

초음파기구의 치근단 역충전외동형성 효율 및 치질에의 영향

경북대학교 치과대학 보존학 교실

이재환 · 김성교

Abstract

EFFICIENCY OF ULTRASONIC ROOT-END RETROGRADE CAVITY PREPARATION AND ITS INFLUENCE ON TOOTH STRUCTURE

Jae Whan Lee and Sung Kyo Kim

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University.

The purposes of this study were to evaluate the efficiency of cavity preparation and to determine the incidence of tooth crack when root-end retrograde cavity preparation was done with ultrasonics.

91 distobuccal root-ends of extracted human maxillary first molars were cut by 3 mm perpendicularly to the long axis of tooth using a slow speed diamond saw, retrocavities were prepared using a slow-speed no. 2 round bur as controls, and stainless steel ultrasonic tips of power settings of 1 through 10 as experimentals. Time consumed and the number of strokes used for the cavity preparation were measured and evaluated, and the incidence of tooth cracks was observed under a stereomicroscope.

The results were as follows :

For the retrograde cavity preparation, time and number of strokes used were decreased as the ultrasonic power setting increased ($p < 0.001$).

High power setting of ultrasonics induced significantly more tooth cracks than did the slow-speed bur or low- and medium power setting of ultrasonics ($p < 0.05$).

Teeth with previous crack induced significantly more tooth cracks than those without previous one when high power setting of ultrasonics were used for the retrograde cavity preparation ($p < 0.001$).

Teeth with initial apical canal size of no. 10 induced significantly more crack than did those with size of no. 15 when low power setting of ultrasonics were used for the retrograde cavity preparation ($p < 0.05$).

Key words : Retrograde cavity, ultrasonic, cavity preparation, efficiency, tooth crack, teeth

I. 서 론

근관치료의 목적은 질병에 이환된 치아의 근관계를 올바르게 정화, 성형하고 충전함으로써 치아가 주위 조직에 대해 건강한 상태로 기능을 할 수 있게 하는 것이다.

일반적으로 통상적인 근관치료가 실패하여 비외과적 방법을 통한 근관의 재치료가 불가능하다고 판단될 경우에는 외과적 근관치료의 시행을 고려할 수 있으며, 이 때는 가능한 한 주위 조직에 대한 손상을 최소화하면서 치유가 빨리 일어날 수 있는 방법을 강구해야 한다¹⁾.

통상적으로 치근단 수술을 지칭하는 외과적 근관치료는 치근단 소파, 치근단의 절제 그리고 역충전와동의 형성 및 충전으로 이루어진다²⁾.

외과적 근관치료를 성공적으로 이루기 위해서는 통상적 근관치료에서의 근관 폐쇄와 마찬가지로 완벽한 치근단 봉쇄가 이루어져야 하며, 치근단 소파술이나 이와 병행한 치근단 절제술만으로는 근단부 근관의 밀봉을 기대하기 어려우므로^{3,4)} 근단부의 역충전 과정을 필요로 한다. 일반적으로 이환 치아의 치근단 3 mm를 절제해 낸 후 역충전와동을 형성하게 되는데, 이상적인 역충전와동은 치근의 근단부 3 mm의 깊이에 치근의 외형과 평행하게 근관을 따라 제1 급 와동으로 형성되고, 적절한 유지 형태를 가져야 하며 잔존 상아질 벽은 위약하지 않은 상태로 됨이 추천된다⁵⁾.

외과적 근관치료를 위한 역충전와동의 형성을 위해 저속 핸드피스에 round bur를 장착하여 역충전와동을 형성하는 통상적인 방법에서는 상당한 량의 치근단 주위골을 제거하더라도 시술야의 제한 때문에 형성된 와동이 치근내에 비스듬히 놓이게 되어 변연부의 폐쇄가 불완전할 수 있다. 그리고, 치근은 접근 방향으로 경사지게 절제되어 근단부 치질을 위약하게 할 수 있으며⁶⁾, 또 와동의 폭경이 커져 치근단 주위 조직에 노출되는 역충전물의 표면적이 넓어지게 된다⁷⁾. 이러한 단점을 보완하기 위해 초음파를 이용한 역충전 와동형성 술식이 개발되었다^{8,9)}.

초음파를 이용한 역충전와동 형성의 술식은 통상적인 역충전와동 형성 술식에 비해 여러

가지 장점을 가지는 것으로 알려져 있다^{10,11)}. 즉, 전형적인 제1 급 와동 형성을 가능하게 하면서 치근천공의 위험성도 줄일 수 있고, 치아 장축에 대해 수직으로 치근을 절제할 수 있게 함으로써 과도한 치근손실을 막을 수 있으며, 사면을 최소화할 수 있기 때문에 역충전와동의 변연을 줄여 치근단 누출을 최소화할 수 있다는 점 등이다.

초음파가 외과적 근관치료에 사용된 문헌을 살펴보면, 1956년 Richman¹²⁾이 최초로 초음파 끌(chisel)을 이용하여 인접골을 삭제한 뒤 근단부 치질을 절제하였고, Bertrand등¹³⁾은 스케일러를 변조하여 치근단 와동을 형성하였으며, Flath와 Hicks¹⁴⁾는 변조된 초음파 및 음파 화일을 이용하여 치근단 역충전 와동을 형성한 바 있다. 최근에는 치근단 와동형성을 위해 특별히 고안된 음파 및 초음파 기구 장치와 다양한 종류의 tip들이 소개되어¹⁵⁻¹⁷⁾ 치근단을 사면 없이 절제하여도 근관의 장축에 평행하게 치근단 역충전와동을 형성할 수 있게 되었다.

초음파 기구의 상아질 삭제 능력에 대해서는 Martin등¹⁸⁾이 최초로 초음파를 이용해 근관형성을 해 본 결과, 저속 round bur로 형성하였을 경우보다 상아질 삭제 능력이 우수하였다고 하였다. 그리고 Waplington등¹⁹⁾은 중출력(medium power setting) 혹은 고출력(high power setting)의 초음파에서 상아질을 효율적으로 삭제할 수 있었고, 초음파 기구의 출력이 증가될수록 tip의 진폭 및 상아질의 절삭도 증가되었다고 보고하였으며, Devall등²⁰⁾도 음파 기구의 출력이 증가할수록 상아질의 절삭 능력도 증가되었다고 하였다.

초음파기구로 역충전와동 형성시 치질에 미치는 영향에 관한 연구에서, Saunders등²¹⁾, Layton등²²⁾ 그리고 Abedi등²³⁾은 초음파로 치근단 와동을 형성할 경우에는 치근단부에 균열(crack)이 증가된다고 보고하였고, 이와는 달리 Mardrosian과 Glickman²⁴⁾은 초음파와 치근단부의 균열과는 상관관계가 없다고 하였다. 그리고 Frank등²⁵⁾은 초음파로 치근단 와동형성시에 고출력의 초음파가 가장 많은 균열을 야기한 반면에 저속 round bur와 중출력의 초음

파에서는 균열이 적게 발생했다고 보고하였으며 Beling등²⁶⁾, Waplington등²⁷⁾은 저출력(low power setting)이나 중출력에서는 초음파로 치근단 와동형성을 하더라도 균열이 발생되지 않는다고 하였다.

최근 수술현미경의 도입^{28,29)}과 초음파 기구를 이용한 역충전와동 형성법의 사용으로 외과적 근관치료 술식에는 많은 임상적 진보가 이루어지고 있지만 이에 대한 연구적 뒷받침이 부족하며 소수 선학들의 연구 결과도 일치하지 않는 경우가 많다.

이에 저자는 발거 치아에서 초음파 기구를 이용하여 치근단 역충전와동을 형성하고 와동형성 효율 및 치근단부에 발생하는 균열을 와동형성 방법에 따라 비교 관찰, 분석하여 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 2 단계의 순서로 나누어 차례대로 시행되었다. 일차적으로 초음파를 이용한 치근단 역충전와동의 형성 효율을 구하기 위해서 초음파 출력 범위에 따른 와동형성 소요 시간 및 소요 stroke 수를 측정, 평가하였고, 이차적으로 이에 따른 치질에 미치는 영향을 평가하기 위해 초음파 범위에 따른 치근단부의 균열 발생 빈도를 측정하였다.

실험 대상은 최근에 발거한 상악 중절치 치근 및 제 1 대구치의 원심협축 치근으로 하였으며, 역충전와동 형성은 저속 핸드피스와 초음파 기구를 사용하였는데 이에 사용된 저속 핸드피스는 Miniature handpiece (UBECO 사)를, bur로는 no. 2 round bur을 사용하였으며, 초음파 기구는 Miniendo™ (Excellent in Endodontics 사, CA, 미국)를, 초음파 와동형성 기구 tip은 stainless steel로 된 CT-5 및 CT-1 (Excellent in Endodontics 사, CA, 미국)을 사용하였다.

실험1 : 초음파 출력 단계에 따른 와동형성 소요 시간 및 소요 stroke 수 측정

실험 대상은 최근에 발거한 91개의 상악 제1

대구치의 원심협축 치근으로 하였으며, 교합면의 와동을 개방하여 근관 내로 no. 10 K-file로 근관의 개방성을 확인하고 초기 근단부 근관의 크기를 측정하여 초기 근단부 근관의 크기가 no. 10인 것과 no. 15의 것으로 나누어 분류하였다. 치근의 끝 3 mm를 치아 장축에 직각되게 저속 diamond saw (Isomet™, Buehler사, Lake Bluff, IL, U. S. A.)로 절단, 제거하였고 절단된 치근단 면에 직각되게 제 1 급의 역충전와동을 형성하였다. 이 때 와동의 깊이는 3 mm로 하였다.

치근을 초기 근단부 근관의 크기에 따라 나누어 역충전와동을 형성하였는데, 저속 핸드피스에 no. 2 round bur를 장착하여 와동을 형성한 균을 대조군으로 하였고, 초음파 기구의 출력 제1 단계에서부터 제10 단계에 이르기까지 포함 10 단계의 각 출력으로 CT-5 tip을 이용하여 와동을 형성한 균을 실험군으로 하였다.

초음파 기구의 tip은 Carr¹⁵⁾가 추천한 대로 최소한의 압력으로 기구 끝을 빠르게 앞뒤로 작동시켰으며, 각 균에 따른 와동형성 시작 시점부터 기구 tip 끝 3 mm가 기구의 만곡으로 인해 와동에 더 이상 들어가지 않는 시점까지 소요된 시간 및 와동 내외로 움직인 stroke의 횟수를 측정하였다.

실험2 : 초음파 출력 범위에 따른 치근단부의 균열 발생 빈도 측정

실험 1과 같은 방법으로 91개의 치근을 초기 근단부 근관크기에 따라 no. 10과 no. 15의 크기로 분류하고 역충전와동을 형성하였으며, 저속 핸드피스에 no. 2 round bur를 장착하여 와동을 형성한 균을 대조군으로 하였고 초음파 기구의 출력 제1 단계에서부터 제10 단계에 이르기까지 10 단계의 출력으로 각각 와동을 형성한 균을 실험군으로 하였다. 초음파의 출력에 따라 제1 단계에서 제3 단계까지를 저출력, 제4 단계에서 제6 단계까지를 중출력, 그리고 제7 단계에서 제10 단계까지를 고출력으로 분류하였다.

와동 형성 전 및 후에 치근을 0.004% methylene blue 색소 용액에 48시간 동안 침지 후

fiberoptic의 transillumination 하에서 stereo-microscope 32배율로 균열의 여부, 수 및 위치를 관찰하였다. 4인의 관찰자가 균열의 유무 및 진행 정도를 평가하였으며 평가자 사이에 평가 결과가 일치하지 않은 경우에는 이후에 다시 관찰 재평가하여 만장일치가 되도록 하였다. 관찰상은 35 mm 사진 및 video tape으로 기록하였다.

실험 결과의 통계적 분석

와동형성하는데 소요된 시간 및 stroke 수는 Kruskal - Wallis test와 test of linearity를 사용하여 비교 분석하였으며, 역충전와동 형성에 따른 균열의 발생 빈도의 비교는 chi-square test를 이용하였다.

III. 성 적

1. 초음파 출력 단계에 따른 와동형성 소요 시간 및 소요 stroke 수

초음파 범위에 따른 와동형성 소요 시간 및 stroke 수는 table 1과 같이 나타났다.

초음파의 출력 단계가 높을수록 와동형성에 소요된 시간이 감소되었으며($p < 0.001$), 초음파의 출력에 따른 소요 시간의 감소 양상은 선적 관계(linear relationship)를 보였다($p < 0.001$)

(fig. 1 참조). 초음파의 출력 단계가 높을수록 와동형성시 소요된 stroke 수도 감소하였으며($p < 0.001$), 초음파의 출력에 따른 stroke 수의 감소 양상은 선적 관계를 보였다($p < 0.001$) (fig. 2 참조).

2. 초음파 출력 범위에 따른 치근단부의 균열 발생 빈도

실험 방법에 따른 치근단 역충전와동 형성시 균열의 발생 빈도는 table 2와 같이 나타났으며, 고출력의 초음파로 와동을 형성한 군은 저속 round bur를 사용한 군($p < 0.005$), 저출력의 초음파 군($p < 0.01$) 그리고 중출력의 초음파 군($p < 0.001$)에 비해 유의하게 많은 균열을 발생시킨 것으로 나타났으나(전체적으로, $p < 0.01$), 저속 round bur로 와동을 형성한 군과 저출력의 초음파로 와동을 형성한 군 그리고 중출력의 초음파로 와동을 형성한 군 사이에서는 균열의 발생 빈도에 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$).

91개의 치아 중 치근절제만 시행하고 와동을 형성하지 않은 상태에서 균열의 유무를 조사한 결과 치근단부에 균열이 이미 발생해 있는 치아는 48개, 균열이 발생되어 있지 않은 치아는 43개였다.

와동형성 전에 균열이 존재하지 않았던 치아

Table 1. Time and number of strokes used for the retrograde cavity preparation

(Mean ± S. D.)

	n	Time(sec)	Number of Strokes
Low Speed	9	4.67 ± 3.00	1.00 ± 0.00
Ultrasonic, Level 1*	8	386.63 ± 104.69	634.75 ± 122.91
Ultrasonic, Level 2	9	238.44 ± 91.35	411.00 ± 137.61
Ultrasonic, Level 3	9	243.00 ± 75.82	393.89 ± 81.84
Ultrasonic, Level 4	8	175.38 ± 62.36	293.38 ± 96.15
Ultrasonic, Level 5	8	151.50 ± 95.94	247.25 ± 142.55
Ultrasonic, Level 6	8	131.38 ± 74.43	221.13 ± 103.88
Ultrasonic, Level 7	8	134.13 ± 78.00	202.75 ± 90.13
Ultrasonic, Level 8	8	78.75 ± 41.24	128.88 ± 58.73
Ultrasonic, Level 9	8	103.25 ± 35.68	154.88 ± 47.56
Ultrasonic, Level 10	8	66.38 ± 28.81	108.63 ± 40.94

*Level 1 power setting of ultrasonics.

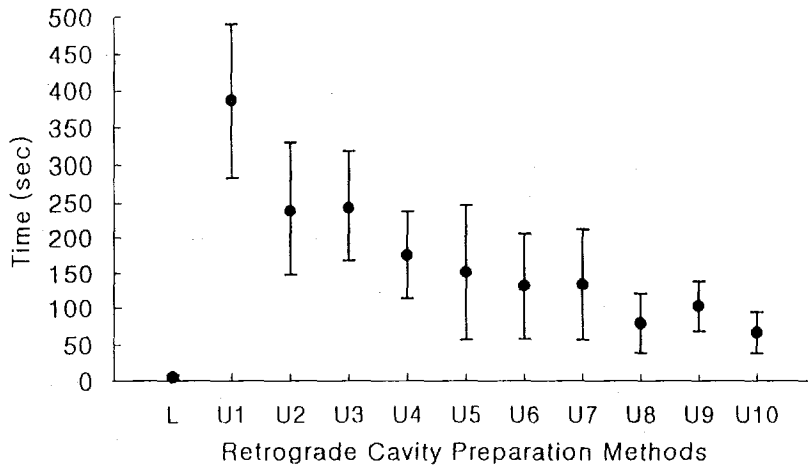


Fig. 1. Graphical representation of mean time used for the retrograde cavity preparation as a function of power setting. The time used decreased in a linear manner with increasing power setting (test of linearity) : $p < 0.001$.

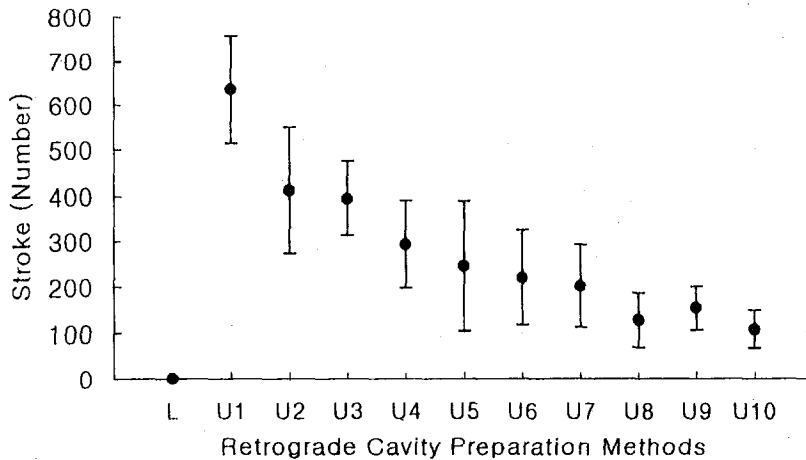


Fig. 2. Graphical representation of mean number of strokes used for the retrograde cavity preparation as a function of power setting. The number of strokes used decreased in a linear manner with increasing power setting (test of linearity) : $p < 0.001$.

43개 중 와동형성 후 균열이 새로 발생한 치아의 수는 table 3과 같이 나타났으며, 고출력의 초음파로 와동형성을 한 군에서 다소 균열이 많이 발생하였으나, 와동형성 방법에 따른 균열의 차이에는 통계학적으로 유의성이 나타나지 않았다($p > 0.05$).

와동형성 전에 이미 균열이 존재했던 치아

48개 중 와동형성 후 균열이 새로 발생했거나 균열이 심화된 치아의 수는 table 4와 같이 나타났으며, 고출력의 초음파로 와동형성을 한 군은 타 군에 비해 유의하게 많은 균열의 발생을 보였다($p < 0.001$).

와동형성 전의 균열 유·무에 따른 새로운 균열의 발생 빈도는, 고출력의 초음파에서, 와

Table 2. Incidence of tooth cracks after retrograde cavity preparation

Method	n	No. of Teeth Without Crack	No. of Teeth With Crack	Crack Incidence
Low speed	9	8	1	1/9 (11.11%)
Ultrasonic, Low*	26	20	6	6/26 (23.08%)
Ultrasonic, Medium	24	22	2	2/24 (8.33%)
Ultrasonic, High	32	13	19	19/32 (59.38%)**
Total	91	63	28	28/91 (30.77%)

*Low power setting of ultrasonics.

**Significant level of difference from others (chi-square test) : $p < 0.01$.

Table 3. Incidence of tooth cracks without previous ones after retrograde cavity preparation

Method	n	No. of Teeth Without Crack	No. of Teeth With Crack	Crack Incidence
Low speed	4	3	1	1/4 (25.00%)
Ultrasonic, Low*	10	7	3	3/10 (30.00%)
Ultrasonic, Medium	14	13	1	1/14 (7.14%)
Ultrasonic, High	15	9	6	6/15 (40.00%)
Total	43	32	11	11/43 (25.58%)

*Low power setting of ultrasonics.

Table 4. Incidence of tooth cracks with previous ones after retrograde cavity preparation

Method	n	No. of Teeth Without Crack	No. of Teeth With Crack	Crack Incidence
Low speed	5	5	0	0/ 5 (0.00%)
Ultrasonic, Low*	16	13	3	3/16 (18.75%)
Ultrasonic, Medium	10	9	1	1/10 (10.00%)
Ultrasonic, High	17	4	13	13/17 (76.47%)**
Total	48	31	17	17/48 (35.42%)

*Low power setting of ultrasonics.

**Significant level of difference from others (chi-square test) : $p < 0.001$.

동형성 전에 균열이 이미 존재했던 치아가, 균열이 존재하지 않았던 치아에 비해 높은 균열의 발생 빈도를 보였으나($p < 0.05$), 저속 round bur, 저출력 및 중출력의 초음파 균들 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$).

91개의 치아 중 근관의 초기 근단부 근관의 크기가 no. 10 인 치아가 48개였으며, no. 15인

치아는 43개였다. 초기 근단부 근관의 크기가 no. 10인 치아에 있어서 균열이 발생된 치아 수는 table 5와 같이 나타났으며, 저속 round bur, 저출력, 중출력 및 고출력의 초음파를 이용한 와동형성 방법에 따른 균열의 발생 빈도에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

초기 근단부 근관의 크기가 no. 15인 치아에

Table 5. Incidence of tooth cracks after retrograde cavity preparation when initial apical file size was no. 10

Method	n	No. of Teeth Without Crack	No. of Teeth With Crack	Crack Incidence
Low speed	5	4	1	1/ 5 (20.00%)
Ultrasonic, Low*	15	0	6	6/15 (40.00%)
Ultrasonic, Medium	12	10	2	2/12 (16.67%)
Ultrasonic, High	16	6	10	10/16 (62.50%)
Total	48	29	19	19/48 (39.58%)

*Low power setting of ultrasonics.

Table 6. Incidence of tooth cracks after retrograde cavity preparation when initial apical file size was no. 15

Method	n	No. of Teeth Without Crack	No. of Teeth With Crack	Crack Incidence
Low speed	4	4	0	0/ 4 (0.00%)
Ultrasonic, Low*	11	11	0	0/11 (0.00%)
Ultrasonic, Medium	12	12	0	0/12 (0.00%)
Ultrasonic, High	16	7	9	9/16 (56.25%)**
Total	43	34	9	9/43 (20.93%)

*Low power setting of ultrasonics.

**Significant level of difference from others (chi-square test) : $p < 0.01$.

있어서 균열이 발생한 치아 수는 table 6과 같이 나타났으며, 고출력 초음파 군이 저속 round bur 군, 저출력 및 중출력 초음파 군에 비해 유의하게 많은 균열을 나타내었다 ($p < 0.001$).

초기 근단부 근관의 크기가 no. 10인 경우에는 no. 15인 경우에 비해 저출력에서 치아 균열이 유의하게 많이 발생하였으며($p < 0.05$), 중출력이나 고출력의 초음파를 사용한 경우에는 초기 근단부 근관의 크기에 따른 균열 발생 빈도의 차이를 관찰할 수 없었다($1p > 0.05$).

IV. 고 찰

통상적인 근관치료는 병소를 제거하고 치아를 건강한 상태로 구강 내에 보존하는데 비교적 높은 성공률을 보여 주고 있지만, 근관충전시 근관의 완전한 봉쇄를 얻을 수 없는 경우가 있어

근관 내부가 치근단 주위 조직과 교통해 근관 치료가 실패하는 경우가 종종 있다. 이런 경우에는 근관의 재치료가 바람직하지만, 치근천공, 기구파절 또는 post장착 등으로 인해 근관의 비외과적 재치료가 불가능할 경우 외과적 수술을 고려하게 된다³⁰⁾.

최근 수술현미경이 외과적 근관치료에 도입되어 수술 시야가 훨씬 증진되고, 초음파기구와 수술 부위에 쉽게 접근될 수 있는 작은 기구 tip들이 개발되어 통상적인 외과적 근관치료로는 하기 힘든 좁은 isthmus channel, C-자형 근관, 복잡한 근관을 가진 융합치근 그리고 접근이 힘든 설측 근관들에서도 정확한 치근단 수술을 해 줄 수 있게 되었다. 일반적으로 치근은 근원심축보다 협설축으로 넓기 때문에 저속 round bur를 사용하는 통상적인 방법으로 둥근 형태의 와동을 형성하면 잔존 상아질 벽이 위

약해지거나 천공이 일어날 위험이 있다. 한편 초음파를 이용한 미세한 tip을 사용할 경우 치아의 형태에 맞게 치근단 와동을 형성해 줄 수 있으므로 이러한 치질의 불필요한 삭제를 막을 수 있다³¹⁾.

초음파로 치근단 역충전와동을 형성할 경우, 통상적인 방법에 비해 장점을 가진다는 보고들이 있어 왔다. Wuchenich등³²⁾은 초음파를 이용하면 더 깊고 깨끗하면서 근관을 따라 평행한 벽면을 가진 와동을 형성할 수 있다고 보고하였고, Mehlhaff등³³⁾은 초음파를 사용하면, 외과적 근관치료시 접근을 용이하게 하기 위해 삭제하는 골의 양도 최소화할 수 있고 치근단 치질의 절제 량도 줄일 수 있다고 하였으며, Engel과 Steiman³⁴⁾은 isthmus나 fin이 존재하는 얇은 치근에 초음파를 사용함으로써 치근천공을 효과적으로 방지할 수 있었다고 보고하였다.

상기의 이유로 외과적 근관치료 과정의 치근단 역충전와동 형성시 초음파기구들이 널리 사용되어지고 있는 바, 본 실험에서는 일차적으로 초음파를 이용하여 치근단 역충전와동을 형성할 때의 와동형성 효율을 구하기 위해, 제1 단계부터 제10 단계 출력까지에서 각각 역충전와동을 형성하고 와동이 형성되기까지 소요된 시간 및 와동 내외로 움직한 stroke 수를 측정하였다. 소요 시간 측정 결과 제1 단계 출력으로 와동형성하였을 때 가장 많은 시간이 소요되었으며 출력 단계를 증가시킬수록 소요 시간이 점진적으로 감소하여 제10 단계 출력에서 가장 적은 시간이 소요되었다. 와동형성에 소요된 stroke수에 있어서도 제1 단계 출력에서 가장 많이 소요되었다가 점진적으로 감소하여 제10 단계 출력에서 가장 적은 stroke이 소요된 것으로 나타났다. 이는 출력의 단계가 높아질수록 초음파 tip의 진폭¹⁹⁾과 주파수가 증가하고³⁴⁾ 그 결과로 상아질의 절삭 능력이 높아져서 와동을 형성하는데 소요된 stroke 수 및 시간이 차차 감소했다고 생각된다.

와동형성에 소요되는 시간과 stroke 수의 관찰에 있어 소요 시간만을 측정하거나 소요 stroke 수만을 측정할 경우 단위 시간당 가해지는

stroke의 수 즉, stroke 빈도의 차이에 따라 와동형성 효율이 달리 나타날 수 있다. 본 실험에서 초음파 기기의 출력을 증가시킬수록 와동형성에 소요된 stroke 수와 소요 시간이 함께 유의성있게 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 본 실험에서 기계가 아닌 술자의 손으로 행한 초음파 와동형성 실험의 결과에 유의성이 주어진다고 보여진다. 그 외에도 와동형성 효율은 실험 치아의 석회화 정도의 차이, 근관의 크기 및 만곡도, tip 적용 압력의 차이 등 그리고 초기 근단부 근관의 크기와도 관계가 있을 것으로 생각된다. 따라서 향후 초음파기구의 동일한 출력에서 동일한 시간을 두고 stroke횟수를 달리하거나, 초음파 tip으로 와동형성시 치아에 가해지는 힘을 달리하여 상아질의 삭제량을 비교하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이상의 결과로 볼 때, 초음파 기기의 출력을 증가시킬수록 소요 stroke 수 및 시간으로 본 치근단 역충전와동 형성의 효율이 증가한다고 볼 수 있다. 그러나, 효율상으로 유리한 중출력이나 고출력으로 치근단 역충전와동을 형성할 경우 초음파 tip의 진동이 치질에 미칠 수 있는 영향에 대해서 생각해 보지 않을 수가 없다.

외부 기계적인 힘이 치아에 가해질 경우 발생할 수 있는 대표적인 영향이 치아 균열인데, 초음파와 치질 균열과의 관계에 대해서 많은 선행들의 보고가 있었다. Layton등²²⁾은 초음파로 와동형성을 한 결과 와동형성을 하기 전보다 근관의 균열이 유의성있게 증가되었으며, 특히 저출력으로 형성한 군 보다 고출력으로 형성한 군에서 균열이 많았다고 보고하였고, Abedi등²³⁾은 주사전자현미경 관찰에서 초음파로 와동형성 한 군이 저속 핸드피스 bur로 와동형성 한 군에서보다 균열이 유의성있게 많이 발생되었으며 균열의 대부분은 상아질 벽의 두께가 적은 부위에서 일어났으므로 초음파의 사용에 대한 재고고 필요하다고 주장하였다. 반면, Beling등²⁶⁾은 저출력으로 치근단 역충전와동을 형성한 결과, 근관의 충전 유무에 따른 균열의 발생 차이는 없었으며 와동형성 전에 비해 근관의 균열이 증가되었지만 통계학적으로 유의성이 없었다고 보고하였고, Glickman과 Mardero-

sian²⁴⁾은 음파와 초음파기구 및 저속핸드피스 bur로 치근단 와동형성을 한 결과 균열 발생의 차이는 없었다고 하였으며, 심지어 Waplington²⁷⁾은 주사전자현미경을 이용하여 초음파 출력에 따른 균열의 발생 빈도를 조사한 결과, 초음파의 출력 정도에 관계없이 균열을 전혀 관찰할 수 없었다고 보고하여, 초음파 사용을 적극 추천하였다.

본 실험에서는 와동형성 전 및 후에 치근을 0.004% methylene blue 색소 용액에 48시간 동안 침지시켜 초음파의 출력에 따른 치근단부의 균열 발생 빈도를 조사, 저속 round bur로 와동형성한 경우와 비교하였다. 그 결과 균열의 발생 빈도는 고출력의 초음파로 와동형성한 군이 저출력이나 중출력의 초음파나 저속 round bur로 와동형성한 군에서보다 유의하게 높게 나타났으며 후자 세 군 사이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. Saunders²¹⁾은 제10 단계의 출력을 이용하여 와동형성한 결과 저속핸드피스 bur로 형성한 와동보다 균열이 유의성있게 많았다고 보고하였고, Frank²⁵⁾은 중출력(제5 단계)으로 와동형성한 군과 저속 bur로 와동형성한 군에서 균열 수가 가장 적었으며, 제10 단계의 출력으로 형성한 군에서 균열 수가 가장 많았다고 보고하여, 초음파를 사용해도 무방하지만 출력의 선택이 중요함을 주장하였다. 본 실험의 상기 결과는 Saunders²¹⁾, Frank²⁵⁾의 보고와 일치하였는데, 고출력의 초음파 tip은 주파수도 많고 진폭도 커서 치아 경조직에 보다 강한 충격을 주게 되며 초음파로 와동 형성시 비록 물로 냉각하지만 열도 많이 발생하기 때문에 치아의 균열이 많이 발생했다고 생각된다²⁶⁾.

고출력에서, 원래 와동형성하기 전에 이미 균열이 존재했던 치아가 원래 균열이 존재하지 않았던 치아에 비해 새 균열이 많이 발생되었으며, 불완전 근관균열(incomplete canal crack)을 보인 두 치아에서 와동형성 후 완전 근관균열로 바뀐 것을 관찰할 수 있었다. 이는 좁은 상아질 폭경이 있는 부위에서 불완전 균열로 인해 이미 치질이 약해져 있는 상태에서 고출력의 초음파 충격이 가해짐으로써 완전 균열로

진행된 것으로 생각된다.

본 실험에서 전반적으로, 특히 저출력에서, 초기 근단부 근관의 크기가 no. 10인 근관에서 와동을 형성하였을 경우 초기 근단부 근관의 크기가 no. 15인 근관보다 균열이 많이 발생한 것으로 나타났다. 이는 균열이 발생한 치아의 치근형태가 주로 양요(biconcave) 형태였으며, 더구나 근관이 좁아 tip이 근관 내로 잘 들어가지 않아 수분 동안 전 근관 내벽에 초음파의 진동이 직접 전달되었고, 특히 냉각수도 tip이 근관 내로 팍 끼여 잘 전달되지 않아 발생된 열의 냉각이 더욱 더 효과적이지 못했기 때문이라고 생각된다.

본 실험에 있어서 근관 균열의 깊이를 알기는 불가능하였지만 입체현미경으로 균열을 관찰할 때 가끔 장축 방향으로 근관벽을 따라 치관 쪽으로 다소 연장되어 있는 경우를 관찰할 수 있었으며, 종종 와동의 변연을 따라 초음파의 충격으로 흠이 생겨 치질이 떨어져 나간 양상도 관찰할 수 있었다. 향후 와동형성 전후에 균열의 깊이 및 길이 차이를 비교 연구하여 이것이 누출에 미치는 영향을 더 조사해 볼 필요가 있겠고 초음파의 충격이 치조골이나 치주인대에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서도 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 그리고 실험실에서 발거치아를 대상으로만 연구할 것이 아니라 사체나 생체를 통한 검증을 통해 초음파에 대해 더 정확한 정보를 얻어야 할 것으로 생각된다. 결론적으로 초음파로 치근단 역충전 와동을 형성하는 것은 많은 장점을 지니고 있지만 초음파가 치질에 많은 균열을 발생시킨다면 이로 인해 누출이 증가되고, 치질이 파절되기 쉽기 때문에 치근단 수술의 성공률은 감소하게 될 것이다. 따라서 초음파 기기로 치근단 역충전와동 형성시, 치아 균열 발생의 측면에서 볼 때, 고출력에 비해 저출력이나 중출력의 사용이 추천된다 하겠다.

본 실험의 결과를 전체적으로 종합해 보면, 치근단 역충전와동을 형성하는데 저속 round bur가 가지는 한계를 보완하기 위한 목적으로 초음파 기구를 사용함에 있어, 소요 stroke 수 및 소요 시간으로 본 와동형성 효율의 측면에

서는 초음파의 출력을 증가시킬수록 유리해지나 초음파가 치질에 미치는 영향의 측면에서는 고출력의 경우 치아 균열을 유발할 위험성이 높아지므로 출력 단계 6 정도의 중출력을 이용하여 치근단 와동을 형성하는 것이 효율 및 안전성에 있어 적절한 것으로 판단된다. 또한 본 연구의 방법 및 결과는 치근단 역충전와동의 형성을 위해 사용되어지는 모든 초음파 기기에서 와동형성의 효율과 각 초음파가 치질에 미치는 영향의 측면에서 적절한 출력의 단계를 선택하는데 훌륭한 지침이 될 것으로 생각된다.

V. 요약

본 연구의 목적은 초음파를 이용하여 치근단 역충전와동을 형성하는 경우 와동형성의 효율과 치질의 균열 발생을 알아보기 위함이다. 발거된 상악 제1 대구치 원심협측 치근 91개를 대상으로 치근단 3 mm를 치아의 장축에 직각되게 절단 제거한 다음 저속 round bur를 사용한 균을 대조군으로 하고 제1에서 제10까지의 출력 각 단계의 stainless steel 초음파 기구를 이용한 균을 실험군으로 하여 치근단 역충전 와동을 형성하고 각 치근단 역충전 와동을 형성하는 데 소요되는 시간 및 stroke 수를 측정하였으며, 역충전와동 형성 전후의 치아 균열 발생을 fiberoptic을 이용한 입체현미경으로 측정 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

초음파의 출력 단계가 높을수록 역충전와동을 형성하는데 소요된 시간 및 stroke 수가 감소하였으며($p < 0.001$) 감소되는 양상은 선적 관계를 보였다($p < 0.001$).

제7에서 제10 단계까지의 고출력의 초음파 기구로 와동 형성한 군에서는 저속 round bur로 와동 형성한 군이나 제1 단계에서 제3 단계까지의 저출력 초음파 군, 제4 단계에서 제6 단계까지의 중출력 초음파 군에 비해 치아 균열의 발생 빈도가 유의하게 높게 나타났고($p < 0.01$), 저속 round bur, 저출력의 초음파 기구 그리고 중출력의 초음파 기구로 형성한 군 사이에는 치아 균열의 발생 빈도에 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$).

고출력의 초음파를 이용한 경우에, 와동형성 전에 균열이 이미 존재했던 치아에서는 균열이 존재하지 않았던 치아에서보다 와동형성 후 균열이 유의하게 많이 발생하였다($p < 0.001$).

저출력의 초음파를 이용한 경우에, 초기 근단공의 크기가 작았던 경우가 근단공의 크기가 컸던 경우에 비해 와동형성 후 균열이 유의하게 많이 발생하였다($p < 0.05$).

참고 문헌

1. Cohen, S. and Burns, R. C. : Pathways of the pulp, 5th ed. St louis, C. V. Mosby Co. (1991) pp.574-611.
2. Ingle, J. I., Cummings, R. R., Frank, A. L., Glick, D. H., Rubinstein, R. and Radman, W. P. : Endodontic surgery, In : Ingle J. I. and Bakland. L. K., editors., Endodontics, 4th ed. Baltimore, Williams and Wilkins (1994) pp.689-763
3. Nedderman, T. A., Hartwell, G. R. and Portell, F. R. : A comparison of root surfaces following apical root resection with various burs : scanning electron microscopic evaluation, J. Endodont., 14 : 423-427, 1988.
4. Tanzilli, J. P., Raphael, D. and Moodnik, R. M. : A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques : a scanning electron microscope study, Oral Surg., 50 : 74-80, 1980.
5. Arens D. : Surgical endodontics. In : Cohen, S. and Burns, R. C., eds. Pathways of the pulp. 5th ed. St. Louis, C. V. Mosby Co. (1991) pp.594-596.
6. Gutmann, J. L. and Harrison, J. W. : Surgical endodontics, Boston, Blackwell Scientific Publications (1991) pp.238.
7. Cook, J. G. : The apical amalgam root filling for anterior teeth, J. Can. Dent. Assoc., 38 : 297-299, 1972.
8. Glassman, G. D. and Serota, K. S. : Ultra-

- sonic retropreparation : surgical endodontics 2001, *Oral health*, 82 : 15–17, 1992.
9. Pannkuk, T. F. : Endodontic surgery : the treatment phase and wound healing. part II, *Endodontic Report*, 7 : 14–19, 1992.
 10. Tidmarsh, B. G. and Arrowsmith, M. G. : Dentinal tubules at the root-ends of apicated teeth : a scanning electron microscopic study, *Int*
 11. Gilheany, P. A., Figdor, D. and Tyas, M. J. : Apical dentin permeability and microleakage associated with root-end resection and retrograde filling, *J. Endodont.*, 20 : 22–25, 1994.
 12. Richman, M. J. : The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection, *J. Dent. Med.*, 12 : 12–18, 1957.
 13. Bertrand, G., Festal, F. and Barailly, R. : Use of ultrasound in apicoectomy, *Quintessence Int.*, 7 : 9–12, 1996.
 14. Flath, R. K. and Hicks, M. L. : Retrograde instrumentation and obturation with new devices, *J. Endodont.*, 13 : 546–549, 1987.
 15. Carr, G. B. : Advanced techniques and visual enhancement for endodontic surgery, *Endodontic Report*, 7 : 6–9, 1992.
 16. Fong, C. D. : A sonic instrument for retrograde preparation, *J. Endodont.*, 19 : 374–375, 1993.
 17. Lloyd, A., Jaunberzins, A., Dummer, P. M. H., and Bryant, S. : Root-end cavity preparation using the Micromega Sonic Retrotip TM SEM analysis, *Int. Endodont. J.*, 29 : 295–301, 1996.
 18. Martin, H., Cunningham, W. and Harris, J. : A quantitative comparison of the ability of diamond and K-files to remove dentin, *Oral Surg.*, 53 : 566–568, 1980.
 19. Waplington, M., Lumley, P. J., Walmsley, A. D. and Blunt, L. : Cutting ability of an ultrasonic retrograde cavity preparation instrument, *Endodont. Dent. Traumatol.*, 11 : 177–180, 1995.
 20. Devall, R., Lumley, P. J., Waplington, M. and Blunt, L. : Cutting characteristics of a sonic root-end preparation instrument, *Endodont. Dent. Traumatol.*, 12 : 96–99, 1996.
 21. Saunders, W. P., Saunders, E. M. and Gutman, J. L. : Ultrasonic root end preparation, part 2, .microleakage of EBA root-end fillings, *Int. Endodont. J.*, 27 : 325–329, 1994.
 22. Layton, C. A., Marshall, J. G. and Morgan, L. A. : Evaluation of cracks associated with ultrasonic root end preparation, *J. Endodont.*, 21 : 225 (Abstract No. RS 39), 1995.
 23. Abedi, H. R., Van Mierlo, B. L. and Torabinejad, M. : Effects of ultrasonic root-end cavity preparation on the root apex, *J. Endodont.*, 21 : 225 (Abstract No. RS 40), 1995.
 24. Marderosian, J. C. and Glickman, G. N. : Structural changes in root following sonic and ultrasonic root-end preparation, *J. Endodont.*, 21 : 225 (Abstract No. RS 41), 1995.
 25. Frank, D. D., Antrim, L. K. and Bakland, L. K. : Effect of retrograde cavity preparations on root apexes, *Endodont. Dent. Traumatol.*, 12 : 100–103, 1996.
 26. Beling, K. L., Marshall, J. G. Morgan, L. A. and Baumgartner, J. C. : Evaluation of cracks associated with Ultrasonic root-end preparation of obturated or unobturated canals, *J. Endodont.*, 22 : 206 (Abstract No. OR 71), 1996.
 27. Waplington, M., Walmsley, A. D. and Lumley, P. J. : The incidence of root face cracking with ultrasonic retrograde preparation, *J. Dent. Res.*, 73 : 804 (Abstr. No. 138), 1994.
 28. Pecora, G. and Andreana, S. : Use of den-

- tal operating microscope in endodontic surgery, *Oral Surg*, 75 : 751–758, 1993.
29. Ruddle, C. J. : Surgical endodontic retreatment, *Calif. Dent. Assoc. J*, 19 : 61–67, 1991.
 30. El-Swiah, J. M. and Walker, R. T. : Reasons for apicectomies. A retrospective study, *Endodont. Dent. Traumatol.*, 12 : 185–191, 1996.
 31. Engel, T. K. and Steiman, H. R. : Preliminary investigation of ultrasonic root end preparation, *J. Endodont.*, 21 : 443–446, 1995.
 32. Wuchenich, G., Meadows, D. and Torabinejad, M. : A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers, *J. Endodont.*, 20 : 279–282, 1994.
 33. Mehlhaff, D. S., Marshall, J. G. and Baumgartner, J. C. : Comparison of Ultrasonic and high-speed root end preparations using matched teeth, *J. Endodont.*, 21 : 224 (Abstract No. RS 37), 1995.
 34. EIE/Analytic Technology : Mini-endo instruction manual, p9, 1997.

LEGENDS FOR FIGURES

- Fig. 3. Resected root surface before retrograde cavity preparation with a slow speed no. 2 round bur : no definite crack is seen (x 32 stereomicroscope).
- Fig. 4. Resected root surface of fig. 3 after retrograde cavity preparation with a slow speed no. 2 round bur : one short canal crack (arrow) is evident (x 32 stereomicroscope).
- Fig. 5. Resected root surface before retrograde cavity preparation with level 1 power setting of ultrasonics : two canal cracks (arrows) are evident (x 32 stereomicroscope).
- Fig. 6. Resected root surface after retrograde cavity preparation with level 3 power setting of ultrasonics : one short canal crack (black arrow) is evident, and several inadvertent scratchings (white arrows) are seen (x 32 stereomicroscope).
- Fig. 7. Resected root surface after retrograde cavity preparation with level 6 power setting of ultrasonics : no definite crack is seen (x 32 stereomicroscope).
- Fig. 8. Resected root surface after retrograde cavity preparation with level 10 power setting of ultrasonics : one canal crack (black arrow) and three dentin cracks (white arrows) are evident (x 32 stereomicroscope).

사진부도

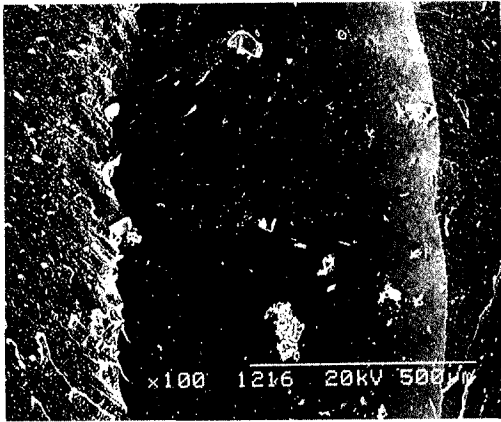


Fig. 3.

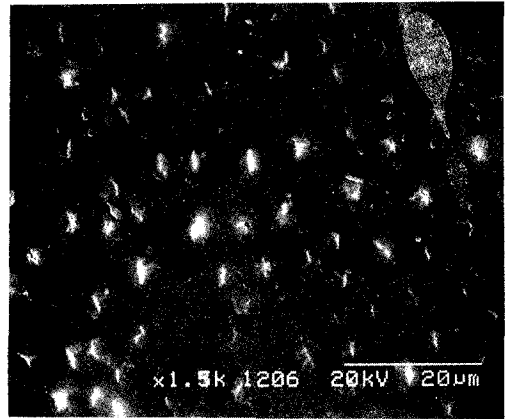


Fig. 4.

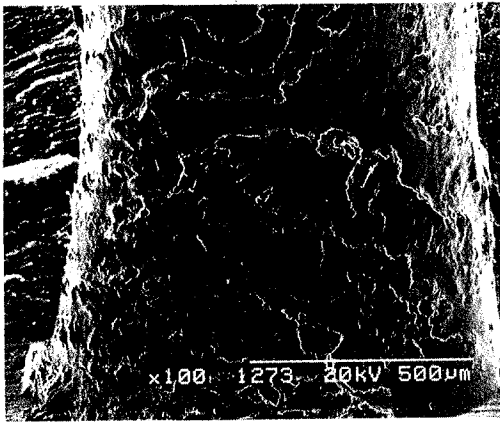


Fig. 5.



Fig. 6.

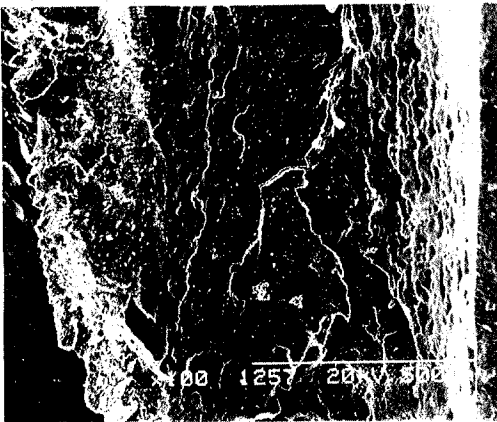


Fig. 7.

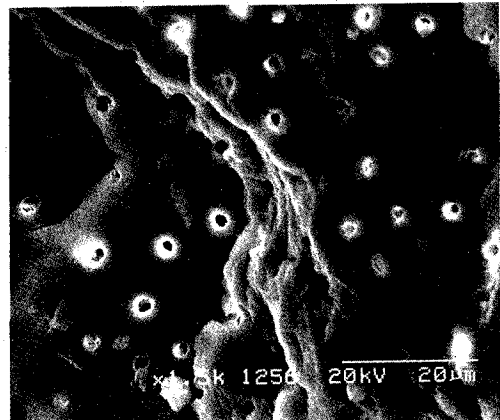


Fig. 8.