

투고일 : 2017. 4. 7

심사일 : 2017. 4. 13

게재확정일 : 2017. 4. 14

치아마모측정에 대한 임상적 접근

서울대학교 치의학대학원 구강해부학교실
이 승 표

ABSTRACT

Clinical considerations for tooth wear measurement

Department of Oral Anatomy, School of Dentistry, Seoul National University
Seung-Pyo Lee

Nowadays, there has been an increasing interest in the preservation of natural dentition and the proper occlusion related to tooth wear for quality of life. Tooth wear means the loss of tooth enamel structure. This is happened by many causes which is the combined effects of many mechanisms. For keeping proper occlusion, dentists should check tooth wear status with acceptable methods and tools for the proper diagnosis. Until now, there have been many traditional qualitative ways to measure tooth wear which are intuitive, rapid, and simple. On the contrast, they are not objective nor reproducible. With the development of related technique, new quantitative methods using CAD and 3d scanners. This article aimed to introduce qualitative and quantitative methods for tooth wear measurements.

Key words : tooth wear, clinical measurement

Corresponding Author

Seung-Pyo Lee, DDS, MSD, PhD

Professor, Department of Oral Anatomy, School of Dentistry, Seoul National University

e-mail : orana9@snu.ac.kr

I. 서론

치아마모는 마모(abrasion), 침식(erosion), 교모(attrition) 등에 의해 주로 발생하는 치질의 손실을 말한다. 마모는 치아표면과 외부물질 간의 마찰에 의해 일어나는 것이며, 침식은 바이오필름이 없는 상

태의 치아표면이 섭취한 음식물에서 발생하는 산에 의해 녹는 것을 의미한다²⁾. 교모는 상악과 하악의 치아와 서로 맞닿아 일어나는 마찰에 의해 치질이 깎여 나가는 것으로 절단면과 교합면에서 주로 관찰되며 또한 나이가 들며, 치아 간 인접면에서도 발생하여 치아의 근, 원심 폭이 줄어들게 된다. 치아 마모는 이와 같이

물리적, 화학적 요소들이 복합적으로 작용하여 일어나게 되며, 잔존치아 수, 이갈이 습관, 타액 분비량 등의 다양한 요소들이 영향을 미치므로 정확한 원인을 파악하는데 어려움이 있다. 하지만 마모가 일어난 상태가 생리적 발생 수준을 넘어 병적 상태에 이르게 되면 이로 인한 다양한 문제가 발생하므로 정확히 마모 상태를 파악하는 것은 효과적인 수복 및 보철치료를 위해 임상에서 우선적으로 고려되어야 할 필수요소이다. 또한 일례로 환자의 나이 대에 보여 지는 일반적 마모도를 초과하거나 최근 급격히 마모 발생이 일어난다면 환자에게 이러한 상황을 알리고 마모를 유발하는 원인을 찾아 제거해 주는 치료법이 시행되어야 한다. 결국 정확한 마모 상태의 진단과 나이별 평균 마모도에 대한 지식이 정확한 진단과 치료를 위해 필수적인 부분이 될 것이다.

과거 1984년 Smith와 Knight가 개발한 tooth wear index(TWI)는 대표적인 정성적(qualitative) 치아마모 평가 방법으로 사용되었다³⁾. 이 방법은 추가 장비를 사용하지 않고 임상적 관찰을 통해 결과를 얻을 수 있으며 직관적이고 이해하기 쉽다는 장점이 있다. 따라서 임상에서 쉽게 적용할 수 있고 대규모 집단조사에서 이용되어 왔다. 하지만 관찰자의 주관적인 판단에 의존하기 때문에 관찰자의 숙련도에 크게 의존하고 관찰자별 차이가 발생하며, index 이해의 차이가 있을 수 있어 결과물을 관찰자별, 기관별 심지어는 국가별로 비교 분석하기에는 신뢰성이 떨어지는 단점이 있다. 이에 관해서는 최근 6개월간의 치아 마모 변화를 TWI, tool maker microscope, 3D measuring technique으로 추적 비교한 바 있다. 이 연구에서 정확도는 tool maker microscope, 3D measuring technique, TWI 순으로 입증되어 정성분석법의 한계를 확인한 바 있다⁴⁾.

이미 십여 년 전부터 국내에서도 3D scanner와 3D 재구성법 기반 소프트웨어가 적극적으로 사용되고 있다. 이는 공학 분야에서 처음 사용되기 시작하여 의료분야 특히, 치과분야에서 활발히 응용되고 있다. 대

표적으로 CAD-CAM(Computer-aided design and computer-aided manufacturing) 기술은 3D scanner의 개발과 함께 치과 치료의 획기적인 발전을 도모하였고, 수요 또한 증가하고 있는 추세이다. 또한 새로운 방식의 정량 분석법 개발의 필요성이 대두되고 있음에 따라 최근에 3D scanner와 3D 재구성법 기반 소프트웨어를 이용한 치과분야 연구는 활발히 시행되고 있고 이로 인해 개발된 치아 마모의 정량적 측정법에 대한 몇몇 연구는 계속되고 있다.

이에 저자는 전통적으로 사용되어왔던 정성마모측정법에서 부터 최근까지 개발되어 사용되기 시작한 CAD-CAM 활용한 정량마모측정법까지 임상에서도 도움이 될 수 있는 측정법을 소개하고자 한다.

II. 정성적 지표와 정량적 지표를 이용한 마모측정법

1. 정성적 지표를 이용한 마모측정법³⁾

대표적으로 앞서 소개한 Smith와 Knight의 TWI를 들 수 있다. 이 방법은 과도하게 수복된 치아나 탈락치를 제외한 치아를 대상으로 치경면, 헐/순측면, 설/구개면, 교합/절단면에 해당하는 네 부분으로 분류하였다. 따라서 제3대구치를 포함한 32개 치아의 4면을 대상으로 하는 총 128면을 대상으로 점수를 매겼다. 관찰자는 육안으로 치아를 관찰하여 아래와 같은 기준으로 마모량에 따라 각 치면 당 0에서 4점까지 평가하여 기록하였다.

저자들은 이 지표가 매우 직관적이어서 측정이 5분 이내에 이루어질 수 있다고 소개하였으며 이 지표를 위한 전용 기록지를 만들거나 컴퓨터를 이용한 자료 형성을 권고하였다. 또한 각 연령대에 해당하는 정상 범위를 제시하여 만약 환자가 이 범위를 벗어나는 경우 병적 상태에 있는 것으로 간주할 수 있다고 주장하였다.

임상가를 위한 특집 2

Table 1. The tooth wear index(TWI)

Score	Surface	Criterion
0	B/L/O/I	No loss of enamel surface characteristics
	C	No change of contour
1	B/L/O/I	Loss of enamel surface characteristics
	C	Minimal loss of contour
2	B/L/O	Loss of enamel exposing dentine for less than one-third of the surface
	I	Loss of enamel just exposing dentine
	C	Defect less than 1mm deep
3	B/L/O	Loss of enamel exposing dentine for more than one-third of the surface
	I	Loss of enamel and substantial loss of dentine, but not exposing pulp or secondary dentine.
	C	Defect 1-2mm deep
4	B/L/O	Complete loss of enamel, or pulp exposure, or exposure of secondary dentine
	I	Pulp exposure or exposure of secondary dentine
	C	Defect more than 2mm deep, or pulp exposure or exposure of secondary dentine

B: buccal of labial surface, L: lingual or palatal surface, O: occlusal surface
 I: incisal surface, C: cervical surface

Table 2. Acceptable levels of tooth wear in the 36-45year age-group

Upper teeth																
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	C
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	O/I
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	L
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	L
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	O/I
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B
1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	C
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	
Lower teeth																

Table 3. Acceptable levels of tooth wear of the upper cervical surfaces

Upper teeth: cervical surfaces																
Age-group(year)	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
≤25	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
26-35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36-45	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1
46-55	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
56-65	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
≥66	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1

이 지표는 간결하고 직관적이기 때문에 널리 이용되기는 하였지만 이 후 많은 연구자들이 자신의 연구 목적에 맞는 변형된 다양한 지표들을 계속 발표하였다. 또한 이 지표들에 대한 타당성도 함께 제시되어 왔다. 하지만 각 지표들 사이의 호환이 어렵고 또한 범용성이 떨어지는 단점이 있어왔다.

2. 정량적 지표를 이용한 마모측정법

1) 부피를 이용한 마모측정법⁵⁾

저작재현장치를 사용하여 특정 재료 혹은 치아의 마모를 시행하고 마모량을 측정하는 방식이다. 장치에는 측정하고자 하는 재료와 대합치에 해당하는 시료를 장착하게 된다. 이 장치를 사용함으로써 짧게는 1개월에서 길게는 수년의 구강 내 마모 상황을 재현할 수 있다. 또한 스프레이로 수분을 공급함으로써 구강 내 환경 모방도 어느 정도 가능하다. 마모 진행 후 결과물들은 다양한 방법으로 측정을 진행하게 된다. 과거에는 laser digitizer를 사용하기도 하였으며 최근에는 3D 스캐너가 널리 이용되고 있다. 기본적인 분석법은 CAD software를 사용하여 실험 전, 후 모형을 중첩하고 마모된 양을 측정하는 것이다. 이를 통해 다양한 재료의 특성을 비교 분석할 수 있으며 조건을 잘 설정한다면 형태에 따른 마모 변화를 추적할 수도 있다. 하지만 장치 특성상 작은 외부 조건 변화에도 결과 오차

가 발생하게 되어 세심한 설정과 조작이 필요하다.

2) 각도 및 거리를 이용한 마모측정법⁶⁾

본 저자는 3D 가상모형을 이용하여 각도 및 거리 등의 지표를 개발하고 평가하여 보았다. 우선 상, 하악 제1대구치를 대상으로 지표를 작성하였으며, 그 중 상악 제1대구치의 예를 소개하고자 한다. CAD 전용 software를 이용하여 상악 제1대구치의 가상 모형을 제작하였다. 3D 가상모형에서 측정 및 분석을 위해 software의 자동표지기능을 이용하여 근심협측교두, 원심협측교두, 근심설측교두, 원심설측교두에서 가장 높은 점을 기준점으로 설정하고 교합면의 중앙부위(중심소와)에서 가장 낮은 점을 추출하였다.

- 교두간 각도를 이용한 마모측정법

각 교두의 기준점을 기준으로 근심협측교두와 원심협측교두 사이의 각도를 측정하고 근심설측교두와 원심설측교두 사이의 각도를 측정하였다.

- 가상평면과 중심소와 간의 거리를 이용한 마모측정법

발육이 미비한 원심설측 교두를 제외하고, 근심협측교두, 원심협측교두, 근심설측교두의 기준점을 기준으로 가상평면을 설정하여 중심소와의 가장 낮은 점까지의 거리를 측정하였다.

다양한 측정 지표 중에서 결론적으로 가장 의미 있

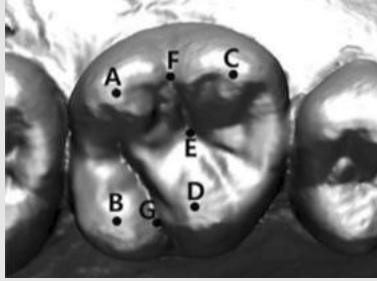


Fig. 1. Reference points and measurement parameters of maxillary first molar.
 A: MBCP (mesiobuccal cusp point) : The highest point of mesiobuccal cusp
 B: MLCP (mesiolingual cusp point) : The highest point of mesiolingual cusp
 C: DBCP (distobuccal cusp point) : The highest point of distobuccal cusp
 D: DLCP (distolingual cusp point) : The highest point of distolingual cusp
 E: CPP (central pit point) : The deepest point of central pit
 F: BLP (buccal lowest point) : The lowest point on the outline of connecting buccal cusps
 G: LLP (lingual lowest point) : The lowest point on the outline of connecting lingual cusps

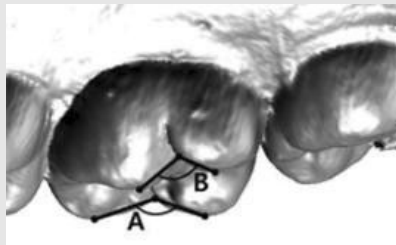


Fig. 2. A: Buccal cusps angle, B: Lingual cusps angle

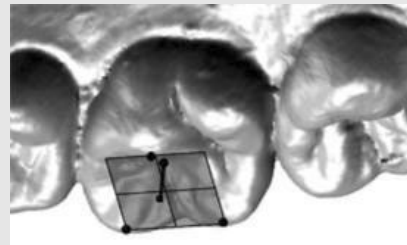


Fig. 3. Buccal cusps plane height

는 것은 Fig. 3에서 제안된 내용이였다. 즉 교두 최고 점들을 이용하여 평면을 만들고 여기에서 중심소와까지의 수직거리를 측정한 값이였다. 중심소와가 사용된 이유는 마모가 발생하는 교두와는 달리 소와의 가장 깊은 점의 경우 교두와의 접촉이 없어 마모 발생으로부터 비교적 자유로울 것으로 예측하였기 때문이다. 하지만 음식물과의 접촉을 배제하기 어렵다는 한계는 남아있다.

3) 마모측정과 관련된 기타 사항

저작재현장치를 이용한 연구 중 무게를 지표로 사용한 연구도 있었다. 저작재현 실험 후 각 시편의 무게를 측정하여 감소한 양을 비교한 것²⁾이었으며 이 역시 실험 및 측정과정에서 구강환경을 완벽히 재현하기 어렵고 무게 변화에 작용할 수 있는 변수 통제가 불가능하다는 제한이 있다.

정량분석에서 가장 먼저 고려되는 지표인 깊이, 면적, 부피에 대해서 만약 동일한 환경에서 시간의 경과에 따른 종단연구가 이루어진다면 부피가 가장 적절한 지표로 기능할 것이라는 주장이 있다⁹⁾. 하지만 이러한 종단연구는 동일한 대상에 대하여 마모량을 추적할 수 있는 정도의 장기간 연구가 이루어질 때 가능하며, 연구시작 단계에서부터 모든 대상에 동일한 기준이 적용된 참고점, 참고선, 참고면이 일정하게 설정되어야한다. 이를 통해 표면일치알고리즘(surface matching algorithm)을 적용할 수 있고 분석할 수 있다.

교두 높이 변화를 측정하기 위해 0.1mm 간격으로 calibration된 표준모형을 만들고 관찰하고자 하는 수복물 간과의 교두 수직 높이를 비교하는 방법도 고안되었다¹⁰⁾. 이는 높이를 이용한 비교적 정확한 정량 분석이 가능하지만 측정 시 관찰자에 의한 측정위치나 방향에 대한 오류가 존재하고 있으며 관찰자 간, 시간

에 따른 연구의 한계점을 갖고 있다.

이러한 한계들을 보완하기 위해 앞서 언급한 각도 및 거리를 이용한 마모 측정지표가 개발되었고 측정지표로서 재현성과 정확도가 뛰어난 정량적인 마모 측정법에 활용되기에 적합한 지표임이 검증되었다⁶⁾. 이를 통해 지속적으로 마모량이 측정되고 기록이 유지된다면 시간에 따른 축적된 데이터를 통해 종단연구가 가능하고, 연령에 따른 치아 마모 기준을 제시하여 마모 예측 알고리즘 형성에 기여할 것으로 예상된다.

III. 고찰

치아마모는 치질이 치아 혹은 다른 물질과 만나 일어나는 마찰에 의한 생리적 현상으로 어린아이의 유치에서부터 성인의 영구치에 이르기까지 다양한 연령층에서 관찰 된다. 이러한 법랑질 손실은 연령 증가에 따라 양이 증가하며 치아의 기능이 다할 때 까지 평생 계속된다. 게다가 상아질이 노출될 경우, 마모 속도는 급격히 증가하며, 적절한 수복 및 보철치료가 이루어지지 않은 노인의 구강에서 상대적으로 더 큰 치아 마모가 발견 된다⁷⁾.

수복치료를 받은 치아는 재료의 성질에 따라 대합치아 법랑질과 지속적 접촉 과정에서 치아 마모에 영향을 미친다. 이러한 특징에 따라 치아 마모연구는 다양한 접근방식으로 시행되었다. 그 예로 수복재료의 종류에 따른 치아 마모량의 차이를 비교하기 위한 연구⁸⁾, 정확한 치아 마모량을 평가하기 위한 측정법 개발 연구⁶⁾, 측정법의 정확도를 비교하는 연구⁴⁾ 등을 들 수 있다.

연구자들의 실험 목적에 맞는 다양한 마모 연구 방법이 계속 개발되고 검증되어 왔음에도 불구하고 아직까지 임상분야에서 효율성이 높고 정확성을 갖는 마모 측정지표 사용에 대해서는 논란이 남아있다. 본문에서 소개된 TWI가 장점이 많이 있으며 대규모 집단을 대상으로 하는 역학조사로 유용하게 활용될 수 있다는

장점이 있지만 개인 치과의원에서 초보자가 사용하기에는 한계점이 있다. 따라서 최근 각광받고 있으며 빠르게 사용자 증가가 일어나고 있는 치과용 CAD를 이용한 지표 및 분석법 개발이 시급한 상황이다. 이를 위해서는 두 가지 요소가 선결되어야 할 것이다.

첫 번째는 이해하기 쉬운 직관적이며, 간단한 정의로 구성되는 측정 지표이다. 이는 정성 분석법의 장점이기도 하며, 주 사용자인 치과의사들의 사용 편의성에 초점을 맞추어 software 내부 모듈 개발로 이어져야 할 것이다.

두 번째는 각 연령대에 해당하는 표준 마모 모형의 개발이다. 최근 유행하고 있는 big data 처리 및 인공지능 진단과도 밀접하게 연결되는 내용이 될 것이며, 과거에는 치아를 이용한 연령 감별에 응용되었던 내용이다. 이를 위해서는 대량의 치아 라이브러리가 구성되어야 하며 적절한 IT tool을 개발 적용할 수 있어야 한다.

이 두 가지 요소가 먼저 해결된다면 임상에서 보다 쉽고 효율적으로 치아 마모 측정이 가능할 것으로 예상된다.

IV. 결론

마모 측정법은 치아를 원래 형태로 보존하는 의미에서도 중요하지만 무엇보다 환자의 기능적 회복을 도모하기 위해 진단과정에서 필수적으로 시행돼야 할 것이다. 머지않은 미래에 진단과정에서 구강 내 스캐너와 CAD를 이용한 간단하고 효율적인 마모 측정법이 개발된다면 치아나 수복물의 지속적인 마모양상을 정확히 파악하고 축적된 데이터를 근거로 환자 개인에 알맞은 치료 계획을 수립할 수 있으며, 효과적인 치료성과를 기대할 수 있는 환자 맞춤형 치료방법 중 하나로 자리 잡아 임상 발전에 크게 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Smith BG: Toothwear: aetiology and diagnosis. Dent Update 1989;16: 204-212.
2. Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC, and Tansley GD: Wear of human enamel: a quantitative in vitro assessment. J Dent Res 1998;77: 1983-1990.
3. Smith BG, and Knight JK: An index for measuring the wear of teeth. Br Dent J 1984;156(12): 435-438.
4. Al-Omiri MK, Harb R, Hammad OAA, Lamey PJ, Lynch E and Clifford TJ: Quantification of tooth wear: conventional vs new method using toolmakers microscope and a three-dimensional measuring technique. journal of dentistry 2010;38(7), 560-568.
5. Kern M, Strub JR and Lu XY: Wear of composite resin veneering materials in a dual-axis chewing simulator. Journal of oral rehabilitation 1999;26(5), 372-378.
6. Lee SP, Nam SE, Lee YM, Park YS, Hayashi K and Lee JB: The development of quantitative methods using virtual models for the measurement of tooth wear. Clinical Anatomy 2012; 25(3), 347-358.
7. Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, and Vanherle G: Quantitative in vivo wear of human enamel. Journal of Dental Research 1989;68(12), 1752-1754.
8. Etman, Maged K, Mark Woolford, and Stephen Dunne: Quantitative measurement of tooth and ceramic wear: in vivo study. International Journal of Prosthodontics 2008;21(3): 245
9. DeLong R: Intra-oral restorative materials wear: rethinking the current approaches: how to measure wear. Dental Materials 2006; 22(8), 702-711.
10. Leinfelder KF, Taylor DF, Barkmeier WW, and Goldberg AJ: Quantitative wear measurement of posterior composite resins. Dent Mater 1986;2(5): 198-201.