

가상치과모형을 이용한 한국인 상악제이대구치 마모도의 정량적 분석

김수현, 김원희, 박영석, 이승표*

서울대학교 치의학대학원 구강해부학교실

접수: 2015년 12월 1일 / 수정접수: 2015년 12월 8일 / 게재 승인: 2015년 12월 9일 / 출간: 2015년 12월 31일

중심어: 가상치과모형, 한국인, 치아 마모도, 정량분석

서 론

치아마모(tooth wear)는 사람이 살아가며 피할 수 없는 노화과정의 일부이다. 일반적으로 받아들여지는 치아마모의 과정은 크게 마모(abrasion), 침식(erosion), 교모(attrition) 등으로 알려져 있다. 마모는 치아 표면에 가해진 외부 물질과 치아와의 마찰에 의해 일어나는 것으로 음식물이 대표적인 외부 물질이며 칫솔질 혹은 씹는 담배 등에 의해서도 마모가 일어난다. 침식은 바이오필름을 제외하고 일상 생활에서 섭취하는 음식물에 나오는 산에 의하여 치아 표면이 녹는 것을 의미한다^{1, 2)}. 교모는 음식 섭취와 관계없이 치아와 치아 사이 마찰에 의해 일어나는 것으로 주로 절단면과 교합면에서 일어나며 인접면에서도 발생한다. 치아마모는 매우 복합적 원인에 의하여 나타나는 현상으로 위와 같은 세 가지 원인 이외에도 치아의 화학조성이나 식생활 습관, 전신적 및 구강 건강

상태, 저작 습관 및 거주지 주변 환경 등의 원인이 있다. 따라서 치아마모의 원인을 확인하는 것은 다양한 상황을 고려하여 종합적으로 판단을 내려야 하며 이미 마모가 일어난 상황에서는 마모 정도를 정확히 진단하고 병적 상태인 경우 더 이상 마모가 진행되지 않도록 처치하는 것이 필요하다.

전신 건강을 위한 구강 건강 유지는 필수적이다. 경제 발전, 의료 수준 향상 및 생활 환경 개선 등으로 한국인의 평균 수명은 급격히 늘어나고 있으며 건전한 치아 건강 유지와 교합 상태 관리는 심미적으로도 중요한 의미를 가진다. 따라서 보다 행복한 삶을 위해서도 검진 도중 비정상적 마모 치아를 발견한다면 적절한 수복 치료와 상태가 악화되지 않도록 지속적 관리를 위한 대비책을 세워야만 한다³⁾.

이를 위해서는 정상적이라는 판단의 근거를 가져야만 한다. 10대 젊은이와 70대 노인의 치아마모 정도가 같을 수는 없다. 하지만 노인이라고 해서 과도한 치아마모 상태를 정상이라 할 수도 없다. 이러한 진단은 임상적 들이 관찰에 의한 정성 검사법을 주로 사용한다. 임상가들마다 자신들의 목적에 맞는 다양한 치아마모지표들이 개발되어

* 교신저자 : 이승표

서울시 종로구 연건동 28

서울대학교 치의학대학원 구강해부학교실 110-768,

Tel : +82-2-740-8671, E-mail : orana@snu.ac.kr

검증되어 왔으며⁴⁻⁷⁾ Smith와 Knight (1984)의 tooth wear index가 대표적인 지표로 사용된다. 하지만 이 방법들은 관찰자의 판단에 의존하기 때문에 주관적이며 상황에 따라 점수의 변동이 있을 수밖에 없다. 따라서 관찰자 내 혹은 같은 연구에서의 관찰자 간 오차는 적을 수 있지만 완전히 다른 연구에서는 높은 오차 가능성이 있을 수밖에 없다.

이러한 단점을 해결하기 위해 가상치과모형을 이용한 정량분석법을 사용하게 되었다. 한번 만들어진 가상치과모형은 인터넷을 통하여 전 세계 어디로도 실시간 전송이 가능하며 모형에 계측점이 인기되면 어떤 측정자가 측정을 하더라도 동일한 측정값을 구할 수 있다⁹⁻¹¹⁾. 그리고 마모도 측정을 위하여 가상치과모형에서만 가능한 가상벡터, 가상평면 등의 형성이 자유로우며 복잡한 수학적 계산도 가능하다¹²⁾. 본 교실에서는 이미 이러한 방법을 이용한 치아마모도 정량 분석 지표 개발¹³⁾ 및 검증¹⁴⁻¹⁵⁾을 시행한 바 있다. 하지만 상악제이대구치에 대한 연구만 있었을 뿐 상악제이대구치에 대한 연구는 이루어지지 않아 본 연구를 시행하여 상악제이대구치의 마모도를 확인해 보고자 하였다.

이대구치가 완전히 맹출하였으며 마모가 거의 일어나지 않은 모형을 선택하여 측정 항목의 효율성 확인에 도움이 되도록 하였다.

10대의 모형은 1995년에서 2003년 사이에 경기도 연천군 지역 초등학교 대상으로 구강 검진을 위해 제작한 악궁 모형을 사용하였고, 30대와 50대 모형은 2008년과 2009년에 서울대학교 치과병원 보철과 및 서울 지역의 개인 치과에 보철 치료를 위해 내원한 환자를 대상으로 제작한 모형을 사용하였다.

모형은 이전에 교정치료를 받은 적이 있거나 교합면 부위에 수복물이 있는 경우, 치아 전체에 보철물이 있는 경우를 제외한 건전한 상악제이대구치를 가진 모형을 선별하였고 교합면의 형태는 4교두형(평행사변형) 또는 3교두형(역삼각형 혹은 삼각형)이 모두 포함된 모형이 준비 되었다(그림. 1).

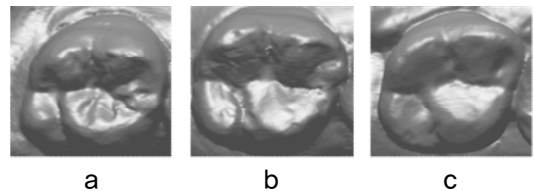


그림.1. 연령별 상악제이대구치 사진. a: 10대, b: 30대, c: 50대

재료 및 방법

1. 모형 선택

한국인 14세~59세 상악 모형을 남녀 구분 없이 총 90명의 모형을 사용하였다. 모형을 연령별로 각 30개씩 10대, 30대, 50대로 구분하여 3군으로 나누었다.

10대 30명(14 ± 0.0세), 30대 30명(33.77 ± 2.98세), 50대 30명(53.93 ± 2.84세)의 모형을 준비하였다. 10대의 나이는 모두 14세로 상악제

2. 측정 방법

Rapidform 2004 software (INUS Technology, Seoul, South Korea)를 이용하여 상악제이대구치에 표지점을 지정하고 각 점들을 이용하여 측정하였다.

자동표지기능을 이용하여 3개의 교두(근심협측교두, 원심협측교두, 근심설측교두)에서 가장 높은 점을 추출하고 교합면 중앙부위(중심소와)에서 가장 낮은 점을 추출하였다.

2.1. 상악제이대구치에서 얻은 표지점, 가상 교합평면(그림. 2)

DBCPC (distobuccal cusp point) : the highest point of distocuccal cusp

MBCPC (mesiobuccal cusp point) : the highest point of mesiobuccal cusp

MLCP (mesiolingual cusp point) : the highest point of mesiolingual cusp

CCP (central pit point) : the deepest point of central pit

BOP (buccal occlusal plane) : The plane consisted of MBCPC, MLCP and DBCPC

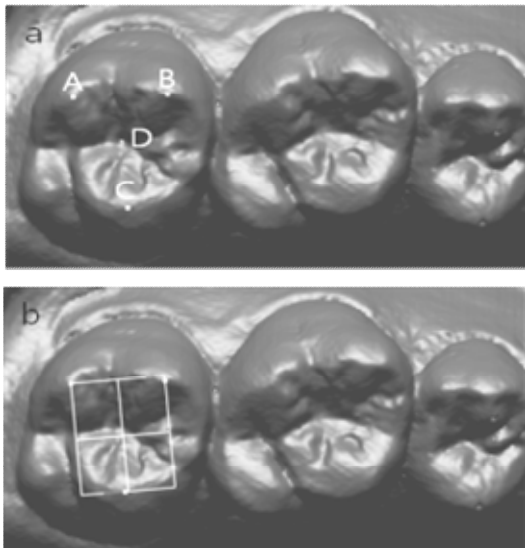


그림. 2. a: A: DBCPC(distobuccal cusp point), B: MBCPC(mesiobuccal cusp point), C: MLCP mesiolingual cusp point), D: CPP(central pit point), b: BOP(buccal occlusal plane)

2.2. 상악 제 2대구치에서 측정항목(그림. 3)

BCPH (buccal cusps plane height): The shortest distance from BOP to CPP

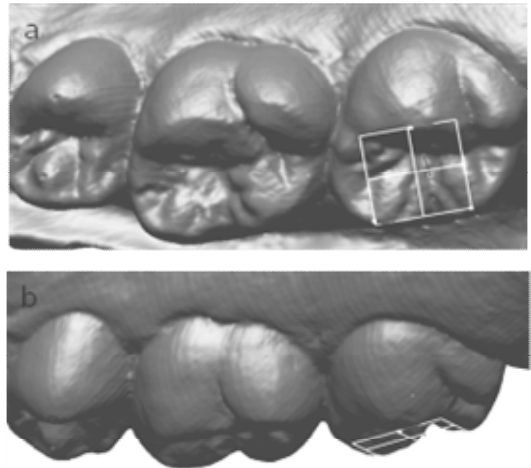


그림. 3. a: 교합면에서 본 Buccal cusps plane height b: 설측에서 본 Buccal cusps plane height

3개의 교두에서 추출한 가장 높은 3점을 이용하여 가상교합평면을 만들어 가장 낮은 점인 중심소와까지의 거리를 측정하였다. 세 교두정이 이루는 가상평면의 높이를 측정하여 그룹간 비교 하였다.

3. 통계 분석

모든 통계는 SPSS 11.5 (SPSS Inc, IL, USA)로 시행하였다.

3.1. 평균값 계산

각 항목에서 구해진 값들의 평균값(mean)과 표준편차(standard deviation, S.D.)을 구하였다.

3.2. 평균치 비교

분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 이용하여 연령 그룹 간 통계학적 유의성 여부를 검정하였다. 사후 검정은 Duncan 방법을 사용하였으며, 통계적 유의수준은 0.05를 기준으로 하였다.

결 과

각 나이 군에 따른 결과 값을 모두 표 1에 나타내었으며 평균과 표준편차도 구하였다. 통계결과 10대군은 30대군 및 50대군에 대하여 유의한 차이를 보였으나($P < 0.05$), 30대군과 50대군 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

표 1. BCPH (Buccal cusps plane height)의 군별 측정값(mm)

연령 군	10대	30대	50대
	2.50	2.81	2.15
	2.98	1.83	1.80
	1.85	2.49	2.09
	2.14	1.72	1.69
	1.99	2.22	1.57
	2.19	1.39	2.16
	1.85	1.81	1.96
	2.60	1.72	1.65
	2.39	2.61	2.03
	2.49	1.68	2.88
	1.83	2.02	0.82
	2.26	1.38	2.24
	2.54	1.45	2.31
	2.29	2.18	1.69
	2.26	2.12	2.08
	2.52	2.62	2.53
	2.63	2.03	1.77
	2.16	1.71	1.34
	2.29	1.15	1.74
	2.25	1.52	1.92
	1.94	2.31	2.51
	2.74	2.06	1.18
	2.43	1.73	1.59
	2.14	2.26	1.77
	1.93	1.76	1.23
	1.67	1.87	1.51
	2.27	1.52	1.24
	2.47	2.11	1.65
	2.11	2.11	2.09
	2.16	2.17	2.17
평균	2.26	1.94	1.85
표준편차	0.29	0.40	0.44

추가로 대략적인 상악제이대구치의 마모 속도를 확인하기 위해 BCPH의 변화량을 나이 변화량으로 나누어 백분율로 환산하였다. 즉 10대군과 30대군 사이의 마모 속도 계산은 $(30대군\ BCPH값 - 10대군\ BCPH값) / (30대군\ 평균\ 나이값 - 10대군\ 평균\ 나이값) * 100$ 으로 수행하였다. 그 결과 10대군과 30대군 사이 마모 속도는 $16.07\ \mu\text{m}/\text{yr}$ 이었고 30대군과 50대군 사이는 $4.93\ \mu\text{m}/\text{yr}$ 이었다.

총괄 및 고안

본 연구에서는 기존에 만들어진 상악제이대구치 마모도 검증 방법을 사용하여 한국인의 상악제이대구치의 마모도의 연령에 따른 변화를 확인하고 분석하였다.

치아마모는 임상가가 환자의 구강 상태를 진단하는 용도로 쓰일 뿐만 아니라 연구자들에게도 유용한 연구 도구이다. 환자가 나이에 비하여 과도한 마모도를 보이거나 혹은 편측으로 집중된 마모를 보이는 경우 비정상적 교합 상태를 의심할 수 있으며 식이 습관이나 다른 건강 이상을 확인해야 할 필요가 있다. 또한 연구자들은 체질인류학적으로 나이, 선호 음식 종류, 식이와 관련된 활동 등을 치아 마모를 통하여 추정하고 인종 간 비교 등을 시행할 수 있다. 또한 치아 마모는 유인원 등과의 비교해부학적 연구에도 빈번히 사용되고 있다.

이전 연구에서 저자들은 이번 연구와 동일한 방법과 측정항목 기준으로 상악제이대구치의 BCPH 값을 구하였다¹⁴⁾. 비록 동일한 모형 군을 사용하지 않아 연령의 정확한 비교를 하기는 어렵지만 대략적인 비교는 가능하다. 이번 연구에서 각 나이군의 평균 연령은 14.00세, 33.77세, 53.93세이었고, 상악제이대구치 BCPH의 평균값은 2.26 mm,

1.94 mm, 1.85 mm이었다. 한편 이전 연구에서 각 군의 평균 나이는 8.07세, 27.60세, 53.23세 이었으며 상악제일대구치 BCPH의 평균값은 2.41 mm, 2.13 mm, 1.87 mm이었다. 우선 3군만의 결과로 비교하여보면 비슷한 나이에서 비슷한 BCPH 값을 두 치아가 모두 보였다. 또한 1군과 2군의 경우에도 상악제일대구치가 상악제이대구치에 비해 약 6년이 어리기 때문에 더 큰 BCPH 값을 보이는 것이 당연하게 보인다. 하지만 연령대의 비교에서 상악제일대구치에 비해 상악제이대구치의 맹출 시기는 약 6년 뒤라는 점을 감안하여보면 상악제일대구치의 1군과 2군의 평균 나이와 상악제이대구치 1군과 2군의 나이는 거의 6년 차이를 보이고 있어 거의 같은 시기의 비교로 생각할 수 있으며 이에 따라 상악제이대구치의 BCPH 값이 약간 낮다고 생각할 수 있다.

두 치아의 마모 속도를 비교하기 위해 나이 변화에 따른 BCPH 값 차이를 %로 표시하였다. 상악제이대구치의 경우 1군과 2군 사이 마모 속도는 16.07 $\mu\text{m}/\text{yr}$ 이었고 2군과 3군 사이는 4.93 $\mu\text{m}/\text{yr}$ 이었으며, 상악제일대구치는 1군과 2군 사이 마모 속도는 14.34 $\mu\text{m}/\text{yr}$ 이었고 2군과 3군 사이는 10.14 $\mu\text{m}/\text{yr}$ 이었다. 따라서 나이가 들수록 상악제이대구치의 마모 속도가 현저히 적어지고 이는 상악제일대구치에 비해 치아의 형태가 더욱 잘 보존된다는 것을 의미 한다. Lembrechts 등의 보고에 의하면 동일인에서 4년간 추적 조사한 결과 대구치의 마모 속도는 약 29 $\mu\text{m}/\text{yr}$ 이었고 소구치의 마모 속도는 15 $\mu\text{m}/\text{yr}$ 이었다. 이와 비교한다면 이번 연구의 상악제이대구치 마모 속도는 오히려 소구치의 마모 속도와 비슷한 것으로 나온다. 하지만 연구법과 모형 선택의 차이 등에서 직접적 대응 비교는 어려워 보인다.

이러한 연구 결과는 상악제일대구치와 상악제이대구치의 마모 속도를 비교하였던 이전 연구와 일

치하였다. 비록 정성적 방법을 이용하여 분석하였지만 중국인¹⁶⁾, 호주 원주민¹⁷⁾, 앵글로 색슨 족¹⁸⁾, 고대 유럽인¹⁹⁾ 등을 대상으로 한 각 인종 별 연구에서 모두 상악제이대구치가 상악제일대구치에 비해 느린 마모 속도를 보였다. 이러한 차이를 보이는 이유는 우선 상악제이대구치의 맹출 시기는 상악제일대구치에 비해 약 6년 뒤이기 때문에 마모의 시작시기가 다르다는 차이가 있다. 상악제일대구치의 경우 상악제이대구치가 나오기 이전까지 단독으로 구치부의 갈기 역할을 수행하며 치아마모 양이 많아지나 상악제이대구치의 경우 상악제일대구치와 함께 구치부 역할을 수행하기 때문에 부담하는 저작의 양이 적어진다. 그리고 위치적으로나 교합면의 넓이 면에서도 상악제이대구치가 상악제일대구치에 비해 사용되는 양이 적다. 부가적으로 두 치아의 마모도를 비교한 연구들을 보면 수천년 전 샘플을 사용한 경우도 있었으며¹⁹⁾, 이 들에서는 제삼대구치가 정상적 치열 안에 포함되어 상악제일대구치, 상악제이대구치와 함께 저작을 담당한 경우들이었다. 따라서 상악제일대구치에 비해 상악제이대구치의 저작 부담이 더 적고 이는 상대적으로 느린 마모 속도로 이어졌을 것이라 추정된다.

최근 들어 치아마모 연구 접근 방식에 대한 새로운 고찰이 시도 되고 있다. 전통적으로 체질인류학자들은 고대인의 치아마모를 이용하여 성별, 연령 및 치아 크기와 같은 개인 정보 뿐만 아니라 문화적 특이성, 환경적 요인 및 거주지의 지역적 특성²⁰⁾까지도 분석하고 추정하고자 한다. 한 예로 동일한 지역에서 거주하였던 고대인과 현대인의 치아 마모를 비교하여 식이 습관의 변화, 주 식품 획득 방법²¹⁾ 등의 추정 근거로 사용하였으며 문명의 변화, 발전과도 연결지어 고찰하기도 하였다²⁸⁾. 하지만 Kaidonis 등이 주장한 바와 같이 임상가 들은 현대인들의 치아마모를 주로 수복물과 연관

지어 정상 교합관계 회복을 위해 사용한다. 과도한 치아마모는 병적 상태로 판단되어져 이를 회복하기 위해 적절한 수복치료를 시행하고 치아마모는 이러한 치료를 위한 진단 근거로 이용된다. 치아마모 원인의 고대인과 현대인 간 차이는 무엇보다도 음식물의 거칠기가 있을 것이다. 따라서 고대인에서는 거친 음식물 섭취로 인한 마모가 주 원인이었을 것이며 현대인은 치아마모의 절대량이 고대인에 비해 적을 뿐만 아니라 교무 및 탄산음료와 같은 음식물에 의한 침식이 치아마모에 큰 영향을 미쳤다. 비록 접근법에 있어서 차이는 있지만 두 관점 모두 정확히 계량화 된 방법과 항목이 필요하게 된다.

이미 서론에서 언급하였지만 치아마모 연구에 있어 정성 분석법의 단점을 극복하고자 본 교실에서는 디지털 가상 모형을 이용하여 정량적 계측 방법을 개발하고 유효성을 검증하였다. 다른 연구자들의 이전 연구에서도 깊이측정자와 같은 여러 기구를 사용하여 마모도의 정량적 계측을 시도하였으²³⁾, 모아레 패턴을 이용하거나²⁴⁾, 기준 모형을 이용하여 비교법으로 마모도를 측정하기도⁵⁾ 하였다. 하지만 이 역시 관찰자의 주관적 판단에 큰 영향을 받아 결과값의 오류 가능성이 높았다. 최근 들어 급속히 발전되고 있는 치과용 CAD/CAM은 아주 빠르게 대중화되고 있어 본 연구와 같은 정량적 기법의 사용이 보다 편해지고 있다. 따라서 본 연구의 결과는 앞으로 마모의 정량적 연구에 큰 도움이 될 것이라 판단된다. 다만 더욱 직관적이고 이해하기 쉬우며 각 교두별 마모도 분석이 가능한 계측항목의 개발의 필요성은 아직 남아 있으며 보다 많은 수의 샘플을 이용한 분석이 필요하다.

결론

한국인 상악제이대구치의 마모도를 확인해 보고자 가상치과모형을 이용하여 정량적으로 분석하였다. 측정항목은 BCPH 였으며 통계결과 10대군은 30대군 및 50대군에 대하여 유의한 차이를 보였으나($P < 0.05$), 30대군과 50대군 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 또한 10대군과 30대군 사이 마모 속도는 $16.07 \mu\text{m}/\text{yr}$ 이었고 30대군과 50대군 사이는 $4.93 \mu\text{m}/\text{yr}$ 이었다.

참고문헌

1. Smith BG: Toothwear: aetiology and diagnosis. Dent Update 16: 204-212, 1989.
2. Kaidonis JA, Ranjitkar S, Lekkas D, and Townsend GC: An anthropological perspective: another dimension to modern dental wear concepts. Int J Dent 2012: 1-6, 2012.
3. Bishop K, Kelleher M, Briggs P, and Joshi R: Wear now? An update on the etiology of tooth wear. Quintessence Int 28: 305-313, 1997.
4. Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC, and Tansley GD: Wear of human enamel: a quantitative in vitro assessment. J Dent Res 77: 1983-1990, 1998.
5. Leinfelder KF, Taylor DF, Barkmeier WW, and Goldberg AJ: Quantitative wear measurement of posterior composite resins. Dent Mater 2(5): 198-201, 1986.
6. Pigno MA, Hatch JP, Rodrigues-Garcia RC, Sakai S, and Rugh JD: Severity, distribution, and correlates of occlusal tooth wear in a sample of Mexican-American and European-American adults. Int J Prosthodont 14(1): 65-70, 2001.
7. Magne P, Gallucci GO, and Belser UC: Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. J Prosthet Dent 289(5): 453-461, 2003.
8. Smith BG, and Knight JK: An index for measuring the wear of teeth. Br Dent J 156(12): 435-438, 1984.
9. Brosky ME, Major RJ, DeLong R, and Hodges

- JS: Evaluation of dental arch reproduction using three-dimensional optical digitization. *J Prosthet Dent* 90(5): 434-440, 2003.
10. 이주훈, 장미숙, 백기석, 이승표 : 3차원 가상 치과모형 계측 값의 정확성 유효 검증. *대한해부학회지* 37(2): 209-218, 2004.
 11. DeLong R, Knorr S, Anderson GC, Hodges J, and Pintado MR: Accuracy of contacts calculated from 3D images of occlusal surfaces. *J Dent* 35 (6): 528-534, 2007.
 12. Fiorenza L, Benazzi S, Viola B, Kullmer O, and Schrenk F: Relationship between cusp size and occlusal wear pattern in Neanderthal and Homo sapiens first maxillary molars. *Anat Rec (Hoboken)* 294(3): 453-461, 2011.
 13. 하일, 박영석, 남신은, 이주훈, 이재봉, 이승표 : 한국인 상악 제일대구치 마모도 정량 분석 지표 개발. *대한치과기재학회지* 36(2): 157-166, 2009.
 14. 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. *Clin Anat* 25(3): 347-58, 2012.
 15. Lee SH, Nam SE, and Lee SP: Evaluation of the effectiveness of the new tooth wear measurement parameters. *Anat Cell Biol* 48(4): in press, 2015.
 16. Santini A, Land M, and Raab GM: The accuracy of simple ordinal scoring of tooth attrition in age assessment *Forensic. Sci Int* 48: 175-184, 1990.
 17. T. Murphy: The changing pattern of dentine exposure in human tooth attrition. *Am J Phys Anthropol* 17: 167-178, 1959.
 18. A.E.W. Miles: The dentition in the assessment of individual age in skeletal material. In D.R. Brothwell ted. *Dental Anthropology* 191-209, 1963.
 19. Erik Trinkaus, and Jiri voboda: *Early Modern Human Evolution in Central Europe*. Oxford University Press 183, 2006.
 20. Kaifu Y, Kasai K, Townsend GC, and Richards LC: Tooth wear and the "design" of the human dentition: a perspective from evolutionary medicine. *Am J Phys Anthropol* 37: 47-61, 2003.
 21. Hinton RJ: Form and patterning of anterior tooth wear among aboriginal human groups. *Am J Phys Anthropol* 54(4): 555-564, 1981.
 22. Watson JT: Changes in food processing and occlusal dental wear during the early agricultural period in northwest Mexico. *Am J Phys Anthropol* 135(1): 92-99, 2008.
 23. Tomenchuk J, and Mayhall JT: A correlation of tooth wear and age among modern Igloolik eskimos. *Am J Phys Anthropol* 51: 67-77, 1979.
 24. Mayhall JT, and Kageyama I: A new, three-dimensional method for determining tooth wear. *Am J Phys Anthropol* 103: 463-469, 1997.

ABSTRACT

Quantitative measurement of maxillary second molar wear using Korean virtual dental models

Su-Hyun Kim, Won-Hee Kim, Young-Seok Park, Seung-Pyo Lee*

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

Tooth wear is an ineluctable process with aging. Generally, tooth wear is composed of abrasion, erosion and attrition. Keeping sound occlusion is important factor for better quality of life. Virtual dental models are very effective tool for the research of tooth wear measurement. Therefore, this study aimed to measure maxillary second molar wear quantitatively.

Virtual dental models were constructed from 90 dental models (30 teenage, 30 thirty, 30 fifty). BCPH (buccal cusps plane height) was measured using software. Mean and standard deviation were calculated and analysis of variance was done for comparison between test groups.

There were statistical differences between teenage and other groups. And the wear rate was generally slower than maxillary first molar. It is presumed that the eruption order and tooth size factors are reflected to wear rate of maxillary second molar.

Keywords: virtual dental models, Korean, tooth wear, quantitative analysis