 28. Johnsson A., Kiliardis S. : Covariation of some factors associated with occlusal tooth were in a selected high-wear sample. Scad J Dent Res 101 : 398-406, 1993.
 29. Jones RRH, Cleaton-Jones P. : Depth and area of dental erosion and dental caries in bulimic women. J Dent Res, 68 : 1275-8, 1989.
 30. Larsen MJ. : Degrees of saturation with respect to apatities in fruit juices and aci-dic drinks. Scand J Dent Res 83 : 13, 1975.
 31. Lee W. C. Eakel W. S. : Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesion of teeth. J Prosthet Dent 53 : 374-379, 1984.
 32. Lehman M. L., Meyer M. L. : Relationship of dental caries and stress concentrations in teeth as revealed by photoelastic tests. J Dent Res 45 : 1706-1714, 1996.
 33. Linkosalo E, Markkanen H. : Dental ero-sions in relation to lactovegetarian diet. Scan J Dent Res, 93 : 436-41, 1985.
 34. M. Braem, P. Lambrechts. : Stress=indu-ced cervical lesions. J Prosthe Dent, 67 : 718-22, 1992.
 35. Mair L.H. : Wear in dentistry-current ter-minology. J. Dent 20 : 140-144 ; 1992
 36. Mannerberg F. : Salivary factors in cases of erosion. Odont Revy 14 : 156, 1963.
 37. McClure FJ, and Ruzicka SJ. : The dest-ructive effect of citrate vs. lactate ions on rats' molar tooth surfaces, in vitro. J Dent Res 25 : 1, 1946.
 38. Meister K., Braun R. I., and Gerstein H. : Endodontic involvement resulting from dental abrasion or erosion. J Am Dent As-soc 101 : 651-653, 1980.
 39. Ott RW, Proschel P. : Zur Atiologie des keilformigen Defekets.
 40. Philips RW. : Skinner's Science of Dental Materials, ed 7. Pliladelphia, 1973, W. B. Saunders Co., pp49-151.
 41. Powers, J. M., Craing, G., Ludema K. G. : Frictional behavior and surface failure of human enamel. J Dent Res 52 : 1327, 1973.
 42. Radentz WH, Barne GP, and Cutright DE. A survey of factors possible associated with

- cervical abrasion of tooth surfaces. *J Periodontol* 47 : 148, 1976.
43. Rost T, Brodie AG. : Possible etiologic factors in dental erosion. *J Dent Res* 40 : 385, 1961.
 44. Rytomaa I, Meurman JH, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, Turunen R. : In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. *Scan J Dent Res*, 96 : 324-33, 1988.
 45. Sangnes G, Gjermo P. : Prevalence of oral soft and hard tissue lesion related to mechanical toothcleansing procedures. *Community Dent Epidemiol*, 4 : 77-83.
 46. Saxion C. A., and Cowell C. R. : Clinical investigation of the effects of dentifrices on dentin wear at the cemento-enamel junction. *J Am Dent Assoc* 102 : 38-143, 1981.
 47. Schulman E, and Robinson HBG. : Salivary citrate content and erosion of teeth. *J Dent Res* 27 : 541, 1948.
 48. Selna LG, Shillingburg HT, and Kerr PA. : Finite element analysis of dental structures - Axisymmetric and plane stress idealizations. *J Biomed Mater Res* 9 : 237, 1975.
 49. Smith AJ, Shaw L. : Baby fruit juices and tooth erosion. *Br Dent*, 162 : 65-7, 1987.
 50. Sognnaces R. F., Wolcott R. B., and Xhonga F. A. : Erosion-like patterns occurring in association with other dental conditions. *J Am Dent Assoc* 84 : 571, 1972.
 51. Stafne EC, and Lovrestedt SA. : Dissolution of tooth substance by lemon juice, acid beverages and acids from some other sources. *J Am Dent Assoc* 34 : 586, 1947.
 52. Sullivan RE, Kramer WS. : Iatrogenic erosion of teeth. *J Dent for child* 50 : 192-6, 1983.
 53. Svinnsseth PN, Gjerdet NR, Lie T. : Abrasivity of toothpastes - a in vitro study of toothpaste marketed in Norway. *Acta Odontol Scand*, 45 : 195-11202, 1987.
 54. Takei T. : The use of attrition in age determination. *Jph J Leg Med* 24 : 4-17; 1970.
 55. Thresher RW, and Saito GE. : The stress analysis of human teeth. *J Biomech* 6 : 443, 1973.
 56. Xhonga F. A., Wolcott R., B., and Sognnaces R. F. : Clinical measurements of dental erosion progress. *J Am Dent Assoc* 84 : 577, 1972.
 57. Xhonga F. A., and Sognnaces R. F. : Dental erosion : Progress of erosion measured clinically after various fluoride applications. *J Am Dent Assoc* 87 : 1223, 1973.
 58. Xhonga F. A., and Van Herle a. : The influence of hyperthyroidism on dental erosions. *Oral Surg* 36 : 349, 1973.
 59. Xhonga F. A., : Bruxism and its effect on the teeth. *J Oral Rehabil* 4 : 64, 1977.
 60. Yettram AL, Wright KWJ, and Pickard HM. : Finite element stress analysis of the crowns of normal and restored teeth. *J Dent Res* 55 : 1004, 1976.
 61. Zipkin I, McClure FJ. : Salivary citrate and dental erosion. *J Dent Res*, 28 : 613, 1949.

=Abstract =

THE EFFECT OF OCCLUSAL STRESS ON CERVICAL ABFRACTION

Kim Ho-Joong, D.D.S., Chung Moon-Kyu, D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

In order to epidemiologically verify the tensile that cervical abfraction is developed from the tensile stress during lateral excursion, comparisons between the experimental group with cervical abfraction and the control group without cervical abfraction was made by examining the occlusal wear and patterns from the dental cast.

1. The degree of occlusal wear in the experimental group with cervical abfraction was higher than that of control group without cervical abfraction.($p<0.05$)
2. No significant difference in the occlusal wear pattern was found between the experimental group and the control group.
3. Higher degree of occlusal wear was found in the age group of above 40 than that of below 40.($p<0.05$)
4. There was a correlation between the degree of occlusal wear and the degree of cervical abfraction.($p<0.05$)
5. There was a correlation between the age and the degree of cervical abfraction.($p<0.05$)

It can be concluded that occlusal stress is the etiologic factor of cervical abfraction, but no clear distinction was made between the relationship of tensile stress and cervical abfraction.

Key words : Cervical Abfraction, Occlusal Stress, Occlusal Wear, Occlusal Wear Pattern, Age