

차아염소산나트륨 처리와 멸균법이 근관 치료용 파일의 부식에 미치는 영향에 관한 연구

양원경¹ · 라윤식¹ · 이영규² · 손호현³ · 김미리^{1*}

¹서울 아산병원 치과보존과, ²서울 아산병원 치주과, ³서울대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

THE EFFECT OF NAOCL TREATMENT AND STERILIZATION PROCEDURES ON THE CORROSION OF ENDODONTIC FILES

Won-Kyung Yang¹, Yoon-Sik Ra¹, Young-Kyoo Lee², Ho-Hyun Son³, Mi-Ri Kim^{1*}

¹*Department of Conservative Dentistry, Department of Dentistry, Asan Medical Center*

²*Department of Periodontics, Department of Dentistry, Asan Medical Center*

³*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University*

A variety files made of stainless steel (S-S) or nickel-titanium (Ni-Ti) are used during endodontic treatment. The purpose of this study was to evaluate the corrosion susceptibility of S-S and Ni-Ti endodontic files. Three brands of files were used for this study: K-flex[®] S-S files (Maillefer, USA), Profile[®] Ni-Ti files (Maillefer, USA), K-3[®] Ni-Ti files (SybronEndo, USA). 120 files of each brands (21mm, ISO size #20) were divided into 12 groups according to 1) sterilization methods using Autoclave or Ethylene Oxide (E-O) gas, 2) Irrigation solutions using 5.25 % NaOCl or Saline, 3) the number of sterilization (1, 5, 10 times). After above procedures, each of the files was inspected by three examiners with a light microscope and camera at X25. Each file was judged and ranked according to the following criteria: 0: no corrosion, 1: mild corrosion, 2: moderate corrosion, and 3: severe corrosion. The files of high score were examined under the Scanning Electron Microscope.

Data were statistically analyzed with the Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$). Most of the ten time-autoclaved files had showed mild to moderate corrosion. But, one or five time-autoclaved files did not show corrosive surface. NaOCl treatment and E-O gas sterilization did not influence on corrosion. There was a significant difference in corrosion susceptibility between sterilization methods and the number of autoclaving. However, there was no significant difference between brands and file materials. [J Kor Acad Cons Dent 30(2):121-127, 2005]

Key words : K-flex[®] file, Profile[®], K-3[®] file, Autoclave, Ethylene Oxide gas sterilization, NaOCl, Corrosion

- received 2004. 8. 30, revised 2004. 10. 28, accepted 2004. 11. 9 -

* Corresponding author: **Mi-Ri Kim**

Department of Conservative Dentistry,
Department of Dentistry, Asan Medical Center,
388-1, Poongnap-dong, Songpa-gu, Seoul, Korea, 138-736
Tel : 82-2-3010-3824 Fax : 82-2-3010-6967
E-mail : kmr333@unitel.co.kr

I . 서 론

지난 40여년동안 근관 치료용 파일에는 많은 변화가 이루어져 왔다. 1960년대 이전에는 근관 치료 영역에서 carbon steel 파일이 주로 사용되었으나, 이후 stainless steel (S-

S) 파일이 carbon steel 파일보다 파절 저항이 더욱 크고 더 유연하다는 사실이 입증되면서 현재 많이 사용되고 있다¹⁾.

1988년 Walia 등²⁾에 의해 근관 치료 영역에서 처음으로 nickel-titanium (Ni-Ti) 파일의 사용이 보고된 이래로 유연성이 더욱 증가된 Ni-Ti 파일이 개발되면서 근관 치료 영역에서 기구의 일대 혁신이 이루어졌다. 고체의 Ni-Ti 합금은 형상 기억성, 초유연성, 제동 작용, 생체 친화적인 성격으로 인해 의료 분야에서 중요한 발견이 되었고, 근관 치료용 파일 이외에도 교정용 합금, 치과용 임플란트, 여러 부위의 스텐트 등 의료용 생체 재료로 광범위하게 사용되고 있다³⁾.

엔진 구동형 Ni-Ti 파일은 Ni-Ti 합금의 특성상 S-S 파일보다 유연하고 탄성 한계가 높기 때문에 치근단 전이 등 근관의 변형을 최소화할 수 있으며, 내구성이 강하고 비틀림 힘에 대한 파절 저항성이 높아 만곡 근관에서 효율적으로 사용할 수 있다⁴⁾.

근관 치료용 기구, 특히 파일에 있어서 파절 저항이나 날의 삭세 효율 등은 치료 결과에 큰 영향을 미칠 수 있는 요소이다. 이러한 물성은 근관 치료시 가해지는 기계적인 힘과, 함께 사용하는 근관 세척제, 멸균 소독 등의 과정에 의해 달라진다. 변형을 육안으로 확인하여 더 이상 사용할 수 없음을 판단할 수 있는 S-S 파일에 비해, Ni-Ti 파일은 금속의 stress나 임상적 마모를 육안으로 확인할 수 없는 경우가 대부분이어서 과잉 사용에 의한 파일의 근관내 파절 등의 문제를 일으킬 수 있다⁵⁾. 그런 이유로 Filho 등⁶⁾은 작은 크기의 Ni-Ti 파일은 다섯 번을 사용한 뒤, #30 미만의 S-S 파일은 한 번 사용한 뒤에는 버릴 것을 권장하고 있다. 따라서, 근관에 각광을 받고 있는 엔진 구동형 파일에서 물성에 영향을 미칠 수 있는 사항들에 대한 평가는 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 연구의 목적은 현재 시판중인 여러 종류의 파일에서 근관 세척제인 차아염소산나트륨 사용 여부와 파일 소독 방법 및 소독 횟수에 따른 파일 표면의 부식 정도를 주사 전자 현미경으로 관찰하여 파일 표면에 미치는 영향을 평가, 비교하는 것이다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구재료

본 실험에서는 S-S 파일인 K-flex[®] 파일 (Maillefer, Dentsply, Ballaiques, Switzerland)과 Ni-Ti 파일인 Profile[®] (Maillefer, Dentsply, Ballaiques, Switzerland), K-3[®] 파일 (SybronEndo, Orange, CA, USA) 등 세 종류의 파일을 사용하였다. 길이 21 mm의 20번 파일을 선택하였으며, Ni-Ti 파일은 .04 taper를 선택하여 총 360개의 파일이 사용되었다.

2. 연구방법

실험에 사용된 파일들은 5.25% 차아염소산나트륨으로 처리한 군과 생리 식염수로 처리한 군으로 나누었으며, 파일을 각 용액에 10분간 담가 둔 후 다음의 방법으로 각각 1회, 5회, 10회 소독을 시행하였다 (Table 1).

- 1) 고압가열멸균법 (Autoclave sterilization) : 270°F, 15psi로 30분간 소독하였다 (Full Automatic Autoclave HS9041, Hanshin medical, Korea).
- 2) Ethylene Oxide 가스 소독법 (E-O gas sterilization) : 55°C에서 E-O gas로 3시간 소독하고 8시간 통풍시켰다 (Steri-Vac EO sterilizer, 3M, USA).

파일의 소독 후, 세 명의 검사자가 무작위로 각 군의 파일의 부식 정도를 입체 현미경으로 25배의 배율로 검사하고 (Olympus SZ-PT, Tokyo, Japan), 부식이 관찰되는 파일만 사진을 찍었다.

파일의 부식 정도는 다음과 같은 범주로 분류하였다⁶⁾, 0: 부식 없음, 1: 경도의 부식 (색 변화 없이 표면 pitting), 2: 중등도의 부식 (부식 산물과 pitting), 3: 심한 부식 (금속 이단과 pitting). 심한 부식 상태인 파일들은 Scanning Electron Microscope (SEM; JSEM-820, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 시각적인 부식에 대하여 위 기준에 따라 점수를 매기고 검사자별 각 군의 점수를 합산하여 Kruskal-Wallis ANOVA로 통계 처리하였다 ($p < 0.05$).

Table 1. Classification of the experimental groups. The files in each group were immersed in 5.25% sodium hypochlorite or normal saline for 10 minutes before sterilization (36 groups, n = 10 / group).

Group	K-flex [®] file	Profile [®]	K-3 [®] file
Autoclave		1, 5, 10 times / NaOCl or saline	
E-O gas sterilization		1, 5, 10 times / NaOCl or saline	

Ⅲ. 결 과

고압가열멸균소독을 10회 시행한 파일은 경도에서 중등도의 부식 양상을 보였다. 그러나 1회나 5회 고압가열멸균소독을 시행한 파일과 E-O 가스로 소독한 파일들은 부식의 정도가 경미하여 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($p < 0.05$).

차이염소산나트륨 처리 여부와 E-O 가스 소독의 횟수는 파일의 부식 정도에 영향을 미치지 않았다 (Figure 1-4).

Kruskal-Wallis test로 분석한 결과 고압가열멸균소독과 10회 소독에서만 부식 정도에 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였으나 ($p < 0.05$), 제조사와 파일 재료 (S-S, Ni-Ti)에 따른 유의성 있는 차이는 없었다 (Figure 5-6).

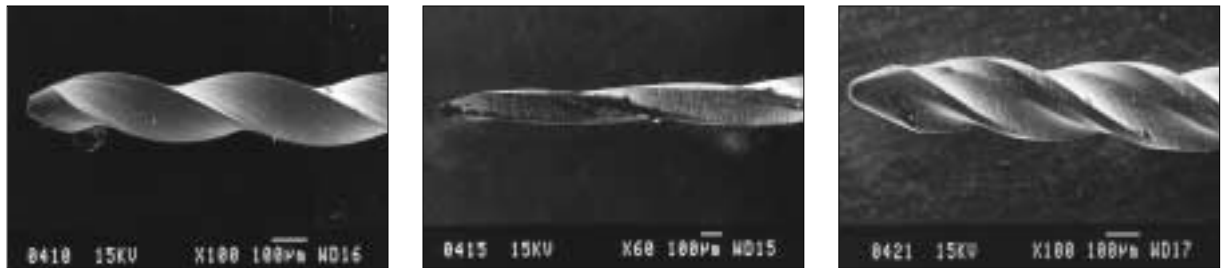


Figure 1. Low magnification of untreated K-flex® file, Profile®, and K-3® file (SEM photo).

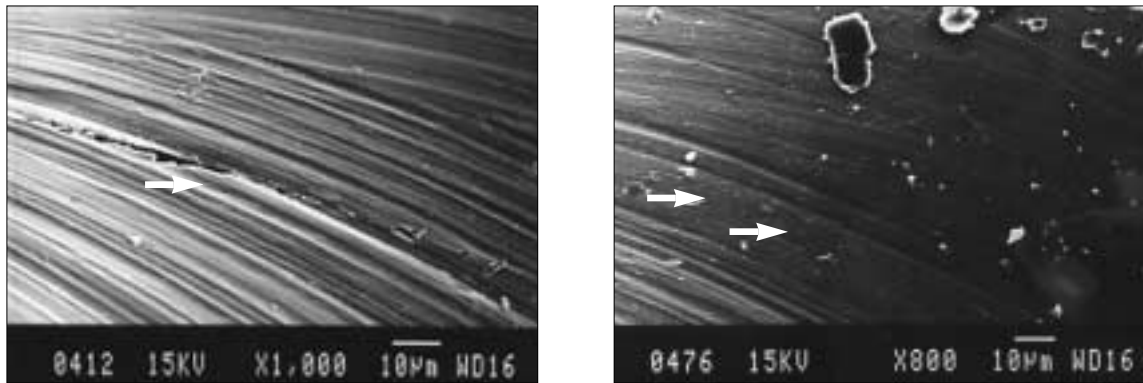


Figure 2. SEM photographs of K-flex® file treated with sodium hypochlorite and autoclaved ten-times (left arrow: fissure line, right arrows: pitting).

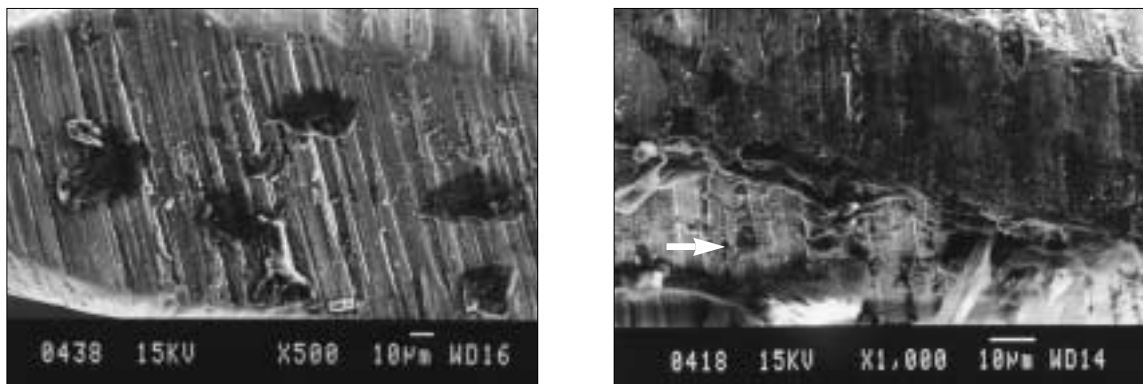


Figure 3. Low magnification (left) and high magnification (right) of Profile® treated with sodium hypochlorite and autoclaved ten-times (arrow: pitting)

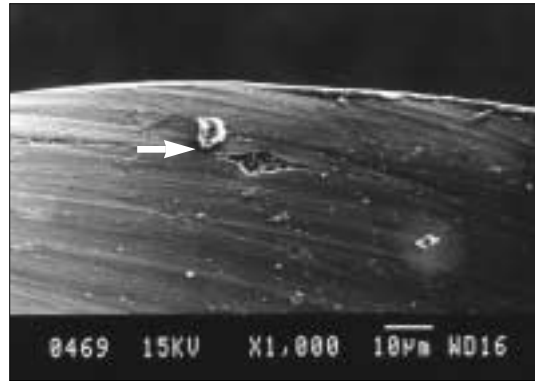
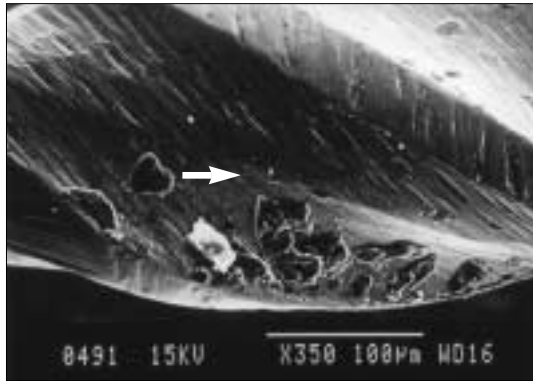


Figure 4. Low magnification (left) and high magnification (right) of K-3® file treated with sodium hypochlorite and autoclaved ten-times (arrows: pitting).

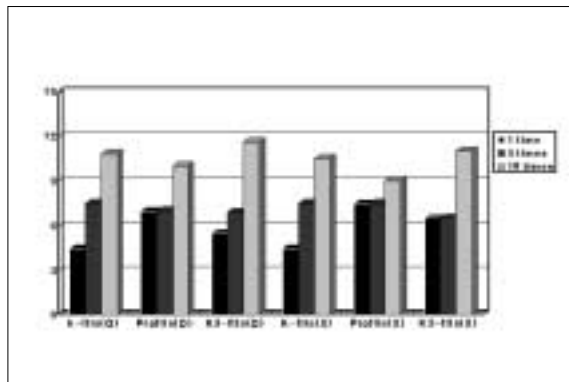


Figure 5. Sum of corrosion scores of autoclaved files (O; NaOCl, X; Saline).

Ten times-autoclaved files had significantly different from one or five times-autoclaved files ($p < 0.05$). There was no significant difference between brands and file materials.

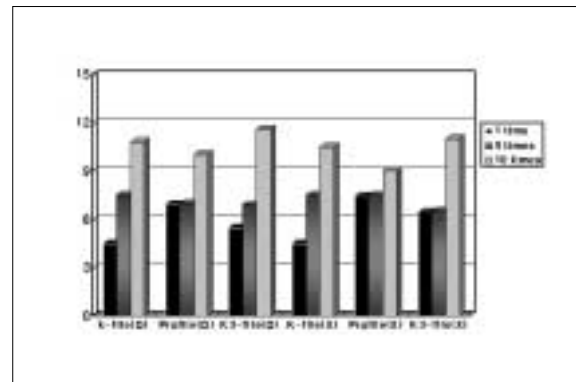


Figure 6. Sum of corrosion scores of E-O gas sterilized files (O; NaOCl, X; Saline).

EO-gas sterilized files did not showed significantly different from each other ($p < 0.05$). There was no significant difference between brands and file materials.

IV. 총괄 및 고안

생체 재료의 평가에 있어서 표면 부식과 이온 유리에 대한 저항성은 세포나 조직 적합성과는 별도로 매우 중요한 생체 적합성의 요소이다³⁾. 특히 근관 치료용 파일은 반복 소독 사용을 요하며, 파일 사용시에는 차아염소산나트륨과 같은 근관 세척제와의 지속적인 접촉 등 특수한 상황에 놓이게 되어, 이러한 과정이 재료의 물성을 약화시키게 된다⁷⁾.

지금까지 멸균소독이 파일의 삭제 효율이나 기계적 성질에 미치는 영향에 대한 여러 연구들이 있어 왔으나, 고압가열멸균소독과 E-O가스 소독이 직접적으로 파일의 부식에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 없었다. 경도의 표면 부식으로 삭제율이 무디어짐으로써 근관 치료의 효율을 떨어뜨리고, 부식의 정도가 심해질수록 표면의 pitting, crack

등이 나타나며, 기구의 파절 저항이 감소하게 된다.

본 실험에서는 1회, 5회 고압 가열 멸균 소독한 군과 E-O gas로 소독한 군보다 10회 고압 가열 멸균 소독한 군에서 부식 정도가 더 심하였다. 이는 소독 후 파일의 삭제력이 감소하는 원인으로 표면의 부식을 들 수 있다고 한 Neal 등의 연구와 유사한 결과이다⁷⁾. 또한, Hikel 등⁸⁾은 파일의 표면 부식으로 삭제 효율이 감소하며, 삭제 효율을 부식 저항의 함수로써 평가할 수 있다고 하였다.

근관 치료시 가장 많이 사용되는 근관 세척제인 차아염소산나트륨의 염소 이온에 의한 파일의 부식은 일부 보고된 바 있다⁷⁾. Stokes 등⁶⁾은 S-S 파일과 Ni-Ti 파일을 1시간 동안 5.25% 차아염소산나트륨 용액으로 처리하여 부식 정도를 측정하였는데, 부식 정도는 재료의 종류와 상관 없이 제조사에 따른 차이만 보였으며, 이는 제작 과정과 품질 관

리의 변수 때문이라고 하였다. 이는 파일의 재질에 따른 부식 정도의 차이를 보이지 않은 본 실험의 결과와 일치하나, 차아염소산나트륨 처리에 의한 결과만을 보여준 실험이므로 단순히 비교하기는 어려우며, 제조사간의 편차가 크다는 점에서 이 실험과는 다른 결과를 보인 것 같다.

Busslinger 등⁹⁾은 light-speed 파일의 차아염소산나트륨 처리 실험에서 5% 농도로 30분, 60분 처리시 부식이 관찰되었으나, 경도의 표면 부식으로 물리적인 성질의 변화는 없었으며, 실제로는 파일이 용액에 노출되는 시간이 매우 짧아 임상적 중요성은 없다고 하였다. Neal 등⁶⁾은 고압가열 멸균소독과 차아염소산나트륨에 의해 S-S 파일의 삭제 효율이 감소하며 이는 표면의 부식 때문이라고 하였다. 따라서 근관 형성시 차아염소산나트륨에 접촉한 파일은 사용 직후 닦아놓을 것을 권장하였다.

Haikel 등^{8,10)}의 실험에서는 차아염소산나트륨은 Ni-Ti 파일의 삭제 효율과 기계적인 성질 즉, stiffness, 금속의 강도, 비틀림에 의한 파절 저항 등에 유의한 영향을 미치지 않는다고 하였다. 이전의 다수의 실험에서 차아염소산나트륨에 의한 교정용 Ni-Ti wire의 부식이 발생하는 것으로 확인된 바 있고, Sakar 등¹¹⁾에 의하면, 염소 이온이 Ni-Ti 합금의 nickel 이온을 표면에서 선택적으로 유리함으로써 micropitting과 이로 인한 응력의 집중 부위가 발생하여 crack이 형성되고, 힘이 가해지면 이 부위가 파절되기 쉽다고 하였는데, 근관 치료용 파일에서는 이러한 영향이 관찰되지 않았다. Haikel 등⁸⁾은 그 원인으로 근관 세척제와의 접촉 시간 차이와 Ni / Ti 조성 차이를 들 수 있다고 하였다.

본 실험에서는 차아염소산나트륨 처리 여부가 파일의 부식에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데, 이는 마찬가지로 근관세척제와의 접촉 시간 차이와 실험 방법 자체의 차이에 기인하는 것으로 보인다.

Hurttt와 Rossman¹²⁾은 근관 치료용 파일의 완전한 멸균을 위해 가장 적합하고 효율적인 방법은 15분간 121℃, 15 파운드 압력의 포화 증기를 가하는 고압가열멸균법 (autoclave) 이라고 하였다. 증기가 차가운 표면과 접촉하면 습열이 효율적으로 유리되고 전도되어 대상물의 온도가 멸균 가능한 수준으로 빠르게 상승된다. 또한, 건조되어 있는 세균의 포자를 포함한 단백질들이 수분에 의해 쉽게 응집될 수 있다. 고압가열멸균법은 모든 미생물을 파괴할 수 있는 가장 믿을만한 방법이다. 그러나, 소독시 기구가 부식되거나 삭제날이 무디어질 수 있다는 단점이 있다¹³⁾.

E-O gas 소독법은 가스 소독법으로는 유일하게 치과용 기구의 소독에 이용되는 방법으로, 단백질과 핵산을 알킬화 시킴으로써 멸균하는 방법이다. 멸균을 위해서는 실온에서 12시간, 또는 60℃에서 3시간이 필요하다. E-O gas의 장점은, 저온과 낮은 습도에서도 높은 침투력을 가진다는 것이다. 따라서 열과 습기에 약한 기구나 재료의 소독에 유리

하다. 그러나, 가스의 독성과 발암성으로 인해 환기 시설을 포함한 특수한 시설이 필요하며, 소독된 기구도 사용 전 가스가 배출되도록 수시간 통풍시켜야 하며, 비교적 긴 시간이 소요되는 방법이다¹⁴⁾.

본 실험에서도 소독 횟수가 늘어날수록 E-O가스 소독이 고압 가열 멸균법보다 파일을 덜 부식시키는 경향을 보였다. 이는 기구의 손상 방지라는 측면에서 볼 때 파일의 멸균 소독에 더 유리한 방법이라고 볼 수 있다. 그러나, 소요시간, 비용, 장비의 보급 정도 등 실질적인 효율성 면에서 볼 때 고압가열멸균법을 E-O가스 소독으로 대체한다는 것은 비현실적으로 보인다. 또한 멸균 소독 및 근관 세척제에 의한 부식 뿐만 아니라, 다른 많은 변수들이 영향을 미칠 수 있으므로 여러 가지 조건들을 종합적으로 고려하여야 할 것으로 사료된다. 따라서 실제로 근관 내에서 파일을 사용한 후의 영향, 사용 횟수에 따른 차이, 근관의 형태와 술자의 사용 방법 등에 의한 차이 등 파일의 물성과 임상적인 성능에 미치는 영향에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

근관 치료시 많이 사용되고 있는 K-flex® S-S 파일 (Maillefer, USA)과 Profile® Ni-Ti 파일 (Maillefer, USA), K-3® Ni-Ti 파일 (SybronEndo, USA)의 부식 정도를 보기 위하여 총 360개의 20번 file을 1) 멸균소독 방법 (고압가열멸균소독, E-O gas 소독), 2) 근관세척액 (5.25% 차아염소산나트륨, 생리식염수), 3) 멸균소독 횟수 (1, 5, 10회)에 따라 36개 실험군으로 나누었다. 각각의 파일을 각 군별로 처리한 뒤, 세 명의 검사자가 광학 현미경 하에서 25배의 배율로 검사하여 0: 부식 없음, 1: 경도의 부식, 2: 중등도의 부식, 3: 심한 부식으로 점수화 하였다. 심한 부식을 보이는 파일의 표면은 SEM으로 관찰하였고 Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$)를 이용하여 통계 분석 처리하여 차아염소산나트륨 접촉 여부와 멸균소독 방법의 차이에 의한 부식 정도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 10회 고압가열멸균소독을 시행한 파일의 대부분이 경도에서 중등도의 부식을 보여 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$).
2. 1회 또는 5회 고압가열멸균소독과 E-O gas 소독을 시행한 군에서는 부식의 정도가 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($p < 0.05$).
3. 차아염소산나트륨 처리 여부는 부식의 정도에 영향을 미치지 않았다.
4. 멸균소독 방법, 횟수에 따라 부식 정도에 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였으나 ($p < 0.05$), 제조사와 파일 재료에 따른 유의성 있는 차이는 없었다.

참고문헌

1. Bahcall JK, Barss JT. Understanding and evaluating the endodontic file. *Gen Dent* 11-12:690-692, 2000.
2. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* 14:346-351, 1998.
3. Assad M, Chernyshov AV, Jarzem P, Leroux MA, Coillard C, Charette S, Rivard CH. Porous titanium-nickel for Intervertebral fusion in a sheep model: part 2. Surface analysis and nickel release assessment. *J Biomed Mater Res Part B: Applied Biomat* 64B:121-129, 2003.
4. Mize SB, Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Effect to sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 24:843-847, 1998.
5. Filho IB, Esberard RM, Leonardo RT, Del Rio CE. Microscopic evaluation of three endodontic files pre- and postinstrumentation. *J Endod* 24:461-464, 1998.
6. Stokes OW, Di Fiore PM, Barss JT, Koerber A, Gilbert JL, Lautenschlager EP. Corrosion in stainless-steel and nickel titanium files. *J Endod* 25:17-20, 1999.
7. Neal RG, Craig RG, Powers JM. Effects of sterilization and irrigants on the cutting ability of stainless steel files. *J Endod* 9:93-96, 1983.
8. Haikel Y, Serfaty R, Speisser WJM, Alleman C. Cutting efficiency of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. *J Endod* 24:736-739, 1998.
9. Busslinger A, Sener B, Barbakow F. Effects of sodium hypochlorite on nickel-titanium Lightspeed instruments. *Int Endod J* 31:290-294, 1998.
10. Haikel Y, Serfaty R, Speisser WJM, Alleman C. Mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. *J Endod* 24:731-735, 1998.
11. Sakar NK, Redmond W, Schwaninger B, Goldberg AJ. The chloride corrosion behaviour of four orthodontic wires. *J Oral Rehabil* 10:121-128, 1983.
12. Hurtt CA, Rossman LE. The sterilization of endodontic hand files. *J Endod* 22:321-322, 1996.
13. Charles et al. Sterilization or disinfection of dental instruments In: *Accepted dental therapeutics* 40th. American Dental Association, Chicago, IL, p134-150, 1984.
14. Willet NP, White RR, Rosen S. Disinfection and sterilization In: *Essential Dental Microbiology*. Appleton & Lange, East Norwalk, CO, p58-61, 1991.

국문초록

차아염소산나트륨 처리와 멸균법이 근관 치료용 파일의 부식에 미치는 영향에 관한 연구

양원경¹ · 라윤식¹ · 이영규² · 손호현³ · 김미리^{1*}

¹서울 아산병원 치과보존과, ²서울 아산병원 치주과, ³서울대학교 치과대학 치과보존학교실

근관 치료시 많이 사용되고 있는 K-flex[®] S-S 파일 (Maillefer, USA)과 Profile[®] Ni-Ti 파일 (Maillefer, USA), K-3[®] Ni-Ti 파일 (SybronEndo, USA)의 부식 정도를 보기 위하여 총 360개의 20번 file을 1) 멸균소독 방법 (고압가열 멸균소독, E-O gas 소독), 2) 근관세척액 (5.25% 차아염소산나트륨, 생리식염수), 3) 멸균소독 횟수 (1, 5, 10회) 에 따라 36개 실험군으로 나누었다. 각각의 파일을 각 군별로 처리한 뒤, 세 명의 검사자가 광학 현미경 하에서 25배의 배율로 검사하여 0: 부식 없음, 1: 경도의 부식, 2: 중등도의 부식, 3: 심한 부식으로 점수화 하였다. 심한 부식을 보이는 파일의 표면은 SEM으로 관찰하였고 Kruskal-Wallis test ($p < 0.05$)를 이용하여 통계 분석 처리하여 차아염소산나트륨 접촉 여부와 멸균소독 방법의 차이에 의한 부식 정도를 평가하였다. 그 결과 고압가열멸균소독을 10회 시행한 파일은 통계적으로 유의한 차이를 보여 부식 정도가 심하였고, 1회나 5회 고압가열멸균소독을 시행한 파일과 E-O 가스소독한 파일들은 부식의 정도가 경미하여 통계적으로 유의하지 않았다. 차아염소산나트륨 접촉 여부와 제조사 혹은 파일 재료에 따른 유의성 있는 차이는 없었다

주요어 : K-flex[®] 파일, Profile[®], K-3[®] 파일, 고압가열멸균소독, E-O gas 소독, 차아염소산나트륨, 부식