

측방가압충전시 Nickel-Titanium spreader의 사용유무가 근관충전효과에 미치는 영향

민경산 · 홍찬의 · 조용범
단국대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

INFLUENCE OF NICKEL-TITANIUM SPREADER ON THE SEALING ABILITY IN LATERAL CONDENSATION TECHNIQUE

Kyung-San Min, Chan-Ui Hong, Yong-Bum Cho

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

Lateral condensation with gutta-percha and sealer has been shown to provide an excellent apical seal; however, the lateral condensation technique has demonstrated less favorable apical leakage results in curved canals when compared with straight canals. Placement of endodontic spreaders to within 1 to 2mm of the root canal working length has been advocated for optimum gutta-percha obturation. Due to their stiffness, stainless-steel(SS) spreaders will often fail to achieve this position in curved canals. Newly marketed nickel-titanium(NT) spreaders may offer an advantage in this regard due to the increased flexibility of these instruments.

The purpose of this study was to evaluate the effect of NT finger spreader on the sealing ability in lateral condensation technique, compared with conventional SS finger spreader.

Twenty four standardized resin models simulating curved canals(30 degree) were randomly placed into 2 groups and instrumented to a #30 master apical file size with Ni-Ti Profile .04 taper series using step down technique.

Each groups was obturated with standardized gutta-percha cone by standard lateral condensation technique using SS finger spreader, NT finger spreader.

And then, each model was sectioned horizontally with microtome at 1, 2, 3, 4, 5mm levels from the apex. At each of 5 levels, ratio of the area of gutta-percha was obtained by calculating the area of gutta-percha to the total area of the canal. The data collected were then analyzed statistically using a t test for independent samples.

The results as follows :

1. The total mean ratio of area of gutta-percha was $89.20 \pm 7.00(\%)$ for SS spreader group, $92.20 \pm 5.17(\%)$ for NT spreader group. There was statistically significant difference between each group($p < 0.05$).
2. At 3mm level, the mean ratio of area of gutta-percha was $88.32 \pm 5.41(\%)$ for SS spreader group, $95.25 \pm 2.60(\%)$ for NT spreader group. There was statistically significant difference between each group($p < 0.05$). At 1,2,4mm levels, NT spreader group showed greater mean ratio of area of gutta-percha than SS spreader group, too. But there was no statistically significant difference.
3. At 5mm level, the mean ratio of area of gutta-percha was $91.83 \pm 3.42(\%)$ for SS spreader group, $87.91 \pm 3.68(\%)$ for NT spreader group. There was statistically significant difference between each group($p < 0.05$).

This study concluded that the NT spreader demonstrated somewhat favorable apical sealing effect than SS spreader in prepared curved canals. The clinical use of NT spreaders may enhance our ability to create better apical seals in curved canals, but further studies in this area will help clarify some of the remaining areas with which practitioners are concerned, such as compaction forces exerted by NT spreaders.

Key Words : Nickel-Titanium, Spreader, Sealing, Lateral condensation technique

I. 서 론

1847년 Hill이 당시 "Hill's stopping"이라는 명칭으로 알려진 거터퍼쳐(gutta-percha)를 처음으로 근관충전물질로 개발한 이래¹⁾, 이는 현재까지도 가장 적절한 근관충전물질로서 의심의 여지없이 널리 이용되고 있다²⁾. 이후 이를 이용한 많은 근관충전방법이 소개되었고 각각의 밀폐 효과에 대해 많은 비교 연구가 이루어져 왔지만 현재까지 그 중 어느 것도 절대적인 우세한 방법으로 지지 받고 있지는 못한 실정이다³⁾. 결과적으로 비교적 기술적으로 쉬우면서도 우수한 근관밀폐효과를 가지고 있는 측방가압법이 가장 널리 이용되는 술식으로 자리매김하게 되었으며 치과대학 교육 및 임상가들에게 가장 일반적으로 받아들여지고 있는 실정이다⁴⁻⁶⁾.

측방가압법을 사용해서 근관충전을 시행할 때 가장 적절한 밀폐효과를 얻기 위해서는 근관용 spreader를 근관장의 1 내지 2mm내까지 삽입시키는 것이 추천된다⁷⁻⁹⁾. 물론 측방가압법을 이용해서 만족할만한 근단부 밀폐효과를 얻을 수 있다는 것이 제안되었지만 이 술식을 만곡된 근관에 사용할 때 직선형의 근관과 비교해서 많은 근단부 미세누출을 보인다고 증명되었다^{2,10,11)}. 이러한 미세누출은 일부 만곡된 근관에서 근관 spreader를 근관장의 1mm이내까지 삽입시키지 못함으로써 발생하는 거터퍼쳐의 불완전한 가압충전이 그 원인으로 제기되었다²⁾.

전통적인 Stainless-Steel(SS) spreader는 근관벽에 밀착될 때 생기는 저항으로 인해 근관의 만곡을 따라 들어가지 못하여 많은 경우에서 이 위치까지 도달하는데 실패하게 된다¹²⁾. 이처럼 부족한 유연성(flexibility)으로 말미암아 부적절한 근단부 폐쇄를 유발할 뿐 아니라 만일 술자가 원하는 길이까지 spreader를 삽입시키기 위해 계속적으로 무리한 충전압을 가하게 되면 수직치근과절까지도 야기할 가능성이 있다고 보고된 바 있다¹³⁾.

이에 반해 비교적 최근에 개발된 Nickel-Titanium(NT) finger spreader는 유연성(flexibility), 형상기억능력을 갖고 있고, 가공경화성(work-hardening)이 매우 적은 등의 장점을 갖고 있을 뿐 아니라¹²⁾ 치근에 대한 응력의 발생이 현저히 적으므로 수직치근과절의 발생 가능성을 감소시킬

수 있다¹⁴⁾. 그러나 견고성(stiffness)이 부족하여 강한 충전압을 발휘할 수 없고 precurving을 시킬 수 없으므로 일부 근관에 대한 접근성이 떨어진다는 보고가 있다⁵⁾.

충전의 밀폐효과는 여러 가지 검사방법을 이용한 누출정도의 측정을 통해 평가되어 왔는데, 염료를 침투시켜 치아를 쪼개거나^{15,16)} 투명표본을 만들어 염료의 침투정도를 보는 방법¹⁷⁾, 방사선 동위원소¹⁸⁾나 주사전자현미경¹⁹⁾ 등을 이용하는 방법 등이 그것이다. 최근에는 미생물이나 미생물의 대사 산물의 침투정도²⁰⁾를 검사하는 방법도 많이 사용되고 있다. 본 실험에서는 Eguchi 등²¹⁾이 제안한 근관의 횡단 충전면적과 충전된 거터퍼쳐 간의 면적 비율을 구하여 근관충전의 밀폐효과를 산출하는 방법을 사용했다.

본 연구의 목적은 만곡된 근관에서 측방가압충전시 NT spreader를 사용하였을 경우, 기존의 SS spreader를 사용했을 때보다 우수한 근관충전효과를 나타낼 수 있는가를 확인하기 위함이며 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

30도의 만곡도를 가지고 있고 길이가 약 20mm인 총 24개의 레진모형(S1U2, Nissin dental Product, Kyoto, Japan)을 실험대상으로 사용하였고 SS endodontic finger spreader(Brasseler Co., U.S.A.)와 Naviflex NT™ finger spreader(Brasseler Co., U.S.A.)를 근관충전시 사용하였다.

2. 실험방법

레진모형에 #15 K-flexo file(Maillefer Co., Swiss)을 삽입하여 근관장을 측정 한 뒤 Gates-Glidden bur(Maillefer Co., Swiss) #4, 3, 2를 순차적으로 사용하여 근관입구 및 만곡된 부분 전까지 확장한 후, .04 경사도를 가진 Ni-Ti Profile #20, 25, 30을 이용하여 순차적으로 근관 형성하였다. 이후 #30 K-flexo file을 이용하여 치근단 부분을 마무리하였다. 또한 매 단계마다 생리식염수로 근관 세척을 시행하였다.

Table 1. 근관 spreader 종류에 따른 실험군 분류 및 실험

| 실험군 | 근관 spreader | 실험 표본수 |
|-----|-------------|--------|
| 1군 | SS spreader | 12 |
| 2군 | NT spreader | 12 |

근관형성과정에서 모두 끝난 후, 24개의 레진모형을 무작위로 나누어 각 실험군당 12개씩 배정하였다(Table 1).

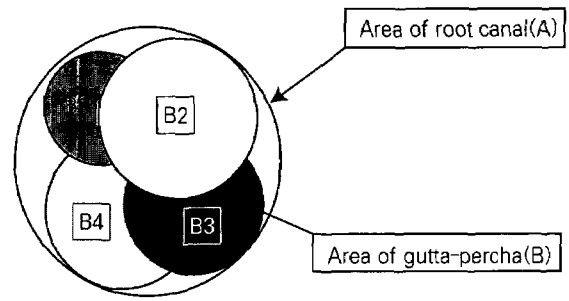
1군 (n=12)은 SS spreader를 사용하여 통법의 측방가압법으로 근관충전된 군으로서, 근관 실러인 AH-26 (Dentsply DeTrey, Germany)를 제조회사의 지시대로 혼합하여 근관벽에 균일하게 도포한 후, #30 표준화 거터퍼처 콘(standardized gutta-percha cone, Diadent, Korea)을 삽입한 다음 #30 SS spreader와 #25 표준화 거터퍼처 콘을 부가콘으로 이용하여 spreader가 근관 입구에서 3~4mm 이상 들어가지 않을 때까지 측방가압충전하였다. 이후 화염으로 가열한 Glick instrument를 사용하여 근관입구의 과량의 거터퍼처콘을 제거하였고 수직가압은 시행하지 않았다.

2군 (n=12)은 1군과 동일한 방법으로 시행하였고 단지 SS spreader 대신 NT spreader를 사용한 것만 다른 점이 있었다. 근관충전이 모두 완료된 후, 근관 실러가 경화되는 시간을 부여하기 위해 37℃, 100% 습도 하에서 48시간동안 보관하였다.

이후 이들 실험표본들을 500µm 두께의 절단용톱날 (Isomet rotary saw, Velnus Co., Japan)이 장착된 박절기(microtome)상에 용융된 실리콘수지로 고정하여, 근침측으로부터 1mm의 균일한 간격으로 1, 2, 3, 4, 5mm의 정해진 수준에 따라 순차적으로 횡절단하였다. 이렇게 횡절단된 레진모형을 5개의 절편들이 흩어지지 않도록 셀로판 테이프로 고정하였다.

각각의 절편들을 CCD 카메라가 장착된 입체현미경 (stereomicroscope, Olympus, Japan)하에서 관찰한 후, 그 화상을 포착(capture)하였고, 이들을 JPEG 파일형태로 컴퓨터 내에 저장하였다. 이 화상들을 Adobe Photoshop 4.0 프로그램을 이용하여 컴퓨터 모니터 상에 불러온 후, 교정용 tracing paper를 밀착하여 근관과 색채 거터퍼처, 근관 실러의 외형선을 각각 추적기록(tracing)하였다. 이 기록들을 scanning 한 후 ImagePro Plus (3.0 ver) 프로그램을 이용하여 각각의 폐곡선 면적들을 산출하였다. 산출 방법 및 공식은 Fig. 1과 같다.

이후 이 면적들을 계산하여 근관의 횡단 총면적과 충전된 거터퍼처의 면적 비율을 구하였다. 각 군의 절단수준별 평균 면적비율을 구하고 각 실험군간의 유의성 검정은 SPSS(7.0 ver) 컴퓨터 분석 프로그램을 이용하여 independent t-test로 통계처리 하였다.



$$\frac{B_1 + B_2 + B_3 + \dots + B_X}{A} \times 100 = \% \text{ Ratio}$$

Fig. 1. 근관내 거터퍼처 면적비 산출공식

III. 실험결과

각군의 5mm 수준까지의 근관내 거터퍼처 평균 총 면적비는 1군인 SS spreader군이 89.20±7.00(%), 2군인 NT spreader군이 92.20±5.17(%)로서 2군이 1군에 비해 통계적으로 유의성있게 높은 결과(p<0.05)를 보였다 (Table 2).

각 군의 절단 수준별 근관내 거터퍼처 평균 면적비는 Table 3과 같다.

3mm 수준에서는, 1군인 SS spreader군이 88.32±

Table 2. 각군의 근관내 거터퍼처 총 평균 면적비(%)

| 실험군 | 근관충전방법 | 평균 | 표준편차 |
|-----|-------------|-------|------|
| 1군 | SS spreader | 89.20 | 7.00 |
| 2군 | NT spreader | 92.20 | 5.17 |

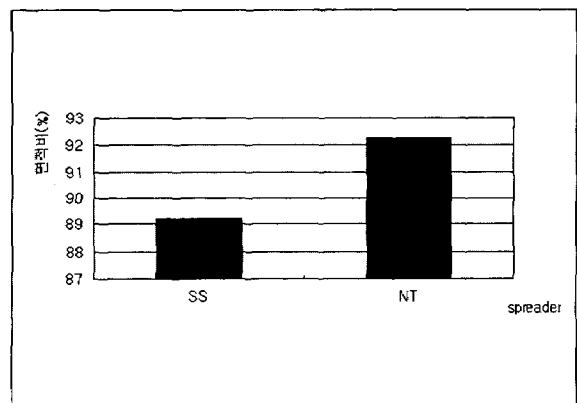


Fig. 2. 각군의 근관내 거터퍼처 총 평균 면적비 (%)

Table 3. 각 군의 절단수준별 근관내 거터퍼쳐 평균 면적비 (%)

| | 1mm | 2mm | 3mm | 4mm | 5mm |
|----|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 1군 | 86.93±11.43 | 89.88±6.02 | 88.32±5.41 | 89.06±6.38 | 91.83±3.42 |
| 2군 | 93.83±6.60 | 93.84±4.38 | 95.25±2.60 | 90.48±4.24 | 87.91±3.68 |

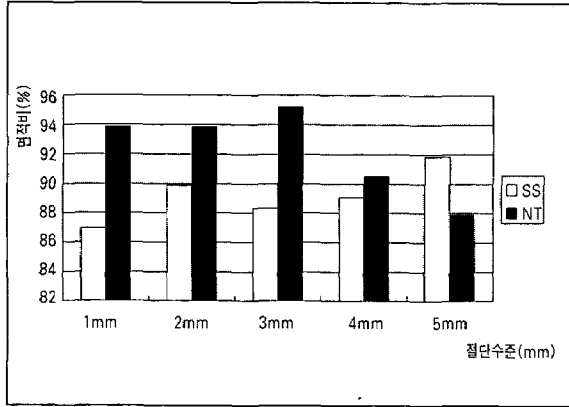


Fig. 3. 각군의 절단수준별 근관내 거터퍼쳐 평균 면적비 (%)

5.41%), 2군인 NT spreader군이 95.25±2.60(%)로서 2군이 1군에 비해 통계적으로 유의성 있게 높은 결과 (p<0.05)를 보였다. 1, 2, 4mm 수준에서는 2군이 1군에 비해 다소 높은 결과를 보였으나 통계적인 유의성은 없었다.

5mm 수준에서는 1군인 SS spreader군이 91.83±3.42(%) , 2군인 NT spreader군이 87.91±3.68(%)로서 1군이 2군에 비해 통계적으로 유의성있게 높은 결과 (p<0.05)를 보였다.

V. 총괄 및 고안

Nguyen²²⁾은 성공적인 근관치료의 마지막 단계는 불활성의 충전재료로 근관을 완전히 폐쇄하고 근단공까지 완전히 밀폐시키는 것이라고 말한 바 있다. 특히 근단부 수 mm 내에서의 적절한 근관충전은 성공적인 근관치료의 목적을 달성하기 위한 가장 중요한 요소이다²³⁾. 만일 근관이 적절히 세척되고 형성되었다면 대부분의 충전 기법들이 모두 이를 달성할 수 있다고 보고되고 있다²⁴⁾. 그러나 이들 근관충전방법들이 “얼마나 오랜기간 근단부 밀폐효과를 유지할 수 있는가?”에 대한 의문이 대두하게 되었다²¹⁾.

새로이 개발된 근관충전기법이나 근관실러의 근관밀폐효과를 평가하기 위한 실험방법 중 가장 일반적인 것은 근관 충전 후의 미세누출을 평가하는 방법이다. 그리고 이 방법들은 누출의 유무와 정도를 확인하기 위해서 색소^{15,25)}나 미생물²⁰⁾, 방사선 동위원소¹⁸⁾ 등을 이용한다. 그러나 이러한 실험들은 거터퍼쳐와 실러를 이용하여 충전한 후 비교적 단기간 내에 누출실험을 하게되고 이 때에는 근관 실러가 거

터퍼쳐로 채우지 못한 공간을 대체하고 있게 된다. 따라서 누출실험시 근관 실러에 의한 누출 억제효과가 일어나게 되며 근관실러가 과도하게 재재되어 충전된 경우에도 누출은 결과적으로 적게 나타날 가능성이 있다.

하지만 실제 생체내에서는 상황이 매우 달라서 근관 실러는 장기간에 걸쳐 조직내에서 용해될 가능성이 높고 이는 곧 미세누출을 야기하여 근관치료의 실패로 이어진다. 만일 근관충전시 많은 부피의 근관 실러가 재재되었다면 초기에는 근관계가 적절히 밀폐된 것으로 나타날 수 있지만 시간이 경과함에 따라 근관실러가 용해되면 근관계는 밀폐능력을 상실하게되고 부적절한 충전상태를 초래하게 된다²¹⁾. 이 같은 사실은 Pitt Fort²⁶⁾가 실험실에서의 근관밀폐 효과와 생체내의 조직반응과는 별 다른 상관관계를 발견할 수 없다고 한 보고에 의해서도 뒷받침된다.

따라서 바람직한 근관밀폐는 비흡수성 불활성 충전재인 거터퍼쳐가 최대량으로 근관내를 치밀하게 폐쇄하고 있어야 하며, 근관 실러는 단지 거터퍼쳐로 충전되지 못한 불규칙한 근관벽과 거터퍼쳐사이 등의 미세한 공극만을 최소량으로 채우고 있어야 한다. 이에 본 연구에서는 통상적으로 근관 밀폐 효과를 측정하는 방법인 색소침투법, 방사선 동위원소법 등의 문제점을 개선하기 위해 실험 모형을 일정수준에 따라 횡절단하여 각각의 횡단면상에서 근관충전면적 대비 거터퍼쳐의 면적비율을 산출함으로써, 각 충전기법에 따른 근관밀폐효과의 정량적 평가를 도출하였다.

거터퍼쳐와 근관실러를 이용한 측방가압법은 현재 임상에서 가장 널리 적용되고 있는 근관충전법이다. 1997년의 Cailleteau와 Mullaney⁴⁾의 보고에 의하면, 미국 48개 치과대학의 89.6%인 43개 학교에서 측방가압법을 주요한 근관충전법으로 교육하고 있다고 하였으며, Seltzer²⁷⁾는 측방가압법은 90%정도의 임상성공률을 보인다고 보고하였다.

최근 여러 종류의 근관충전법이 개발되어 각각의 장점을 앞세워서 소개되고 있지만 특수한 장비를 요구하는 경우가 많고 기법을 완전히 숙지하기까지 오랜 기간이 걸리는 술식도 있기 때문에 전통적인 측방가압법은 치과대학 교육의 주류를 이루고 있으며 다수의 치과의사들이 임상에서 적용하고 있는 실정이다. 또한 측방가압법은 전술한대로 우수한 근관충전효과로 인해 새로이 개발된 근관충전술식의 평가를 위한 비교대상으로 널리 이용되고 있는 실정이다.

일반적으로 측방가압법에 널리 이용되고 있는 SS spreader는 견고성(stiffness)이 높아서 강한 충전압을 발휘할 수 있다는 장점이 있지만 유연성(flexibility)이 부족하기 때문에 만곡된 근관에 사용할 경우 근관벽에 밀착될 때 생기는 저항으로 인해 근관의 만곡을 따라 들어가지 못하는 단점이 있으며¹²⁾ 이 때 술자가 원하는 위치까지 spreader를 삽입시키기 위해 무리한 충전압을 가할 경우 수직 치근파절까지도 초래할 수 있다고 보고되고 있다¹⁹⁾. 여러 학자들의 보고에 의하면 측방가압 충전시 발생되는 응력과 치근의 수

직파절과는 상관관계가 있다고 알려져 있으며²⁸⁻³⁰⁾ Pitt와 Natkin³¹⁾에 의하면 근관 충전은 수직 치근파절의 원인요소가 될 수 있다고 하였다. Meister 등³²⁾은 32개의 수직 치근파절의 증례를 조사한 결과 84%가 측방가압 충전시 과도한 충전압으로 인해 발생했다고 결론지었다.

뿐만 아니라 SS spreader는 precurving을 시키기 위해 자주 기구를 구부리거나 반복적인 가압증기소독법(auto-claving)을 시행할 경우 금속의 가공경화(work-hardening)를 유발시키게 된다. 이러한 기구의 기계적 성질의 변화로 인해 충전술식 도중 근관내에서 기구가 파절되기도 한다¹²⁾.

이에 반해 비교적 최근에 개발된 NT spreader는 유연성(flexibility)이 풍부하여 만곡된 근관에 사용할 경우 술자가 원하는 위치까지 spreader를 삽입시키기가 용이하며 치근에 가해지는 응력이 치근 전체에 고르게 분산되어 수직치근파절의 발생 가능성을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. Joyce 등¹⁴⁾은 SS spreader와 NT spreader에 의해 발생하는 응력을 광탄성학적으로 비교한 결과 SS spreader는 응력이 특정부위에 집중되지만 NT spreaders는 응력이 치근 전체에 고르게 분산된다고 보고한 바 있다. 이 밖에도 형상 기억능력, 적은 가공경화성(work-hardening)을 갖고 있는 등의 장점을 갖고 있다.

그러나 견고성(stiffness)이 부족하여 강한 충전압을 발휘할 수가 없고 precurving을 시킬 수 없으므로 일부 근관에 대한 접근성이 떨어진다는 보고가 있으며³⁾ 가격면에서 SS spreader에 비해 고가라는 단점이 있지만 가격의 차이는 비교적 크지는 않다고 알려져 있다¹²⁾.

본 실험에서는 만곡된 근관에서 측방가압충전시 전통적인 SS spreader를 사용하였을 경우와 NT spreader를 사용하였을 경우의 근관충전효과를 비교해 보고자 근관내 거터퍼쳐의 면적비 측정 실험을 시행하였다.

실험 결과 각 군의 5mm 수준까지의 근관내 거터퍼쳐 평균 총 면적비는 1군인 SS spreader군에 비해 2군인 NT spreader군이 통계적으로 유의성있게 높은 결과를 보였다($p<0.05$). 또한 각 군의 절단 수준별 근관내 거터퍼쳐 평균 면적비를 측정 한 결과 3mm 수준에서만, 2군인 NT spreader군이 1군인 SS spreader군에 비해 통계적으로 유의성 있게 높은 결과를 보였고 ($p<0.05$) 나머지 1, 2, 4mm 수준에서는 2군이 1군에 비해 다소 높은 결과를 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. 5mm 수준에서는 1군인 SS spreader군이 2군인 NT spreader군에 비해 통계적으로 유의성있게 높은 결과를 보였다($p<0.05$).

각 군의 횡단면을 관찰한 결과(Fig. 8~17) 대부분의 근관 횡단 면적을 분홍색을 띠고 있는 거터퍼쳐가 차지하고 있었으며 나머지 공간을 실러 혹은 void가 차지하고 있었다. 이 void는 충전시 함입된 공기나 근관내 남아있던 액체 성분이라고 추정되며 일부 void는 spreader가 삽입되었으

나 거터퍼쳐가 그 길이까지 삽입되지 못함으로써 발생한 것으로 사료되었다. 1군과 2군의 형태적 차이는 관찰할 수가 없었고 거터퍼쳐 콘들이 spreader의 가압에 의해 일부 변형되기는 하였지만 대부분 개개의 외형을 분명하게 유지하며 분리되어 있는 양상을 보여주고 있었으며, 그 사이에 근관 실러들이 개재되어 있었다.

각 군의 5mm 수준까지의 근관내 거터퍼쳐 평균 총 면적비를 비교했을 때 NT spreader를 사용한 2군이 높은 수치를 보였다는 사실은 NT spreader의 충전효과가 SS spreader보다 높다는 것을 전체적으로 보여주고 있다. 하지만 이 결과는 NT spreader가 반드시 술자가 원하는 위치인 1 내지 2mm 이내까지 삽입되지 못하더라도 4, 5mm 수준에서 높은 면적비를 보일 수 있다면 언어질 수 있는 결과임을 감안할 때 NT spreader의 충전효과가 전체 근침부위에서 SS spreader에 비해 우수하다는 사실을 절대적으로 입증하지는 못한다고 볼 수 있다. 따라서 이 결과는 대략적인 비교로서만 그 의미를 부여한 후, 절단수준별 근관내 거터퍼쳐 평균 면적비를 구하여 각 수준별로 두 군의 비교를 시행하였다.

이 중 가장 특이할 만한 소견중의 하나는 3mm 수준에서 두 군의 거터퍼쳐 면적비의 차이가 가장 크다는 것이다. 이 실험에 사용된 레진 모형은 약30도의 만곡도를 갖고 있으며 길이가 약 20mm이며 변곡점이 근단부에서 5mm 정도 떨어진 위치에 존재한다. 따라서 5mm 수준에서부터 spreader가 만곡을 따라 휘어져 들어가게 되며 궁극적으로 목표하는 위치인 1 내지 2mm 수준까지 도달하게 된다. 이 경우 유연성(flexibility)이 풍부한 NT spreader는 만곡을 따라 들어갈 수 있는데 비해 SS spreader는 많은 경우에서 원하는 위치까지 도달하는데 실패하게 된다. 결과적으로 NT spreader를 사용한 군은 3mm 수준에서도 가압충전이 가능하여 더욱 치밀한 충전 상태를 나타내게 된다.

여기서 한가지 언급해야할 사항은 처음의 두 수준에서 거터퍼쳐의 면적비의 비교 결과 두 군사이에 통계적인 유의성이 없었다는 점인데 여기에는 두 가지 가능성을 고려할 수 있다. 첫째는 유연성이 풍부한 NT spreader도 30°의 만곡도를 가진 근관에서는 근단부 1 내지 2mm 까지 도달하지 못할 수 있다는 것이며, 둘째는 NT spreader 자체는 목표하는 위치까지 쉽게 들어갈 수 있지만 spreader를 제거하고 부가 거터퍼쳐콘을 삽입하는 순간 거터퍼쳐의 탄력성에 의해 일어나는 rebound effect로 인해 부가콘이 들어갈 공간이 부족해져 결과적으로 이 부분은 실러로 채워지거나 빈 공간(void)으로 남게될 수 있다는 점이다.

하지만 첫 번째 가능성은 실험재료로 레진모형을 사용함으로써 배제할 수 있는데 실험에 사용된 레진모형은 투명하므로 spreader가 어느위치까지 들어갔는지 여부를 외부에서도 정확히 알 수 있고 spreader에 rubber stop을 부착하여 길이를 측정함으로써 spreader가 들어간 길이를 알

수 있다. 실제로 본 실험에서도 NT spreader를 사용한 대부분의 실험군에서 술자가 원하는 위치까지 spreader가 삽입됨을 확인할 수 있었다. 따라서 두 번째 가능성이 1, 2mm 수준에서 두 군의 면적 비율차이가 그다지 크게 나지 않는 점을 설명할 수 있는 이론이라고 사료된다. 또한 1군의 1mm 수준에서의 표준편차가 크다는 사실도 간과할 수 없는 부분이다(Table 3).

또 한가지 흥미로운 사실은 5mm 수준에서 SS spreader 군이 NT spreader군에 비해 높은 거터퍼쳐 면적비를 나타내었다는 사실이다.

전술한 바와 같이 NT spreader는 여러 장점이 있음에도 불구하고 견고성(stiffness)이 부족하여 강한 충전압을 발휘할 수 없다는 단점을 내재하고 있다. 만곡된 부위가 아닌 직선 부위에서는 유연성(flexibility)보다는 견고성(stiffness)이 우수한 충전효과를 발휘하는 요소이다. 본 실험에 사용된 레진모형은 5mm부터 만곡이 시작되며 이 부위는 SS spreader의 충전효과가 충분히 발휘될 수 있는 곳이다. 따라서 이 부위에서 견고성이 떨어지는 NT spreader보다 SS spreader의 충전효과가 높게 나타난 것으로 사료된다. 최근의 연구에서는 유연성이 풍부한 NT spreader를 근단부 1/3부위에 국한시켜 사용하고 이후 견고성이 높은 SS spreader를 사용하여 나머지 치관부 2/3를 충전하는 것을 추천하고 있다³⁹⁾. 이는 두 가지 기구의 장점을 최대한 활용하는 방법으로 사료된다.

본 실험에서는 레진모형을 대상으로 실험하였다. 레진모형은 자연치아를 완벽하게 재현할 수 없다는 단점이 있어 실제 치아를 시술하는 임상에서의 결과와 차이가 있을 것으로 생각되지만 본 실험의 특성상 일정한 만곡도와 길이, 균일한 횡단면을 갖는 시편이 요구되었기 때문에 레진 모형을 실험재료로 선택하였다. 자연치아 중에서 일정한 만곡도를 갖는 치아를 선택하는 것은 매우 어려운 일이어서 많은 연구에서 대략적으로 정해진 범위의 만곡도를 갖는 치근을 선별해서 실험을 하고 있다. 하지만 이렇게 얻어진 결과는 필연적으로 오차가 많이 발생하게 되어 이를 보완하기 위해 많은 실험 표본을 사용해야하는 등의 문제점이 생긴다. 또한 같은 만곡도를 갖는 치아라고 할지라도 길이가 틀리고 변곡점이 시작하는 위치가 일정하지 않다면 이점 또한 오차를 발생시킬 수 있는 요소로 작용하게 된다. 특히 본 실험처럼 근점측으로부터 1mm의 수준별로 횡절단하여 그 횡단면을 관찰하는 경우에는 매우 일정한 만곡도 및 근점측으로부터의 변곡점의 균일한 위치가 보다 정확한 결과를 얻기 위해서 필요하다.

따라서 본 실험에서는 위와 같은 오차를 발생시키는 요소들을 최대한 배제하기 위해 일정한 만곡도와 길이를 갖고있는 레진모형을 이용하였으며 근관형성 또한 비교적 균일하게 할 수 있다고 알려진 엔진구동형 Nickel-Titanium file을 이용하여 더욱 실험의 정확도를 기하였다.

NT spreader의 임상적 적용은 만곡된 근관에서의 근단부 밀폐효과를 다소 향상시킬 수 있다고 여겨지나 NT spreader에 의해 발휘되는 충전압 및 기구의 임상적 수명 등과 같이 임상가들의 관심이 되고 있는 영역에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 생각되며 기존의 SS spreader도 병행해서 적절히 임상에 적용시킨다면 좀 더 효과적인 충전효과를 얻을 수 있으리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 30도의 만곡도를 갖는 24개의 레진모형을 실험대상으로 하여, step-down법에 의한 근관형성을 시행하고 무작위로 2개의 군으로 분류한 후 1군은 SS spreader, 2군은 NT spreader를 이용하여 측방가압충전을 시행하였다. 각 군의 레진모형을 근점측으로부터 1mm의 균일한 간격으로 1, 2, 3, 4, 5mm 정해진 수준에 따라 박절기로 횡절단한 후, 입체현미경에 장착된 CCD 카메라를 이용하여 절편들의 화상을 포착(capture)하여 절단 수준별로 근관충전면적 대비 거터퍼쳐의 면적비율을 측정하여 근관충전효과를 평가하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 군의 5mm 수준까지의 근관내 거터퍼쳐 평균 총 면적비는 1군인 SS spreader군이 $89.20 \pm 7.00(\%)$, 2군인 NT spreader군이 $92.20 \pm 5.17(\%)$ 로서 2군이 1군에 비해 통계적으로 유의성있게 높은 결과 ($p < 0.05$)를 보였다.
2. 3mm 수준에서는, 1군인 SS spreader군이 $88.32 \pm 5.41(\%)$, 2군인 NT spreader군이 $95.25 \pm 2.60(\%)$ 로서 2군이 1군에 비해 통계적으로 유의성 있게 높은 결과 ($p < 0.05$)를 보였다. 1, 2, 4mm 수준에서는 2군이 1군에 비해 다소 높은 결과를 보였으나 통계적인 유의성은 없었다.
3. 5mm 수준에서는 1군인 SS spreader군이 $91.83 \pm 3.42(\%)$, 2군인 NT spreader군이 $87.91 \pm 3.68(\%)$ 로서 1군이 2군에 비해 통계적으로 유의성 있게 높은 결과 ($p < 0.05$)를 보였다.

본 연구결과 NT spreader를 만곡된 근관에서 사용한 경우 SS spreader에 비해 다소 높은 근관충전효과를 얻을 수 있다고 밝혀졌다. 비록 5mm 수준에서는 SS spreader에 비해 견고성이 부족하기 때문에 충전 효과가 다소 떨어짐을 보였지만 근관치료의 성패를 좌우하는 근점부위에서의 근관충전효과가 우수하므로 이의 사용이 더욱 권장되어야 할 것으로 생각되며 NT spreader에 의해 발휘될 수 있는 충전압, spreader의 수명 등과 같은 임상적인 관심 분야에 대한 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

참고 문헌

1. Cohen S, Burns RC : Obturation of the cleaned and shaped root canal system. Pathways of the pulp. 7th ed. 258, 1998.
2. Hopkins JH, Remeikis NA, Van Cura JE : McSpadden versus lateral condensation: the extent of apical microleakage. J Endodon 12:198-201, 1986.
3. Simons J, Ibanez B, Shimon F, Trope M : Leakage after lateral condensation with finger spreaders and D-11-T spreaders J Endodon 17:101-4, 1991.
4. Cailleateau JG, Mullaney TP : Prevalence of Teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in the United States dental schools. J Endodon 23:394-6, 1997.
5. Gutmann JL, Dumsha TC, Lovahl PE, Hovland EJ : Problem solving in endodontics. 3rd ed. CV Mosby 139, 1997.
6. Taintor JF, Ross PN : Opinions and practices of American Endodontic Diplomates. Dent J 44:321-5, 1978.
7. Allison AA, Michelich RJ, Walton RE : The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. J Endodon 7:61-5, 1981.
8. Allison DA, Weber CR, Walton RE : The influence of the method of canal preparation on the quality of the apical and coronal obturation. J Endodon 5:298-304, 1979.
9. Rice RT, Weine FS : The position of finger spreaders during lateral condensation. Compend Contin Educ Dent 7:451-6, 1986.
10. Mann SR, McWalter GM : Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved canals obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha. J Endodon 13:10-7, 1987.
11. Siskin M : Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 56:305-9, 1983.
12. Berry KA, Loushine RJ, Primack PD, Rnyan DA : Nickel-Titanium versus Stainless-steel finger spreaders in curved canals. J Endodon 24:752-4, 1998.
13. Dang DA, Walton RE : Vertical root fracture and root distortion: effect of spreader design. J Endodon 15:294-301, 1989.
14. Joyce AP, Loushine RJ, West LA, Runyan DA, Cameron SM : Photoelastic comparison of stress induced by using stainless-steel versus nickel-titanium spreaders in vitro. J Endodon 24:714-5, 1998.
15. Beatty RG, Baker PS, Haddix J, Hart F : The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. J Am Dent Assoc 119:633-7, 1989.
16. LaCombe JS, Campbell AD, Hicks ML, Pelleu GB : A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques. J Endodon 14:445-50, 1988.
17. Lares C, Eldeeb ME : The sealing ability of the Thermafil obturation technique. J Endodon 16:474, 1990.
18. Czonstkowsky M, Michanowicz A, Vazquez J : Evaluation of an injection of thermoplasticized low temperature gutta-percha using radioactive isotopes. J Endodon 11:71-4, 1985.
19. Torabinejad M, Skobe Z, Trombly PL, Krakow AA, Gron P, Marlin J : Scanning electron microcopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. J Endodon 4:245-50, 1978.
20. Michailesco PM, Valcarcel J, Grieve AR, Levallois B, Lerner D : Bacterial leakage in endodontics: An improved method for quantification. J Endodon 22:535-9, 1996.
21. Eguchi DS, Peters DD, Hollinger JO, Lorton L : A comparison of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using Procosol sealer. J Endodon 11:166-75, 1985.
22. Nguyen NT : Obturation of root canal system. Pathways of the pulp. St. Louis: CV Mosby, 133-95, 1980.
23. The SE : Sectional gutta-percha point, second apical set, and coating of the inner dentinal walls. Oral Surg 47:555-7, 1979.
24. Seltzer S : Endodontics. New York: McFraw-Hill, 1971.
25. Lucy CT, Weller RN, Kulid JC : An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. J Endodon 16:170-2, 1990.
26. Pitt Fort TR : Relation between seal of root fillings and tissue response. Oral Surg 55:291-4, 1983.
27. Seltzer S : Biological considerations in endodontic procedures. Endodontology. Philadelphia: Lee & Jebiger, 306-14, 1988.
28. Harvey TE, White JT, Leeb IJ : Lateral condensation stress in root canals. J Endodon 7:151-5, 1981.
29. Pitts DL, Matheny HE, Nicholls JI : An in vitro study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. J Endodon 9:544-50, 1983.
30. Saw LH, Messer HH : Root strains associated with different obturation techniques. J Endodon 21:314-20, 1995.
31. Pitts DL, Natkin E : Diagnosis and treatment of vertical root fractures. J Endodon 9:338-46, 1983.
32. Meister F, Lommel TJ, Herstein H : Diagnosis and possible causes of vertical root fracture. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 49:243-53, 1980.
33. Dwan JJ, Glickman GN : 2-D photoelastic stress analysis of NiTi and stainless steel finger spreaders during lateral condensation. J Endodon 21:221, 1995.
34. Chivian N, Survay of postgraduate endodontic residency programs : Presented at 1986 AAE Meeting, Boston MA
35. Schilder H : Filling root canals in three dimensions. Dent Clin North Am 18:309-27, 1974.
36. Speier MB, Glickman GN : Volumetric and densitometric comparison between nickel titanium and stainless steel condensation J Endodon 22:195, 1996.

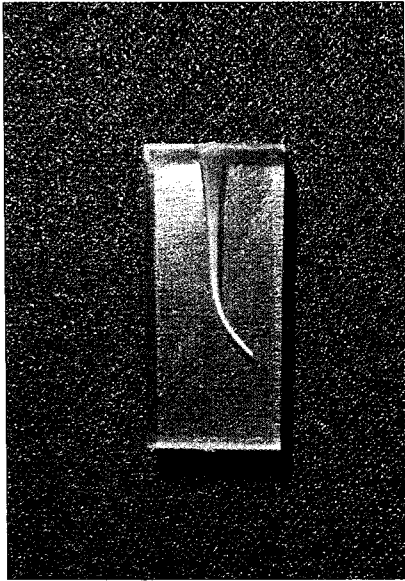


Fig. 4. 실험에 사용된 레진모형

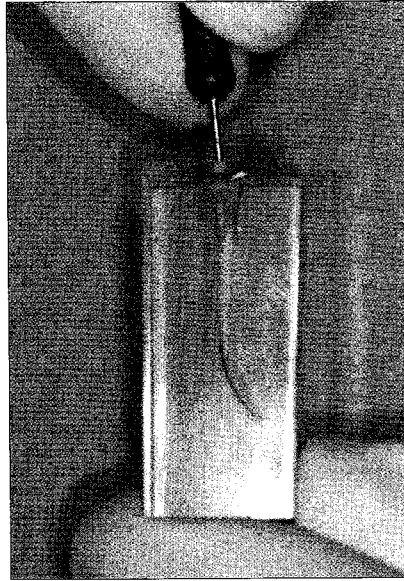


Fig. 5. 측방가압 충전하는 모습

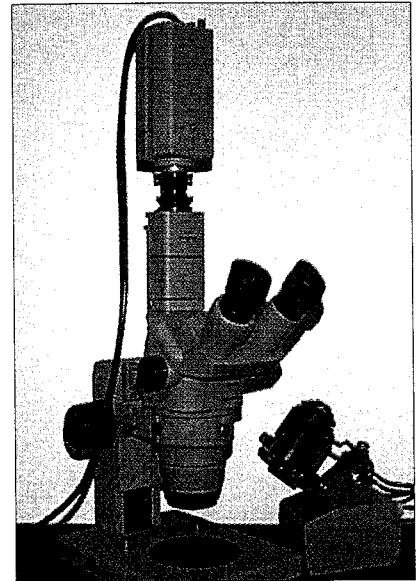


Fig. 6. CCD 카메라가 장착된 입체 현미경 (stereomicroscope)

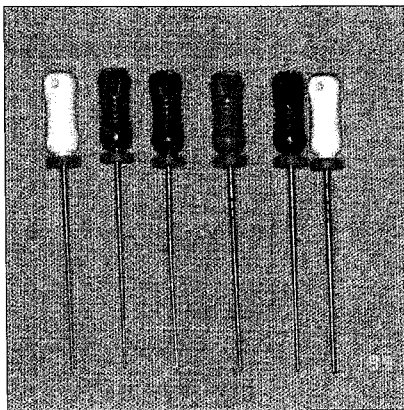


Fig. 7. Nickel-Titanium spreader

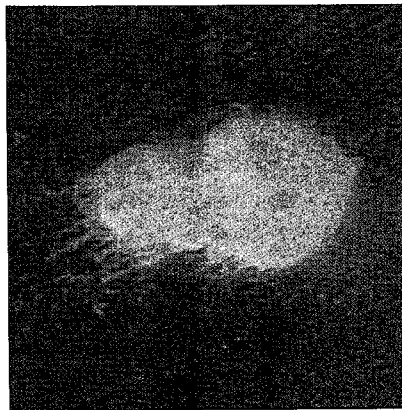


Fig. 8. NT spreader를 사용해서 충전한 균 (1mm level)

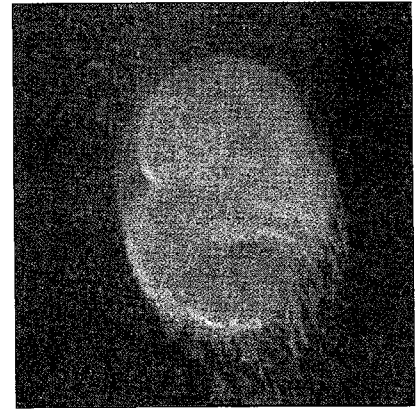


Fig. 9. NT spreader를 사용해서 충전한 균 (2mm level)

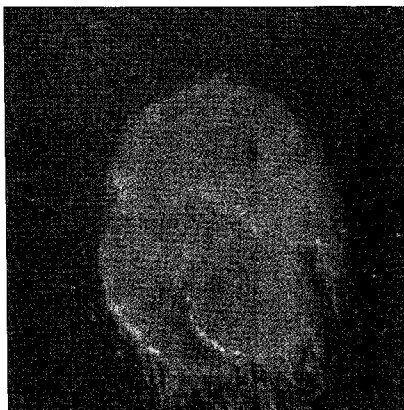


Fig. 10. NT spreader를 사용해서 충전한 균 (3mm level)

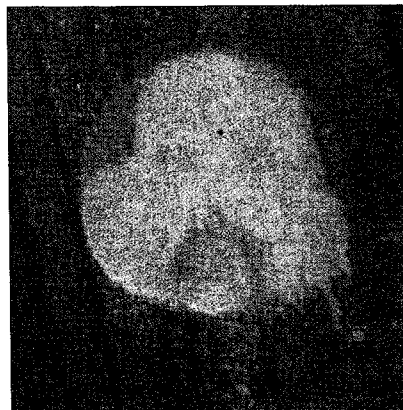


Fig. 11. NT spreader를 사용해서 충전한 균 (4mm level)

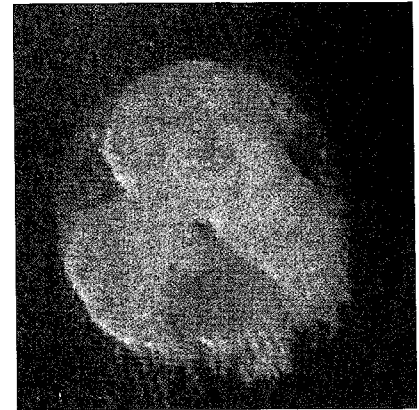


Fig. 12. NT spreader를 사용해서 충전한 균 (5mm level)

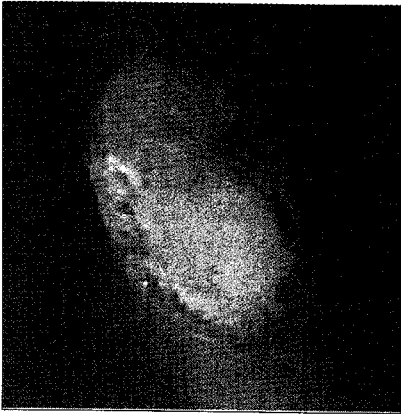


Fig. 13. SS spreader를 사용해서 충전한 균 (1mm level)



Fig. 14. SS spreader를 사용해서 충전한 균 (2mm level)

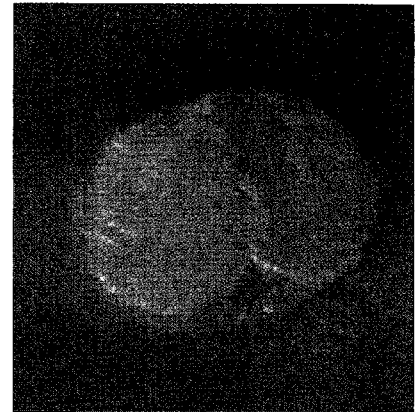


Fig. 15. SS spreader를 사용해서 충전한 균 (3mm level)



Fig. 16. SS spreader를 사용해서 충전한 균 (4mm level)

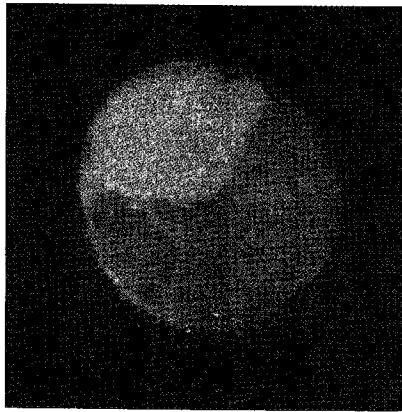


Fig. 17. SS spreader를 사용해서 충전한 균 (5mm level)