

수중 air-turbine 다이아몬드 버의 절삭 효과에 관한 실험적 연구

홍진선 · 여인성 · 김성훈 · 이재봉 · 한중석 · 양재호*

서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

연구 목적: 치과용 에어터빈에 장착하여 사용하는 다이아몬드 버는 치과 치료에서 치아 형성을 위한 필수적인 절삭용 회전 기구이다. 반복해서 사용되는 다이아몬드 버는 마모를 일으키게 되고 마모된 다이아몬드 버는 치아 형성시 열 발생, 절삭 효과 저하 등의 문제를 발생하게 된다. 본 연구의 목적은 자연치를 사용하여 coarse grit 다이아몬드 버의 절삭 효과를 비교하고자 하였다.

연구 재료 및 방법: 임상에 널리 사용되는 coarse grit 다이아몬드 버 4종류를 선정하였다: Komet (A사), Shofu (B사), Premier (C사), Mani (D사). 발거된 상악 중절치의 순면을 사용하였다. 100 g의 힘으로 6 mm 폭으로 10회 반복하여 실제 임상에서의 유사한 치아 형성을 하였다. 치아 형성을 하지 않은 coarse grit 다이아몬드 버를 대조군으로 하였고, 1개 (test 1), 2개 (test 2), 3개 (test 3), 그리고 4개 (test 4)의 치아 형성을 한 coarse grit 다이아몬드 버의 마모 양상을 공초점 레이저 주사 현미경으로 표면 거칠기 값을 다이아몬드 버의 첨부, 중간, 그리고 하단부 등의 3곳에서 측정하였고, 주사전자 현미경 (SEM)으로 표면 형태를 평가하였고, 표면 거칠기는 one-way ANOVA로 분석하였다.

결과: 공초점 레이저 주사 현미경으로 표면 거칠기를 측정하였다. A사의 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 대조군의 표면 거칠기 값 (Sa)은 52.98 μm 인데 비해, test 1은 48.32 μm , test 2는 46.79 μm , test 3은 45.06 μm , 그리고 test 4는 43.43 μm 을 보였다. B사 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 각각 50.68 μm , 45.62 μm , 44.41 μm , 44.10 μm , 그리고 42.46 μm 을, C사 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 58.02 μm , 55.53 μm , 52.22 μm , 48.26 μm , 그리고 45.36 μm 을, D사 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 50.11 μm , 46.73 μm , 45.46 μm , 42.58 μm , 그리고 41.80 μm 을 보였다. 치아 형성한 횟수에 따라 각 coarse grit 다이아몬드 버에서 표면 거칠기의 변화는 통계적으로 유의하였으나, 각 시스템별 유의성은 관찰되지 않았다. SEM으로 관찰시 대조군에 비해 test 4에서 coarse grit 다이아몬드 버 입자의 마모를 관찰할 수 있었다.

결론: 치아 형성에 따른 coarse grit 다이아몬드 버의 표면 거칠기 값 (Sa)을 비교한 결과 각 치아 형성마다 통계적으로 유의한 차이를 보여 버를 수회 사용시 표면 거칠기가 상당히 감소할 것으로 보인다. Coarse grit 다이아몬드 버의 사용에 따른 각 제조사별 차이를 비교한 결과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 제조사에 따른 다이아몬드 버의 차이는 발견되지 않았다. Coarse grit 다이아몬드 버의 표면 특성을 SEM으로 관찰한 결과, 대조군에 비해 test 4에서 다이아몬드 버 입자의 마모를 관찰할 수 있었다. (대한치과보철학회지 2011;49:1-7)

주요단어: 다이아몬드 버, 절삭 효과, 공초점 레이저 주사현미경, 주사전자현미경

서론

치과 치료에는 다양한 절삭기구가 사용되고 있으며, 그 중 대표적인 절삭 기구는 탄소강으로 제작된 카바이드 버 (carbide bur)와 다이아몬드 버 (diamond bur)가 있다. 여러 치과용 절삭기구 중에서 실리콘 카바이드 디스크 (silicon carbide disc) 등이 치아 삭제용으로 사용되었는데 이는 탄소강 버가 범람질 삭제에 비효율적이었기 때문이다. 다이아몬드 버는 1897년 독일 베를린 대학의 Willman과 Schroeder 등에 의해 처음 개발되었는데, 이 당시의 다이아몬드 버 제조 방법은 구리나 철의 단조 소재 (blank) 표면에 다이아몬드 입자를 망치로 두드려 넣는 방식이었다.¹ 다이아몬드 버는 제조 과정이 세계 제2차 대전을 거쳐 놀라운 기술적 진보를 이루어, 현재는 천연 또는 인공 다이아몬드 입자를 단조 소재에 전기적으로 응착시키는 방법으로 주로 만들어지며, 치과용 절삭 기구를 대표하게 되었다.²

치아 형성과정에서 절삭 속도, 즉 치질 제거 속도 (mm/s)는

일반적으로 술자와 핸드피스 (handpiece)에 의해 적용되는 부하, 기구의 종류와 디자인, 그리고 제거되는 치아 구조 및 수복물 재료 등에 의해 영향을 받는다.³

임상적으로 치아 형성시 적용되는 부하 수준은 버의 절삭 속도, 삭제되는 재료 및 치과 의사가 행하는 특정 술식 (gross preparation 또는 finish line preparation)에 따라 달라질 수 있다. 한편, 적용되는 압력을 증가시키면 치아 형성을 더 빨리 할 수 있지만, 불충분한 수주시 과잉의 열 발생 및 고속 회전용 절삭 기구의 경우 상대적으로 낮은 토크 (torque) 등으로 인해 제한 사항이 발생한다.³

치아 형성 과정은 치과 보철학 영역에서 필수적이며, 많은 핸드피스 시스템과 회전용 절삭 기구들이 시장에 판매되고 있다. 그러나, 여러 치과용 핸드피스 시스템 뿐만 아니라, 치과용 회전 절삭 기구의 시험 내구성과 절삭 효율을 측정하는 기준은 실질적으로 존재하지 않거나 임상에서 적용할 수 없는 것들이다.⁴

*교신저자: 양재호

110-749 서울특별시 종로구 연건동 28번지 서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실 02-2072-3393; e-mail, jhyang@snu.ac.kr

원고접수일: 2010년 9월 3일 / 원고최종수정일: 2010년 9월 14일 / 원고채택일: 2011년 1월 10일

회전용 절삭 기구의 절삭 효율을 측정하는 방법은 다양하게 제시되었다. Siegel 등은 55% fluorophlogopite mica 및 45% borosilicate glass로 이루어진 Macor (Corning Glass Works, Corning, NY, USA) 라는 machinable glass-ceramic을 사용하여 다양한 다이아몬드 버 및 카바이드 버의 절삭 효율을 측정하였다.⁵ Macor의 경도는 250 KHN이고 탄성 계수는 66.9 GPa로 치아 범랑질 (300 - 340 KHN, 84 GPa)과 유사한데, cutting assembly를 제작하여 버의 끝에서 3가지 힘을 적용, 30초간 5번의 절삭 과정을 진행하였고, 두 번 반복하였다. 각 5회, 10회 절삭 과정 후 Macor 블록을 건조시키고 시험 전과 후의 무게 변화를 측정하여 절삭 시험 후 무게 감소량을 비교하여 절삭 효율을 평가하였다.⁶

Galindo 등은 소구치 40개와 대구치 60개를 이용하여 4가지 다이아몬드 버를 grit size별로 비교하였다.⁷ 125 μm grit 다이아몬드 버와 180 μm grit 다이아몬드 버를 사용하여 소구치에서 2회 절삭, 대구치에서 60회 절삭하면서 절삭시 치수내 온도 변화를 측정하였다. 치수내 온도 측정은 자연치에 근관형성을 하여 특수한 실리콘 재료와 함께 thermocouple을 삽입하여 온도 변화를 측정하였다. 이 연구에서 소구치와 대구치를 치아 형성할 경우, 다이아몬드 버의 마모는 치수내 온도 상승을 유발하고, 이는 치수에 부정적인 영향을 미칠 수 있으나 충분한 냉각수 공급을 통해 치아 삭제시 발생하는 치수내 온도 상승을 예방할 수 있다고 하였다.

Janota는 주사 전자 현미경 (Scanning electron microscopy, SEM)을 이용하여 다이아몬드 회전 절삭 기구의 표면 특성을 관찰하였다.⁸ 비슷한 모양의 다이아몬드 버 4가지 종류를 사용하여 12개의 자연치를 대상으로 3분씩 절삭을 하였으며, 마모된 다이아몬드 버를 27 kV에서 주사 전자 현미경으로 관찰하였다. 치아 삭제를 하기 전 다이아몬드 회전 절삭기구의 표면 특성을 관찰하였고, 치아 삭제 후 발생한 다이아몬드 버의 표면 변화를 조사하여 각 제조사별 재료의 질적 차이를 비교 관찰하였다. Janota는 이 연구에서 치아 삭제 후 다이아몬드 입자가 버의 표면에서 일부 떨어져나간 현상을 관찰하여 제조회사별로 다이아몬드 버의 품질에 다양한 차이가 있음을 보고하였다.

이 연구의 목적은 에어터빈 다이아몬드 버의 절삭 효과를 자연치에서 비교하여 임상 조건과 유사한 환경에서 발생하는 다이아몬드 버의 마모도를 관찰하고, 각 제조회사별로 다이아몬드 버의 절삭 효과를 비교하는 것이다.

연구 재료 및 방법

자연치에 대한 다이아몬드 버의 마모도 측정을 위해 치관부에 수복물이 없는 건전한 범랑질을 갖는 상악 중절치 40개를 서울대학교 치과병원 연구 윤리 심의 위원회의 승인 (승인번호 CRI10014)을 받아 본 실험에 사용하였다.

준비한 상악 중절치는 치아 삭제시 편의성을 도모하기 위해 치과용 레진 (Jet Tooth Shade Powder, Lang dental manufacturing Co., Wheeling, IL, USA)을 이용하여 치근을 1 cm × 1 cm × 1 cm 사

각형의 레진 블록에 포매하여 시편의 안정성을 확보하였다.

다이아몬드 버를 장착하는 치과용 핸드피스는 NSK Ti-Max A600L (Nakanishi Inc., Tokyo, Japan)로 최대 회전속도는 440,000 rpm이며, 주수량은 50 ml/min이었다.

실험에 사용된 다이아몬드 버는 진료실에서 널리 사용되는 4개 회사 제품으로 (Table 1), 치아 형성을 위한 여러 형태의 다이아몬드 버 중 상악 전치부의 치아 형성시 주로 사용되는 round-end-tapered cylinder type 이었다 (Fig. 1).

진료실에서 사용되고 있는 다이아몬드 버는 다이아몬드 입자의 크기에 따라 fine, medium과 coarse grit으로 구분될 수 있으며, ISO 규정에 따라 각각 빨강색, 파랑색, 그리고 녹색으로 color coding이 되어 있다. 이 실험에 사용된 다이아몬드 버는 최초 치아 형성시 전반적인 삭제에 이용되는 coarse grit 다이아몬드 버를 사용하였으며, 각 제조회사별로 coarse grit 다이아몬드 버의 입자 크기는 약간의 차이를 보이고 있었다.

B사의 경우 ISO 규정을 준수하고 있다고 할 뿐, coarse grit 다이아몬드 버의 입자 크기를 공개하고 있지는 않았으며, A사의 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 125 μm , C사의 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 105 - 120 μm , D사의 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 125 - 150 μm 로 다이아몬드 버의 입자 크기를 공개하고 있었다.

Coarse grit 다이아몬드 버를 Ti-Max A600L 핸드피스에 장착하여 1명의 술자에 의해 상악 중절치 순면에 치아 형성을 하였다. 먼저, 상악 중절치의 순면에 근심에서 원심까지 6 mm 폭의 넓이를 표시하여 일정한 치아 형성을 위한 기준이 되도록 하고, 상악 중절치에 치아 형성은 coarse grit 다이아몬드 버를 1 mm 깊이로 indentation groove를 형성한 후 근심에서 원심 및 원심에서 근심으로 10회 왕복하여 치아 삭제를 하였다. 치아 형성시 사용된 힘은 버의 끝에서 100 g을 유지할 수 있도록 각 치아 형성시 전자저울에 확인하였다.

Table 1. Characteristics of diamond burs; information produced by manufacturers

Code	Diamond burs	Grit	Manufacturer
A	878K 108	Coarse (125 μm)	Komet, Lemgo, Germany
B	C102R	Coarse (unknown)	Shofu, Kyoto, Japan
C	770.10C	Coarse (105 - 120 μm)	Premier, Plymouth meeting, PA, USA
D	TR-13C	Coarse (125 - 150 μm)	Mani, Tochigi, Japan

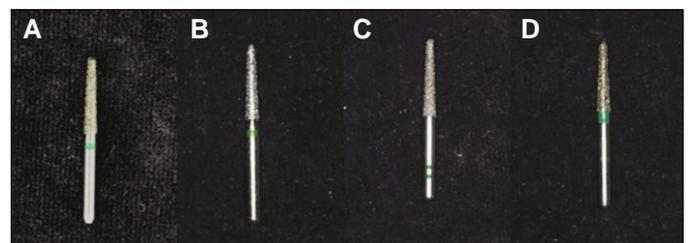


Fig. 1. Coarse-grit diamond burs. A: 878K 108, B: C102R, C: 770.10C, D: TR-13C.

각각의 버에서 치아 형성을 하지 않은 버를 대조군으로 하고, 1개 치아 형성시 test 1, 2개 치아 형성시 test 2, 3개 치아 형성시 test 3, 그리고 4개 치아 형성시 test 4로 설정하였다. 각 회사별 버 제품군에서 실험에 사용된 상악 증절치는 10개였으며, 실험 전체에 사용된 상악 증절치는 모두 40개였다.

실험 후 각각의 버를 플라스틱 슬라이드에 다용도 테이프 (Scotch™, 3M, St. Paul, MN, USA)로 마운팅하여 현미경 관찰을 위한 준비를 하였다. 마운팅된 슬라이드 표면에 다이아몬드 버의 상(버의 침부에서 1 mm), 중(버의 침부에서 4 mm), 하(버의 침부에서 7 mm) 부위를 표시하여 현미경 관찰시 일정한 부위를 관찰할 수 있는 기준으로 삼았다. 실험에 사용된 다이아몬드 버를 슬라이드에 고정하기 전 에어스팀으로 1분간 세정하여 치아 삭제시 발생하는 미세한 법랑질 입자를 제거함으로써 현미경을 통해 표면 거칠기 및 표면 특성 관찰시 발생할 수 있는 오차를 제거 하였다.

공초점 레이저 주사 현미경 (Confocal laser scanning microscope, LSM 5 PASCAL, Carl Zeiss, Germany)으로 표면 거칠기를 측정하였고, 주사 전자 현미경 (Scanning electron microscope, Hitachi S-4700, Japan)으로 표면 특성을 관찰하였다.

공초점 레이저 주사 현미경에서 획득한 표면 거칠기는 Sa값으로 나타내었다. 대조군 및 치아 형성을 행한 coarse grit 다이아몬드 버 (test 1 - 4)에서 치아 삭제 후 표면 거칠기 감소량을 일원 배치 분산 분석 (One-way ANOVA)으로 비교 ($P < .05$)하였으며, 이 표면 거칠기 감소량을 각 회사별로 t 검정으로 비교 ($P < .05$)하여 회사별 다이아몬드 버 시스템간의 우수성을 비교하였다. 사용된 통계 프로그램은 PASW 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)였다.

결과

1. 표면 거칠기

공초점 레이저 주사 현미경을 이용하여 대조군 및 실험군에서 coarse grit 다이아몬드 버의 표면 거칠기 값 (Sa)을 버의 상, 중, 하 세 부위에서 측정하였다 (Fig. 2).

Table 2. Surface roughness (μm) of A coarse grit diamond bur

	Control	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Upper	18.81	18.04	15.67	16.11	14.56
Middle	16.65	15.21	16.03	15.52	14.69
Bottom	17.47	15.07	15.09	13.43	14.18

Table 3. Surface roughness (μm) of B coarse grit diamond bur

	Control	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Upper	16.84	15.48	13.67	14.67	13.58
Middle	17.01	14.66	15.56	14.71	15.13
Bottom	16.83	15.48	15.18	14.72	13.75

A사의 coarse grit 다이아몬드 버의 경우 치아를 삭제하지 않은 대조군과 치아 형성을 한 실험군 사이에서 통계적으로 유의한 표면 거칠기 값의 감소를 관찰할 수 있었다 ($P = .049$) (Table 2).

마모된 coarse grit 다이아몬드 버의 전체 면적을 균일하게 비교하기 위해 다이아몬드 버의 상, 중, 하 부위에서 측정된 Sa값을 총합하였다. Coarse grit 다이아몬드 버의 상, 중, 하 부위에서 측정된 Sa값을 총합한 값은 대조군에서 $52.93 \mu\text{m}$, 실험군 1은 $48.32 \mu\text{m}$, 실험군 2는 $46.79 \mu\text{m}$, 실험군 3은 $45.06 \mu\text{m}$, 그리고 실험군 4는 $43.43 \mu\text{m}$ 으로 나타나 대조군과 실험군 1 사이에서 가장 큰 표면 거칠기 값의 감소를 보였다.

B사의 coarse grit 다이아몬드 버에서도 대조군과 실험군 사이에 통계적으로 유의한 표면 거칠기 값의 차이를 관찰할 수 있었다 ($P = .003$) (Table 3).

Coarse grit 다이아몬드 버의 상, 중, 하 부위에서 측정된 Sa값을 총합한 값은 대조군에서 $50.68 \mu\text{m}$, 실험군 1은 $45.62 \mu\text{m}$, 실험군 2는 $44.41 \mu\text{m}$, 실험군 3은 $44.10 \mu\text{m}$, 그리고 실험군 4는 $42.46 \mu\text{m}$ 으로 나타나 A사의 coarse grit 다이아몬드 버와 비슷한 표면 거칠기 변화를 보였다.

C사의 coarse grit 다이아몬드 버에서도 대조군과 실험군 사이에 통계적으로 유의한 표면 거칠기 값의 차이가 있었다 ($P = .002$) (Table 4).

Coarse grit 다이아몬드 버의 상, 중, 하 부위에서 측정된 Sa값을 총합한 값은 대조군에서 $58.02 \mu\text{m}$, 실험군 1은 $55.53 \mu\text{m}$, 실험군 2는 $52.22 \mu\text{m}$, 실험군 3은 $48.26 \mu\text{m}$, 그리고 실험군 4는 $45.36 \mu\text{m}$ 으로 나타났다. C사의 경우 대조군과 실험군 1, 2, 3, 그리고 4 사이에 가장 균일한 표면 거칠기 감소를 보였다.

마찬가지로 D사의 coarse grit 다이아몬드 버에서 대조군과 실험군 사이에 표면 거칠기 값의 차이는 통계적으로 유의하였다 ($P = .003$) (Table 5).

Coarse grit 다이아몬드 버의 상, 중, 하 부위에서 측정된 Sa값을 총합한 값은 대조군에서 $50.11 \mu\text{m}$, 실험군 1은 $46.73 \mu\text{m}$, 실험군 2는 $45.46 \mu\text{m}$, 실험군 3은 $42.58 \mu\text{m}$, 그리고 실험군 4는 $41.80 \mu\text{m}$ 으로 나타나 A사나 B사의 다이아몬드 버와 비슷한 결과를 보였다.

각 coarse grit 다이아몬드 버 중 대조군에서 표면 거칠기 값이

Table 4. Surface roughness (μm) of C coarse grit diamond bur

	Control	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Upper	18.36	17.10	17.21	15.96	15.35
Middle	19.44	18.73	17.35	14.86	14.38
Bottom	20.22	19.70	17.66	17.44	15.63

Table 5. Surface roughness (μm) of D coarse grit diamond bur

	Control	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Upper	16.41	16.20	15.60	15.07	13.59
Middle	15.92	15.13	14.87	13.92	14.49
Bottom	17.78	15.40	14.99	13.59	13.72

장크게 관찰된 것은 C사의 coarse grit 다이아몬드로 58.02 μm 였으며, 실험에 사용된 모든 coarse grit 다이아몬드 버에서 대조군의 표면 거칠기 값은 50-60 μm 범위를 나타내어 제조사별로 약간의 차이는 있으나 모두 일정 범위의 값을 보였다.

2. 제조사별 표면 거칠기 감소량 비교

각 제조사별로 표면 거칠기 값의 감소량을 비교하였을 때, C사의 coarse grit 다이아몬드 버가 대조군에서 실험군 4가지 가장 큰 표면 거칠기 감소를 나타내었지만, 각 제조사 사이에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다 (Table 6).

3. 제조사별 표면 특성 관찰

주사 전자 현미경 (SEM) 사진에서 다이아몬드 입자의 분포 및 예리함을 관찰할 수 있었으며, 대조군과 실험군에서 coarse grit 다이아몬드 입자의 분포 차이는 크지 않았으나, 다이아몬드 입자의 예리함에 있어서 차이를 관찰할 수 있었다 (Fig. 2).

Table 6. Comparison of Surface roughness decrease (t-test)

	P value
A - B	0.69
A - C	0.44
A - D	0.73
B - C	0.73
B - D	0.83
C - D	0.33

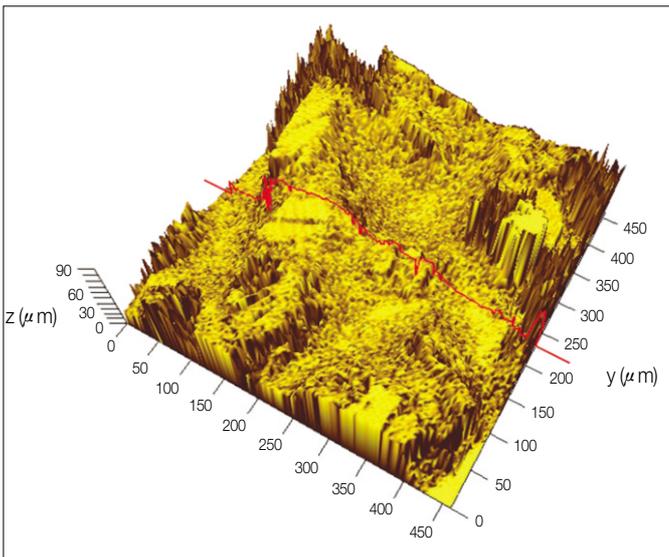


Fig. 2. Confocal laser scanning microscope image.

고찰

치과 진료실에서 사용되는 다이아몬드 버는 카바이드 버와 함께 치아 형성시 필수적인 기구로 보철 치료 과정에서 널리 사용되고 있다.

다이아몬드 버의 절삭 효과에 관한 연구는 연구자마다 각기 다른 연구 방법 및 다른 연구 결과를 보였으며, 치과용 회전 절삭 기구의 절삭 연구와 관련하여 사용되는 재료는 여러 가지가 있다. 최근 여러 연구에서 주로 사용되는 재료는 Macor인데, 이것은 치아의 법랑질과 경도 및 탄성 계수가 비슷하여 치아 삭제를 묘사하는데 주로 사용되고 있다.⁹ Macor와 같은 치아 대체 재료가 사용되는 이유는 치아를 사용할 때 발생하는 여러 제한점들 때문인데, 예를 들어, 자연치를 사용하면 법랑질과 상아질의 차이, 법랑질의 불규칙한 표면, 굴곡의 외형 (convex)

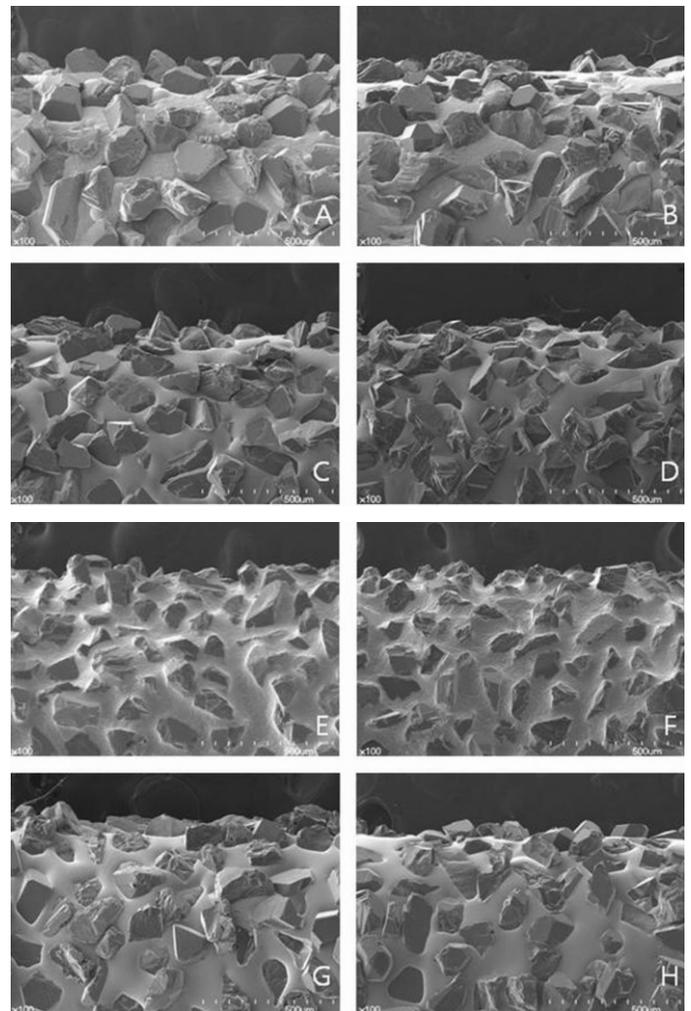


Fig. 3. SEM photomicrographs of coarse grit diamond bur at $\times 100$ magnification. A: before use of A diamond bur, B: after four times of A diamond bur, C: before use of B diamond bur, D: after 4 use of B diamond bur, E: before use of C diamond bur, F: after 4 use of C diamond bur, G: before use of D diamond bur, H: after 4 use of D diamond bur.

및 이방성 (anisotropic) 등의 특성으로 인해 불규칙한 연구 결과를 얻기 쉬우므로 연구자들은 치아 법랑질 특성을 재현한 등방성 (isotropic) 인공 재료를 일정한 평면, 동일한 두께와 무게로 만들어 사용함으로써 실험 결과의 일관성을 유지하고자 하였다.¹⁰

그러나, 치과용 절삭기구의 절삭 연구에서 자연치를 사용하는 것이 실제적인 임상 조건을 묘사한 절삭 효율 측정 방법이라고 할 수 있다.¹¹

임상에서 치과의사는 일반적으로 자신의 경험, 개인적인 촉감, 그리고 사용되는 버나 핸드피스에 따라 치아 형성시 적용하는 힘이 다르다. 치과의사가 핸드피스에 버를 장착하여 치아 형성시 적용하는 힘은 경조직의 종류 (법랑질, 상아질, 석회화 정도), 신경 치료 여부, 수복 재료 및 개인적인 운동 감각 등에 따라 다를지라도 임상에서 핸드피스에 의해 적용되는 부하는 일반적으로 50 g에서 150 g 범위에 있다.¹²

치아 형성시 치과의사가 다이아몬드 버에 가하는 압력을 조사한 연구에서 문헌에 보고된 힘은 50 g에서 150 g 정도의 범위를 나타내었으며, 적당한 압력은 100 g 정도로 생각된다.^{13,14}

Siegel 등은 미국과 캐나다의 치과대학에서 치아 형성시 사용되는 치과용 버를 조사한 결과, 전반적인 치아 삭제시 (gross tooth reduction) 임상 전단계 프로그램에서는 주로 medium grit 다이아몬드 버를 선호한다고 한 반면, 고급 보철 프로그램에서는 주로 coarse grit 다이아몬드 버를 사용한다고 하였다.¹⁵

다이아몬드 버는 ISO 규정에 따라 빨강색, 파랑색, 녹색으로 color coding이 되어 있으며, 다이아몬드 입자의 크기는 각각 fine, medium, coarse grit이다. 이 연구에서 coarse grit 다이아몬드 버의 표면 거칠기를 버의 상, 중, 하 세 부위에서 측정하여 총합해 본 결과, 모두 비슷한 표면 거칠기를 보였으며, 이는 각 제조회사에서 ISO 규정에 맞게 제품을 생산 및 관리한다고 볼 수 있다.

이 연구에서 coarse grit 다이아몬드 버를 사용함에 따라 발생하는 마모는 다이아몬드 버를 처음 사용할 때 가장 크다는 것을 알 수 있었다. 또한, 다이아몬드 버를 사용함에 따라 실험에 사용된 모든 다이아몬드 버에서 통계적으로 유의한 감소량을 나타내었다.

치아 삭제 후 coarse grit 다이아몬드 버의 마모도를 각 제조회사별로 비교한 결과는 모든 제조회사에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 특정 회사 제품의 우수성을 설명할 수는 없었다.

Coarse grit 다이아몬드 버의 표면 특성을 SEM으로 관찰했을 경우에도 치아 삭제에 사용되지 않은 다이아몬드 버의 표면이 가장 날카로운 양상을 보인 반면, 4회 치아 형성을 한 다이아몬드 버에서 모두 다이아몬드 입자의 마모를 관찰할 수 있었다. 그러나, 육안으로 관찰할 수 있는 입자의 예리함 차이는 크지 않았다. 또한, 사용되지 않은 coarse grit 다이아몬드 버의 표면 거칠기 값을 버의 상, 중, 하에서 측정하여 총합한 결과 실험에 사

용된 모든 다이아몬드 버에서 50-60 μm 범위를 보였다. 이는 임의로 선정된 다이아몬드 버를 사용한 후 SEM으로 관찰한 결과, 각 제조회사별로 상당한 질적 차이가 있다고 보고한 Janota⁸의 연구와는 대치된다. Janota의 연구는 1973년에 이루어진 것으로 그 연구 이후 급속한 재료의 발전 및 ISO 규정에 의한 치과용 절삭 기구의 체계화를 이룩한 지금의 다이아몬드 버를 사용한 연구 결과와는 상이할 수 있다.

한편, Siegel 등은 다이아몬드 버를 사용함에 따라 다이아몬드 버의 마모가 발생하여 절삭 효율이 감소되는 것 이외에도 치아 삭제에 의해 법랑질과 상아질 등의 치아 경조직 퇴적물이 다이아몬드 버의 입자 사이에 축적됨으로써 절삭 효율에 영향을 미친다고 하였다.¹⁴ 또한, 초음파 세척을 통해 버의 절삭력을 향상시킬 수는 있으나, 치아의 경조직 퇴적물을 모두 제거할 수는 없으므로 일시적인 효과에 그친다고 하였다.¹⁴

결론

Coarse grit 다이아몬드 버의 절삭 효과를 비교하기 위해 40개의 발거된 상악 중절치 순면에 100 g의 힘을 적용하여 치아 형성을 하였다. Coarse grit 다이아몬드 버로 각각 4개의 치아 형성을 하여 coarse grit 다이아몬드 버의 마모 양상을 공초점 레이저 주사 현미경으로 관찰하였고, 표면 형태를 주사 전자 현미경 (SEM)으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치아 형성에 따른 coarse grit 다이아몬드 버의 표면 거칠기 값 (Sa)을 비교한 결과 각 치아 형성마다 통계적으로 유의한 차이를 보여, 임상 상황에서 다이아몬드 버를 일정 횟수 이상 사용한 경우 표면 거칠기가 감소되어 절삭 효율이 감소될 수 있다.
2. Coarse grit 다이아몬드 버의 사용에 따른 각 제조회사별 다이아몬드 버의 마모도 차이를 비교한 결과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 각 제조회사에서 ISO 규정에 따라 다이아몬드 버를 생산함으로써 일정한 품질의 제품이 시장에 판매되고 있는 것으로 보인다.
3. Coarse grit 다이아몬드 버의 표면 특성을 SEM으로 관찰한 결과, 대조군과 test 4를 비교시 다이아몬드 버 입자의 마모를 관찰할 수 있었다.

참고문헌

1. de Tomasi A. History of the evolution of diamond burs in dentistry. *Odontostomatol Implantoprotesi* 1976;2:72-4.
2. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Dental cutting: the historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc* 1998;129:740-5.
3. Watson TF, Flanagan D, Stone DG. High and low torque handpieces: cutting dynamics, enamel cracking and tooth temperature. *Br Dent J* 2000;188:680-6.
4. Dyson JE, Darvell BW. The present status of dental rotary cutting

- performance tests. *Aust Dent J* 1995;40:50-60.
5. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Assessing the cutting efficiency of dental diamond burs. *J Am Dent Assoc* 1996;127:763-72.
 6. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Effect of handpiece load on the cutting efficiency of dental burs. *Machining Sci Technol J* 1997;1: 1-13.
 7. Galindo DF, Ercoli C, Funkenbusch PD, Greene TD, Moss ME, Lee HJ, Ben-Hanan U, Graser GN, Barzilay I. Tooth preparation: a study on the effect of different variables and a comparison between conventional and channeled diamond burs. *J Prosthodont* 2004;13:3-16.
 8. Janota M. Use of scanning electron microscopy for evaluating diamond points. *J Prosthet Dent* 1973;29:88-93.
 9. Corning Inc. Macor machinable glass ceramic data (specifications bulletin). Corning, NY; Corning Inc.; 1994. pp. 1-7.
 10. Reisbick MH, Bunshah RF. Wear characteristics of burs. *J Dent Res* 1973;52:1138-46.
 11. Price RB, Sutow EJ. Micrographic and profilometric evaluation of the finish produced by diamond and tungsten carbide finishing burs on enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 1988;60:311-6.
 12. Eames WB, Nale JL. A comparison of cutting efficiency of air-driven fissure burs. *J Am Dent Assoc* 1973;86:412-5.
 13. Semmelman JO, Kulp PR, Kurlansik LR. Cutting Studies at Air-Turbine Speeds. *J Dent Res* 1961;40:404-10.
 14. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Dental cutting with diamond burs: heavy-handed or light-touch? *J Prosthodont* 1999;8:3-9.
 15. Siegel SC, von Fraunhofer JA. Dental burs-what bur for which application? A survey of dental schools. *J Prosthodont* 1999;8:258-63.

An experimental study of cutting efficiency of air-driven diamond burs on human tooth

Jin-Sun Hong, DDS, In-Sung Yeo, DDS, MSD, PhD, Sung-Hun Kim, DDS, PhD,
Jai-Bong Lee, DDS, MSD, PhD, Jung-Suk Han, DDS, MS, PhD, Jae-Ho Yang*, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate the cutting efficiency of coarse grit diamond burs with air-turbine handpiece on natural tooth. **Materials and methods:** Four groups of coarse grit diamond bur were selected: Komet (A), Shofu (B), Premier (C), and Mani (D). The extracted maxillary central incisors were used, and ten cuts were made on each specimen, using the rotary diamond burs. The surface of each bur was measured at the upper, middle, and bottom of the bur with confocal laser scanning microscope and imaged with SEM. The data were analyzed with one-way ANOVA and t-test at the significance level of 0.05. **Results:** The surface roughness was measured. At the A diamond bur, the Sa values were 52.93 μm , 48.32 μm , 46.79 μm , 45.06 μm , and 43.43 μm for control, test 1, 2, 3, and 4 respectively. The Sa values were 50.68 μm , 45.62 μm , 44.41 μm , 44.10 μm , and 42.46 μm for B diamond bur, 58.02 μm , 55.53 μm , 52.22 μm , 48.26 μm , and 45.36 μm for C diamond bur, and 50.11 μm , 46.73 μm , 45.46 μm , 42.58 μm , and 41.80 μm for D diamond bur. Surface roughness after each bur use showed significant changes, but no significant difference was found in surface roughness change between bur systems. **Conclusions:** Surface roughness in the same bur system showed significant differences after each tooth preparation. However no statistically significant differences were found in surface roughness between bur systems. The SEM images between control and test 4 showed the abraded particles. (*J Korean Acad Prosthodont 2011;49:1-7*)

Keywords: Diamond bur, Cutting efficiency, Confocal laser scanning microscope, SEM

*Corresponding Author: **Jae-Ho Yang**

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, 28 Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul, 110-749, Korea

+82 2 2072 3393; e-mail, jhoyang@smu.ac.kr

Article history

Received September 3, 2010 / Last Revision September 14, 2010 / Accepted January 10, 2011