

## 근관세척액과 방법에 따른 세균제거 효과에 관한 실험적 연구

원광대학교 치과대학 치과보존학교실

강인호 · 임미경

### I. 서 론

성공적인 근관치료를 위해서는 근관의 석회화된 성분을 기계적으로 제거하며, 유기성분을 용해시키고 살균해야 한다<sup>1)</sup>. 세균 감염은 근단부 병소가 발생하는 주요한 원인이므로 근관형성에서 세균을 제거하거나 수를 감소시키는 것은 근관형성의 주요한 목적이 되고 있다. 근관은 형태가 불규칙하여 유기 조직의 완전한 제거를 방해하며, 이러한 근관의 구조가 근관치료후 재감염의 주요한 원인으로 보고된 바 있다<sup>2)</sup>. 따라서 근관치료시는 파일등의 기구로 도달되지 않는 부위는 적절한 근관세척액을 병행하여야 근관감염을 방지할 수 있다.

근관세척액의 기계적 화학적 효능이 충분히 발휘되기 위해서는 근관의 모든 부위에 접촉되어야 하는데, 근관의 만곡도, 근관세척액을 적용하는 방법, 사용된 근관세척액의 양 등의 인자가 영향을 미치는 인자이다<sup>3)</sup>. 근관세척액으로는 NaOCl이 가장 먼저 사용되었고 이후 많은 용액이 근관세척액으로 사용되어 왔으며, 또한 근관세척액을 근관에 주입하는 방법도 다양하게 보고된 바 있다<sup>4)</sup>. NaOCl은 유기 조직을 용해하고 항균력이 강하며 임상적인 생체적 합성이 비교적 우수하므로 주사기에 넣어서 사용하는 방법이 사용되며 농도로는 0.5%에서 5.25%까지 사용되고 있다<sup>5,7)</sup>. Treanor 등<sup>8)</sup>은 발거한 치아에 인위적으로 *Streptococcus mutans*를 감염시켜 근관치료시 사용되는 약제의 살균효과를 평가하였으며, Martin<sup>9)</sup>은 수중 세균에 대하여 수중 근관세척액이 나타내는 항균효과를 비교하여 5.25% NaOCl이 우수한 살균작용을 보였다고 하였다.

초음파기구로 근관을 형성하면, 초음파기구에서 파생되는 sonication에너지가 살균작용을 나타냄을 보고하였다<sup>10)</sup>. 초음파기구를 근관형성에 사용하면 근관의 정화효과가 증진되는데, 이는 cavitation, 화학작용, 초음파기구를 사용시 발생하는 열과 acoustic streaming에 기인한 것으로 생각되고 있다<sup>11)</sup>. Cavitation작용으로 인한 충격과 stress 파동이 물리적으로 작용하여 세균을 용해시키거나 세포막을 파괴시키며 국소적인 열의 gradient가 생겨서 근관세척액의 화학적인 활성을 증가시킨다<sup>12, 13)</sup>. 결국 file 등의 진동에 의한 근관세척액의 온도상승으로 인하여 근관세척액의 화학적인 활성을 더욱 증가시킬 수 있다<sup>14, 15)</sup>. 이러한 모든 인자가 합하여져 감염근관에서 살균효과를 증진시키는 결과가 된다<sup>16, 18)</sup>.

Takagi<sup>19)</sup>는 초음파와 NaOCl을 동시에 사용한 생체내 및 생체외에서 실험에서 근관벽의 정화효과가 우수하였고, 환자의 내원수를 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

Martin과 Cunningham 등<sup>20)</sup>은 초음파기구를 이용한 방법이 통법보다 우수하다고 하였고, Cameron 등<sup>21)</sup>도 이를 입증하였다. 또한 Cunningham 등<sup>22)</sup>은 Endosonic과 주사기를 이용한 통법의 근관형성법이 *Bacillus subtilis*에 미치는 항균효과를 비교하여, Endosonic이 더욱 우수한 항균효과를 나타내었다고 하였다. 한편 초음파기구의 도달충제거 효과에 관여하는 초음파기구가 통법보다 효과적으로 도달충을 제거한다는 보고와, 도달충의 제거에 거의 효과가 없다는 보고등이 상반되어 발표된 바 있다<sup>23)</sup>.

이상의 연구들은 초음파기구를 사용시 근관내 세균 제거효과가 증진된다고 보고하였으나, 이들의 실험

은 호기성 세균을 대상으로 하였으며, 근관내 세균 제거 효과보다는 근관벽의 정화 효과에 중점을 둔 것으로 사료되어 혐기성 세균을 포함한 세균의 제거에 관한 보다 포괄적인 연구가 필요하다고 할 수 있다. 따라서 본 실험은 근관세척시 임상에서 통법으로 사용하는 주사기를 이용한 방법과 최근 사용되고 있는 초음파기구를 이용하여 근관세척한 경우에서 근관세척액의 항균효과에 차이가 나타나는지를 비교하며, 3종의 근관세척액이 호기성세균 4종과 혐기성세균 2종에 대하여 나타내는 상대적인 항균력의 차이를 관찰하고자 하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 근관형성

발거후 생리 식염수에 보관한 사람의 치아중 15도 이상의 만곡도를 가진 치아는 배제하여, 전치와 단근인 소구치 60개를 실험에 사용하였다.

치아표면의 치주조직 잔사는 물로 세척하고 초음파기구로 제거하였다. 일반적인 방법으로 근관외동을 형성하고, 10번 K-file을 이용하여 근침공을 약간 넘어가게 한 후, 다시 근침에서 약 1mm정도 짧게 되도록 하여 각 치아의 근침공의 크기와 유사한 번호의 K-file을 선택하여 근관장을 결정하였다.

근관형성은 K-file을 이용하여 step-back방법을 사용하였고, 3% NaOCl로 근관을 세척하였다. 근침공 확대가 최소한 35번 기구 이상인 근관만을 실험에 사용하였으며, 근관 확대가 완성된 치아는 ethylene oxide 가스로 소독하여 본 실험에 사용하였다.

### 2. 세균 준비

본 실험에서는 *Streptococcus mutans*(ATCC 10449), *Staphylococcus aureus*(ATCC 25923) *S. sanguis*(ATCC 10556), *E. coli*(ATCC 25992)등 호기성 세균 4종과 *Streptococcus intermedius*와 *Clostridium perfringens*등 혐기성세균 2종을 사용하였다.

호기성세균은 표준균주를 사용하였고, 혐기성세균은 환자에게 분리배양된 세균을 사용하였다. *E. coli*는 선택배지인 McConkey agar에 1일 순수배양하고, 나머지 5종의 세균은 면양혈액한천배지를 이용하여 1일간 순수배양하였다. 혐기성세균의 배양에 사용한 배지는 혐기성배양기(Coy Laboratory,

USA)에서 약 4시간 미리 환원시켜 실험에 사용하였다.

분광광도계(Spectronic 20, Corning)의 420mm에서 흡광도가 약 1.0이 되도록 각각의 균주를 생리식염수로 조정하였다. 균집락수를 세기 위하여, 1:1, 1:10, 1:10<sup>2</sup>, 1:10<sup>3</sup>, 1:10<sup>4</sup>, 1:10<sup>5</sup>, 1:10<sup>6</sup>, 1:10<sup>7</sup>, 1:10<sup>8</sup>으로 균주를 생리식염수로 순차적으로 희석한 후 1:10<sup>6</sup>, 1:10<sup>7</sup>, 1:10<sup>8</sup> 희석액을 0.1ml씩 면양혈액한천배지에 유리봉을 이용하여 균일하게 퍼지도록 접종하였다.

호기성세균은 CO<sub>2</sub>배양기(VS-9108 MS, 비전과학, 한국)에 1일간 배양하고 혐기성세균은 혐기성배양기에 3일간 배양한 후, 1:10<sup>7</sup>, 1:10<sup>8</sup> 희석액을 접종한 배지에서 균수를 대략적으로 산정하였다.

### 3. 근관내 세균주입 및 근관세척

무균인 clean bench(KMC-1400 LS, 비전과학, 한국)에서 준비한 치아의 근관에 각 균액을 20μl씩 접종하였다. 접종시는 근관에 도달가능한 가장 깊은 부위까지 파이펫을 느슨하게 적합시켜 접종하고 약 30분간 방치하였다.

근관세척은 3종류의 근관세척액을 사용하여 5ml 주사기와 초음파기구(Apoza Ultrasonic Unit SEII, Apoza Enterprise Co., Taiwan)를 이용하여 각각 근관을 세척하였으며, 근관세척액의 종류와 세척방법에 따라 6개의 군으로 분류하여 각 군당 5개의 치아를 사용하였다.

근관세척액의 적용시간은 20초로 하였으며, 근관세척액의 종류로는 3% NaOCl, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 사용하였으며, 대조군 용액으로 생리식염수를 사용하였다.

세척시는 5ml주사기를 40도 정도 구부려서 근관에 넣은 후 각 근관세척액 5ml으로 근관세척하는데 20초가 소요되도록 하였다. 초음파기구로 근관세척한 경우에도 20초간 각 근관세척액이 5ml씩 근관에 주입되도록 하였으며, 10번 K-file을 근관의 도달가능한 가장 깊은 부위까지 넣어서 사용하였다.

### 4. 세균배양과 세균수 측정

소독된 35번 paper point를 근관당 3개를 각각 사용하여 형성된 근관의 근침까지 넣어 1분간 방치한 후 생리식염수 1.5ml이 담긴 시험관에 옮겼다.

시험관을 Vortex mixer에서 1분간 진탕하여 세균이 paper point에서 떨어지도록 한 후 0.1ml을 취하여 1:1, 1:10, 1:10<sup>2</sup>, 1:10<sup>3</sup>으로 순차적으로 희석한 후 각각 100 $\mu$ l씩 취하여 면양천혈액배지에 도포하였다. 호기성 세균은 37 $^{\circ}$ C CO<sub>2</sub> 배양기에 1일 배양하고, 혐기성 세균은 혐기성세균 배양기에 3일 배양한 후, colony counter로 균집락 형성단위를 측정 한 후 ml당 균집락수를 계산하였다.

근관세척방법의 차이에 따른 세균집락 형성단위의 차이와 근관세척액에 의한 세균집락형성단위의 차이는 t-test와 ANOVA로 각각 통계검정하였다.

### III. 실험성적

*S. aureus*는 3% NaOCl을 근관세척액으로 사용한 경우에서 주사기를 사용한 경우와 초음파기구를 사용한 경우 모두 세균집락이 형성되지 않아서 3가지 근관세척액 중 가장 강한 세균제거 효과를 보였다. 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 생리식염수보다 근관내에서 *S. aureus*를 제거하는 효과가 우수하였다. 생리식염수를 초음파로 사용한 경우는 주사기로 세척한 경우보다 유의한 세균성장억제 효과를 보였으며( $p < 0.05$ ), 생리식염수를 주사기를 이용하여 근관을 세척한 경우는 기타의 5가지 경우보다 세균제거 효과가 낮았다( $p < 0.01$ ). 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 초음파기구를 사용한 경우가 주사기를 사용한 경우보다 세균집락의 형성이 많았으나, 이들간의 통계적 유의성은 인정되지 않았다(Table 1).

*S. mutans*는 3종류의 근관세척액 모두에서 근관세척방법의 차이에 따른 세균제거 효과의 차이를 보이지 않았다. NaOCl용액으로 초음파기구를 이용하여 근관을 세척한 경우는 근관내의 세균을 모두 제거하였으며, 생리식염수를 주사기에 넣어 사용한 경우에서 세균제거 효과가 낮았다.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>용액을 주사기나 초음파기구를 이용하여 세척한 경우가 주사기에 생리식염수를 넣어 근관을 세척한 경우보다 우수한 세균억제 효과를 보였다( $p < 0.01$ ). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 주사기를 사용한 경우와 초음파를 사용한 경우에서 세균집락 형성수가 비슷하게 나타났다. 또한 3% NaOCl은 주사기로 세척한 경우에는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 세균제거 효과가 비슷하였다(Table 2).

Table 1. The effects of root canal irrigations on colony forming units(CFU) of *S. aureus*.

Irrigation solution	Irrigation method	Manual mean $\pm$ SE (standard error)	Ultrasonic mean $\pm$ SE
	Normal Saline		7.0 $\times$ 10 <sup>3</sup> $\pm$ 1.3 $\times$ 10 <sup>3</sup>
3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		43.0 $\pm$ 22.5	1.3 $\times$ 10 <sup>2</sup> $\pm$ 67.9
3% NaOCl		0	0

Table 2. The effects of root canal irrigations on colony forming units(CFU) of *S. aureus*.

Irrigation solution	Irrigation method	Manual mean $\pm$ SE	Ultrasonic mean $\pm$ SE
	Normal Saline		2.1 $\times$ 10 <sup>3</sup> $\pm$ 1.0 $\times$ 10 <sup>3</sup>
3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		42.4 $\pm$ 15.7	44.2 $\pm$ 16.6
3% NaOCl		18.3 $\pm$ 15.9	0

*E. coli*에서도 3종류의 근관세척액 모두에서 근관세척방법의 차이에 의한 세균제거 효과의 차이는 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ). NaOCl은 가장 강한 항균효과를 나타내어 주사기를 사용한 경우와 초음파를 사용한 경우 모두에서 세균집락이 형성되지 않았다. 생리식염수와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 주사기를 사용한 경우와 초음파기구를 사용한 2가지 모두에서 비슷한 수의 세균집락 형성단위를 나타내어 이들 용액의 세균제거 효과는 비슷하였다. 또한 생리식염수와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 두 용액 모두 초음파기구를 사용한 경우가 주사기를 사용한 경우보다 세균집락수가 적게 형성되었으나, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. ( $p < 0.01$ ). 생리식염수를 주사기로 사용한 경우와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 주사기로 사용한 경우가 비슷한 세균집락 형성을 보였으며, 생리식염수를 초음파로 사용한 경우와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 초음파로 사용한 경우에서 비슷한 세균집락을 보여서 *E. coli*에 대하여는 생리식염수와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 세균제거 효과가 유사하였다(Table 3).

*S. sanguis*에서도 3종류의 근관세척액이 주사기를 사용한 경우와 초음파기구를 사용한 경우에서 방법에

다른 세균제거 효과의 차이는 유의하게 나타나지 않았다. NaOCl은 주사기를 사용한 경우와 초음파 기구를 사용한 2가지 모두에서 생리식염수와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 비하여 세균제거효과가 우수하였다. NaOCl은 주사기나 초음파기구를 사용한 모든 경우에서 세균 집락이 형성되었는데, 통계적인 유의성은 인정되지 않았지만 초음파기구를 사용한 경우에서 균 집락이 더 많이 형성되어 오히려 초음파기구의 세균제거 효과가 약하게 나타났다. 또한 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 생리식염수 용액은 초음파를 사용한 경우나 주사기를 사용한 경우에서 모두 비슷한 수의 세균집락을 형성하여 이 균주에 대하여는 2가지 근관세척액의 세균제거 효과가 유사하였다(Table 4).

*S. intermedius*(Table 5)는 생리식염수를 근관세척액으로 사용한 경우에서 초음파기구로 세척한 경우가 주사기로 세척한 경우에 비하여 세균제거 효과가 우수하였다( $p < 0.05$ ). NaOCl은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>나 생리식염수에 비하여 강한 세균제거효과를 보였으며, 초음파를 사용한 경우에는 세균집락이 형성되지 않았다. 또한 생리식염수를 주사기에 넣어 세척한 경우보다 NaOCl로 세척한 경우와 초음파를 이용하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로 세척한 세균제거 효과가 우수하였다(Table 5).

*Clostridium perfringens*는 3종류의 용액 모두에서 세척방법의 차이에 따른 세균제거 효과의 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 또한 3종류의 근관세척액을 2가지 방법으로 세척한 모든 6가지 경우에서 이들간의 세균집락의 형성수에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며, NaOCl을 주사기에 넣어서 세척한 경우와 초음파로 세척한 경우에서 모두 세균집락이 형성되어 다른 세균에 비하여 NaOCl용액의 세균제거능력이 비교적 약하게 나타났다(Table 6).

Table 3. The effects of root canal irrigations on colony forming units(CFU) of *E. coli*.

Irrigation method solution	Manual mean± SE	Ultrasonic mean± SE
Normal Saline	4.5×10 <sup>2</sup> ±2.8×10 <sup>2</sup>	0.25×0.02
3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5.4×10 <sup>2</sup> ±2.7×10 <sup>2</sup>	0.6×0.06
3% NaOCl	0	0

Table 4. The effects of root canal irrigations on colony forming units(CFU) of *S. sanguis*.

Irrigation method solution	Manual mean± SE (standard error)	Ultrasonic mean± SE
Normal Saline	4.0×10 <sup>3</sup> ±4.1×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>3</sup> ±3.7×10 <sup>2</sup>
3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2.4×10 <sup>3</sup> ±8.1×10 <sup>2</sup>	3.0×10 <sup>3</sup> ±1.5×10 <sup>2</sup>
3% NaOCl	4.0±2.5	20±20

Table 5. The effects of root canal irrigations on colony forming units(CFU) of *S. intermedius*.

Irrigation method solution	Manual mean± SE (standard error)	Ultrasonic mean± SE
Normal Saline	1.1×10 <sup>3</sup> ±34.9	2.3±0.8
3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	43.0±23.3	8.8±4.3
3% NaOCl	0.5±0.05	0

Table 6. The effects of root canal irrigations on colony forming units(CFU) of *C. perfringens*.

Irrigation method solution	Manual mean± SE (standard error)	Ultrasonic mean± SE
Normal Saline	9.0±8.7	12.3±2.8
3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	12.0±6.8	4.2±1.7
3% NaOCl	0.2±0.02	6.0±0.03

#### IV. 총괄 및 고찰

기계적인 근관형성 뒤에도 치수조직 잔사와 세균은 근관의 불규칙한 부분에 잔존하게 되므로 근관세척을 병행하여 근관을 소독하고 정화해야 한다<sup>24)</sup>. 근관형성은 기구뿐 아니라 근관세척액을 병행하여 사용하여야만 하는데, 파일등의 기구가 근관내의 치수조직잔사, 오염된 상아질삭편 등을 제거하여 근관세

척액이 근관밖으로 이들을 씻겨나가게 한다. 근관 세척액은 화학적으로 치수조직을 용해시키거나 살균하는 작용보다는 오히려 기계적으로 근관내의 물질을 제거해내는 능력이 더욱 중요하다고 보고된 바 있다<sup>25)</sup>. Ram<sup>26)</sup>은 근관세척액이 효과를 발휘하기 위하여는 근침부의 확대가 최소한 40번 이상은 되어야 한다고 하였으며, McComb 등<sup>4)</sup>도 협소한 근관에서 근관세척액이 효과적으로 사용되기 어렵다고 하였다. 근관세척액을 근관내에 주입하는 방법도 근관 세척 효과에 영향을 미칠 수 있는데, 주사기로 일단 근관내에 옮긴 세척액을 파일을 이용하여 근침부에 접촉시키는 방법도 있으며, 마취에 사용하는 주사기를 사용하는 경우 혹은 측벽에 가는 구멍이 뚫린 주사기를 이용하여 효과적인 세척을 시도한 경우도 있다<sup>27)</sup>. 이상과 같이 근관의 크기, 근관세척액을 주입하는 방법, 세척시 사용하는 주사기의 직경, 세척액이 도달되는 근관의 깊이 등도 영향을 미친다고 알려져 있다<sup>28, 29)</sup>.

Baker 등<sup>25)</sup>은 수종의 근관세척액으로 근관을 세척한 후 근관내에서 세균이나 상아질 삭편 잔사를 제거하는 능력에 차이가 없어서 근관세척액의 종류보다는 사용하는 양이 더욱 중요한 인자라고 보고 하면서 독성이 없는 생리식염수를 근관세척액으로 추천한 바 있다. Foley 등<sup>30)</sup>은 *Bacteroides melaninogenicus*를 실험적으로 근관에 감염시킨 후 Clorox와 Gly-oxide, 생리식염수 등 3종의 근관세척액으로 세척한 후 균주의 제거효과를 관찰할 결과 Colrox는 세균의 제거효과가 우수하였지만 생리식염수는 제거효과가 거의 없다고 보고하였다.

근관세척액으로는 증류수로부터 농축된 산에 이르기까지 다양하게 생체외에서 연구되고 사용되어 왔으며, 그 중 파일등의 수송기구로 근관을 형성하면서 NaOCl로 근관을 세척하는 방법이 가장 널리 사용되는데, NaOCl은 강한 항균효과와 아울러 유기성분을 용해시키는 효과가 있다<sup>31, 32)</sup>.

NaOCl로 세척 후 근관벽에는 도말층이 남게 되는데<sup>27, 33)</sup> 이 도말층은 석회화된 물질잔사가 주요한 성분이며, 근관형성시 사용하는 기구의 삭제동작으로 인하여 상아세균을 폐쇄하게 된다<sup>34)</sup>. 이러한 도말층의 존재가 근관치료의 성공여부에 미치는 영향에 관하여는 아직 논란이 있으나, 도말층의 생성을 방지하거나, 이미 형성된 도말층을 제거하는 기술연

구가 중요시되고 있다<sup>35)</sup>. 도말층을 제거해야 하는 이유로는 이 도말층은 세균을 포함하고 있을 뿐 아니라, 상아세관내에 세균이 생존할 수 있도록 상아세관을 폐쇄하며, 상아세관내로 근관세척액이 도달할 수 없게 하여, 효과적인 항균력을 발휘할 수 없게 한다<sup>36)</sup>. 또한 근관의 충전시에도 근관충전제와 근관벽관의 밀착성을 감소시키는 것으로 알려져 있다<sup>37)</sup>. 근관형성의 결과 근관벽에 생성되는 도말층을 제거하기 위하여 최근에는 EDTA, 구연산 등을 사용하거나, EDTA와 NaOCl을 병행하여 사용하기도 하고, 초음파기구를 이용하여 근관을 세척하기도 한다<sup>38-41)</sup>.

초음파를 근관치료에 이용할 수 있는 근거는 초음파의 직선적 효과(straight on-going effect)와 방사압(radiating pressure) 및 캐비테이션 효과로 인하여 근관세척액의 온도를 상승시켜 살균작용을 도울 수 있으며, 초음파를 이용하여 근관을 형성하고 세척하면 근관벽에 초음파가 압력으로 작용하게 되므로 이 압력을 적절히 유지시켜서 근관벽의 삭제와 세정뿐 아니라 부근관의 세정효과도 기대할 수 있다고 하였다<sup>42)</sup>. 초음파기구가 통법에 비하여 도말층 제거효과가 우수하다는 보고도 있으며<sup>22, 43)</sup> 반면 도말층 제거에 거의 효과가 없다는 주장도 있다<sup>3, 44)</sup>.

Moorer 등에 의하면 초음파기구는 NaOCl의 유기조직 용해효과와 소독효과를 증진시켜, 근관내에서 더욱 우수한 살균효과를 나타낸다고 하였다<sup>7)</sup>. Cameron 등<sup>21)</sup>은 발견된 치아에 근관세척액으로 증류수를 사용하여 근관형성하여 근관벽에 도말층을 생성시킨 다음, 증류수와 여러 농도의 NaOCl용액을 이용하여 근관세척한 후 도말층의 제거효과를 비교한 결과, NaOCl용액과 초음파간에는 상승효과가 나타나서 더욱 효과적으로 근관을 형성함을 보고하였다. 또한 Sjogren 등<sup>37)</sup>은 감염된 근관을 치료시 초음파의 항균효과를 임상적으로 평가한 바 있다. 0.5% NaOCl용액을 사용하여 근관을 세척하였으며, 내원 기간 동안 다른 항균제는 사용하지 않았는데 초음파를 사용한 경우가 수송기구만을 사용한 증례보다 세균제거효과가 우수함을 보고하였다.

또한 Brisen 등<sup>45)</sup>은 발견한 사람의 치아에 *E. coli*와 *S. mutans*를 실험적으로 감염시키고 1%와 2%의 NaOCl을 1:100으로 희석시킨 용액 chlorohexidine제제인 Fokalhydran I, II를 1:10으로 희석하여

주사기를 이용한 방법과, 초음파를 이용한 방법으로 각각 근관세척하여 항균효과를 비교한 바 있다. 이 연구에서는 2% NaOCl용액으로 초음파기구를 이용하여 근관세척한 경우가 두 세균 모두에 가장 약한 항균력을 나타내어 Cameron의 결과와는 상반되어 나타났다.

본 실험에서 *S. aureus*에서는 NaOCl용액으로 근관세척한 경우에는 근관내에 감염된 세균이 모두 제거되어 강한 항균력을 보였다.  $H_2O_2$ 는 NaOCl보다 항균력이 약하여 감염시킨 세균이 남아서 세균집락을 형성한 것으로 보이며, 생리 식염수보다는 세균제거 효과가 우수하게 나타났다. 그러나 NaOCl과  $H_2O_2$  모두에서 초음파로 세척한 경우가 통상 사용되는 주사기를 사용한 방법에 비하여 우수한 세균제거 효과를 보이지 않았으며, 초음파기구는 생리식염수를 세척액으로 사용한 경우에서만 주사기를 사용한 경우보다 세균제거 효과가 우수하였다. *S. mutans*에서도 역시 NaOCl이 가장 강한 세균제거능을 나타내어 초음파로 세척한 경우는 균 집락을 완전히 제거하였으며, 주사기를 사용한 경우에는 균 집락이 형성되었으나 이들 방법간에는 유의한 차이가 없었다. 이 균주에 대하여는 실험한 6가지 방법중에서 생리식염수를 주사기로 통하여 세척한 경우만이 다른 5가지 방법에 비하여 세균제거 효과가 유의하게 낮았다. *E. coli*에서는 실험한 6가지 방법 중 세균제거 효과의 차이가 통계적으로 인정되지는 않았지만 NaOCl이 세균집락의 형을 역성을 억제하여 가장 항균력이 강함을 의미하였다. *S. sanguis*의 경우에는  $H_2O_2$ 의 세균제거 효과가 생리식염수와 비슷한 정도로 나타나서 기타 다른 균주와는 다른 양상을 보였지만 NaOCl의 세균제거 효과의 우수성은 인정되었다.

협기성세균이 *S. intermedius*와 *C. perfringens*를 실험시는 배지를 미리 혐기성 배양기에서 환원시켜 근관내의 잔존세균이 쉽게 부착하여 자랄 수 있는 상태로 만들어 주고자 하였다. 혐기성 세균은 공기 중에 노출되면 즉시 죽는 것이 아니고, 균주에 따라 어느 정도의 산소저항능을 가지므로<sup>46)</sup> 본 실험에서는 배양을 제외한 전 실험과정을 clean bench 상에서 수행하였다.

*S. intermedius*에서는 생리식염수로 근관을 세척한 경우에서 초음파기구가 주사기에 비하여 우수한 세균제거 효과를 보였으며, NaOCl을 초음파를 이용

하여 근관을 세척한 경우에는 세균이 완전히 제거되었다. *C. perfringens*는 실험에 사용한 6가지 방법에 따른 세균제거 효과의 차이가 유의하게 나타나지 않았으며, NaOCl을 사용한 경우에서도 세균을 완전히 근관내에서 제거하지 못하였다.

*S. intermedius*와 *C. perfringens*에서 나타난 상기의 결과는 이들 균주가 NaOCl이나  $H_2O_2$ 에 대하여 갖는 내성이 비슷하며 또한 NaOCl이 이들 세균에 대하여 나타내는 항균력이 다른 호기성세균과 비교적 미약하기 때문인 것으로 사료된다. 또한 이 세균의 성장에 영향을 미치는 결정적인 인자가 근관세척액의 항균력보다는 clean bench내의 산소에 대한 저항능의 차이에 기인하거나 각 세균이 근관내 상아질에 대하여 갖는 부착능의 차이에 의하여 영향을 받는다고 추론할 수 있다. *C. perfringens*에서 근관세척 방법이나 세척액에 따른 세균제거 효과가 인정되지 않았는데, 이 세균의 경우는 산소에 대한 저항성이 약하여 근관내 잔존에 영향을 미치는 인자가 근관세척액 자체나 초음파 작용보다는 산소에 의한 위해효과가 가장 큰 역할을 담당하기 때문인 것으로 사료된다. 이와는 달리 혐기성 세균인 *S. intermedius*는 산소에 대한 저항성이 비교적 강하여 생리식염수를 초음파로 세척하면 세균제거 효과가 증진되어 이 세균에 위해효과를 보이는 것으로 사료된다. Cameron 등<sup>43)</sup>이 보고한 초음파기구와 NaOCl간의 상승작용은 주사전자현미경하에서 관찰한 소견이며, 본 실험에서는 근관의 잔사제거효과는 관찰하지 않고 세균의 제거효과만을 관찰하였는데, 이들간의 상승작용은 *S. aureus*와 *S. intermedius* 등 2균주에서만 나타났다. 이는 NaOCl의 항균작용이 강력하여 주사기를 사용한 3%의 농도로는 집중한 5종의 세균을 살균하기에 충분하기 때문으로 보인다.

본 실험의 결과로 임상에서 초음파기구를 사용하여 세균제거 효과가 증진되는 경우는 생리식염수와 같이 근관세척액 자체의 항균력이 약한 경우에 해당되며, NaOCl등과 같은 항균력이 강한 세척액을 사용하는 경우는 초음파를 이용한 부가적인 세균제거의 증진 효과는 기대할 수 없는 것으로 사료된다. 이것은 그 자체의 항균력이 충분히 강한 근관세척액을 사용하는 경우에는 초음파기구 자체가 갖는 cavitation효과, 초음파전도에 의한 온도상승 효과등이 항균력에 비하면 미미하여 세균제거능에 큰 도움을 주지 않는

다고 추론할 수 있다. 또한 모든세균에 대하여 초음파에 의해 세균제거효과가 증진되는 것은 아니며, 근관세척액 중 비교적 항균력의 범위가 약한 세척액의 경우에만 해당되는 것으로 사료된다. 따라서 초음파기구를 사용하면 부근관세척이나 부근관의 소독효과를 크게 증진시키기는 어려우며, 부근관의 정화는 강력한 항균력을 가진 근관세척액을 사용하여 가능하리라고 사료된다. 다만 생체적합성이 우수한 생리식염수로 세척하는 경우에는 제한된 범위에서 부가적인 소독효과를 기대할 수 있을 것이다.

생체내 혹은 생체외에서 근관세척액의 세균제거효과를 평가할 때 세균의 감소 정도는 대부분 각 근관세척액의 고유한 항균력과 세척방법 등에 의하여 결정된다고 볼 수 있지만, 각 세균이 근관과 같은 치아에 부착하는 능력 또한 영향을 미치는 변수가 될 수 있다고 생각되므로 추후 세균이 갖는 부착능에 관한 연구도 계속 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

근관세척시 임상에서 일반적으로 사용하는 주사기를 이용한 경우와 최근 사용되고 있는 초음파기구를 이용하여 근관세척한 경우에서 근관세척액의 항균효과에 차이가 나타나는지를 평가하고자 하였다. 발거한 사람의 단근치를 통법으로 근관형성하여 *S. mutans*, *S. aureus*, *S. sanguis*, *E. coli* 등 호기성 세균 4종과 *S. intermedius*와 *C. perfringens* 등 혐기성세균 2종을 실험적으로 감염시킨 후 근관세척액으로 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 3% NaOCl을 사용하여 근관을 세척하고, 대조군 용액으로 생리식염수를 사용하여 근관내 세균의 제거효과를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. *S. aureus*와 *S. intermedius*에서는 생리식염수를 초음파기구를 이용하여 세척한 경우가 주사기로 세척한 경우보다 세균제거 효과가 우수하였다.
2. *E. coli*와 *C. perfringens*에서는 근관세척액의 종류나 근관세척방법의 차이에 따른 세균제거 효과의 차이를 보이지 않았다.
3. *S. sanguis*와 *S. mutans*는 근관세척액의 종류에 따른 세균제거 효과는 나타났으나, 근관세척방법에 따른 차이는 보이지 않았다.

1. Moodnik RM, Dorn SO, Fedlman MJ, and Borer BG : Efficacy of biomechanical instrumentation : A scanning electron microscope study. J Endod 2 : 261, 1976.
2. Shih M, Marshall F, and Rosens : Bactericidal efficiency of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant. Oral Surg 29 : 613, 1970.
3. Ciucchi B, Khettabi M, Holtz J. : The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the smeared layer : a scanning electron microscopic study. Int Endod J 22 : 21, 1986.
4. McComb D, Smith DC, and Beagrie GS : The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation : A scanning electron microscopic study. J Br Endo Soc 9 : 11, 1976.
5. Andersen M, Lund A, Andereasen JO, and Andereasen FM : In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. Endod Dent Traumatol 8 : 104, 1992.
6. Baumgartner JC, Cuenin PR : Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. J Endod 18 : 605, 1992.
7. Moorer WR, Wesselink PR : Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J 15 : 187, 1982.
8. Treanor H, Goldman M : Bactericidal efficiency of intracanal medicaments Oral Surg 33 : 791, 1972.
9. Martin H : Quantitative bactericidal effectiveness of an old and a new endodontic irrigant. J Endod 1 : 164, 1975.
10. Martin H : Ultrasonic disinfection of the root canal. Oral Surg 42 : 92, 1976.
11. Thacker J : An approach to the mechanism of killing cells in suspension by ultrasound. Biochem, Biophys Acta 304 : 240, 1973.
12. Clarke P, Hill C : Physical and chemical aspects of ultrasound disruption of cells. J Acoust Soc Am 47 : 649, 1970.

13. Cunningham W, Josephs : Effects of temperature on bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 50 : 569, 1980.
14. Williams A, Hughes D, and Nyborg W : Hemolysis near a transversely oscillating wire. *Science* 169 : 871, 1970.
15. Rooney J : Shear as a mechanism for sonically induced biological effects *J Acoust Soc Am* 52 : 1718, 1972.
16. Abou-Rass M, Piccinino MU : The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of tooth canal debris. *Oral Surg* 54 : 323, 1982.
17. Ahmad M, Pitt Ford TR, and Crum LA : Ultrasonic debridement of root canals : Acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 13 : 490, 1987.
18. Ahmad M et al. : Ultrasonic debridement of root canals : acoustic cavitation and its relevance. *J Endod* 14 : 486, 1989.
19. Takagi K : Basic clinical studies of root canal irrigation by ultrasound *Aichi Gakuin J Dent Sci* 14 : 341, 1977.
20. Martin H, Cunningham W : Endosonic endodontics : the ultrasonic synergistic system. *Int Dent J* 34 : 198, 1984.
21. Cameron JA : The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite : A scanning electron microscope evaluation. *J Endod* 13 : 541, 1983.
22. Cunningham W et al : A comparison of antibacterial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surg* 54 : 238, 1982.
23. Tucker JW, Mizarchi S, and Seltzer S : Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions : Urea, Tublicid Red and Tublicide Blue. *J Endod* 2 : 17, 1976.
24. Moodnik RM, Dorn SO, Fedlman MJ, and Borer BG : Efficacy of biomechanical instrumentation : A scanning electron microscope study. *J Endod* 2 : 261, 1976.
25. Baker NS, Eleazer PD, Averbach RE, and Seltzer S : Scanning electron microscopic study of various irrigating solutions. *J Endod* 1 : 127, 1975.
26. McComb D, Smith DC, and Beagrie GS : The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation : A scanning electron microscopic study. *J Br Endo Soc* 9 : 11, 1976.
27. Goldman M, Goldman LB, and Kronman HJ : Preliminary SEM study of a new method of irrigation during endodontic treatment. *J Endod* 2 : 257, 1976.
28. Doran JE, Brown JI : An in vitro study of the particle flotation capability of various irrigation solutions. *Calf Dent Assoc J* 3 : 60, 1975.
29. Marwan AR, Michael VP : The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg* 54 : 323, 1982.
30. Foley DB, Weine FS, Hagen JC and deObrarrio JJ : Effectiveness of selected irrigants in the elimination of *Bacteroides melanogenicus* from the root canal system : An in vitro study. *J Endod* 9 : 236, 1983.
31. Hasselgren G, Olsson B, and Cvek M : Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 14 : 125, 1988.
32. Mentz TCF : The use of sodium hypochlorite as a general endodontic medicament. *Int Endod J* 15 : 132, 1982.
33. MacComb D, Smith DC : A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1 : 238, 1975.
34. Mader CL, Baumgartner JC, and Peters DD : Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod* 10 : 477, 1984.
35. Goldberg F, Abramovich A : Analysis of the effects of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J Endod* 3 : 101, 1977.



36. Cergneux M, Ciucchi B, Dietschi JM, and Holzi : The influence of the smear layer in the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J* 20 : 228, 1987.
37. Sjogren U, sundqvist G : Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg* 63 : 366, 1987.
38. Baumgartner JC, Mader CL : A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 13 : 147, 1987.
39. Bystrom A, Sundqvist G : The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 18 : 35, 1985.
40. Metzler Rs, Montgomery S : The effectiveness of ultrasonics and calcium hydroxide for the debridement of human mandibular molars. *J Endod* 15 : 373, 1989.
41. Walker TL, Carlos E del Rio : Histological evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and water. *J Endod* 17 : 66, 1991.
42. 미야하라 아쯔무 : 초음파 근관치료학 p. 11-18, 지성출판사 1992.
43. Cameron JA : The use of ultrasound in the removal of smera layer : A scanning electron microscopic study. *J Endod* 9 : 289, 1983.
44. Cymerman J : The use of ultrasonics in the removal of the smear layer : A scanning elctron microscopic study. *J Endodon* 9 : 289, 1983.
45. Briseno BM, Wirth R, Hamm G, and Standhartinger W : Efficacy of different irrigation methods and concentrations of root canal irrigation solutions on bacteria in the root canal. *Enodod Dent Traumatol* 8 : 6, 1992.
46. Taly FP, Goldin BR, Jacobus NV, and Gorback SL : superoxjde dismutase in anaerobic bacteria of clinical significance. *Infect Immun* 16 : 20, 1977.

## AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFICACY OF DIFFERENT IRRIGATION METHODS AND IRRIGATION SOLUTIONS IN INFECTED ROOT CANALS

In-Ho Kang, D. D. S., Mi-Kyung Im, D. D. S., ph. D.

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University*

The purpose of this study was to evaluate the disinfection efficacy of root canal irrigation method and irrigation solution in infected root canals.

Access cavity were prepared in single-rooted extracted human teeth and each canals were prepared with step-back method and sterilized with ethylene oxide gas. Prepared teeth were experimentally inoculated in the canals for 30 minutes with four aerobes (*Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sanguis*, and *E. coli*) and two anaerobes (*Streptococcus intermedius*, and *Clostridium perfringens*). Normal saline, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, and 3% NaOCl were used as irrigation solutions. And root canals were irrigated with each irrigation solutions manually with disposable syringe or ultrasonic instrument. (Apoza Ultrasonic, Taiwan).

The irrigation effect on the eradication of *S. aureus* and *S. intermedius* with normal saline was not similar between manual method and ultrasonic method. No significant differences were observed in the eradication of *E. coli* and *C. perfringens* among the irrigation solution and irrespective of the irrigation methods. In *S. aureus* and *S. mutans*, there was somewhat different eradication effect according to irrigation solutions, but there was no significant difference between manual method and ultrasonic methods. These results suggest that ultrasonic irrigation method with saline is more effective in some strains than manual irrigation.