

만곡근관에서 Engine-driven NiTi file, 초음파기구, stainless steel file을 이용한 근관형성후 근관형태 변화에 관한 연구

강릉대학 치과대학 보존학 교실

외래교수 백 승 호

I. 서 론

근관형성은 성공적인 근관치료를 위한 중요한 과정으로서, 근관내의 잔사, 세균, 감염치질, 유기조직을 완전히 제거함과 동시에 근관소독이나 충전을 정확히 하기 위한 중요한 단계이다. Schilder¹⁾는 이러한 형성된 근관의 모양은 근관입구부터 근침까지 균일하게 가늘어지는 깔대기 모양의 근관형성(continuously tapering root canal preparation)과 근침공(apical foramen) 부분의 원래의 모양과 위치를 보존하여야 한다고 주장하였다. 그러나 Wein²⁾등은 만곡근관의 형성에 있어서 elbow, Zip 등 여러 문제점이 생길 수 있다고 지적한바 있고, 어떠한 file도 미리 구부려주었던, 주지 않았든 관계없이 원래의 만곡근관을 곧게 하려는 경향이 있다고 보고한 바 있다. 또한 Roan³⁾, Mullaney⁴⁾등은 그 외 ledge, 천공, non-tapered hour-glass 형태 등이 만곡근관형성에서 나타난다고 보고하였다.

작고 만곡된 근관에서 생기는 이러한 문제점을 감소시킬 수 있는 많은 근관형성법과 기구들이 소개되고 있다. Step-back 방법^{5,6)}, Crown-down방법⁷⁾, Step-down방법⁸⁾, Flex-R file을 이용한 Balance

force 방법³⁾, 초음파를 이용한 방법^{9,10)} 등이 이러한 범주에 속한다.

초음파기구를 이용한 근관형성법은 수동기구와 비교하여, 만곡근관의 청소 및 정화와 근관확대모양에 대한 많은 연구들이 행하여졌으며^{9,10)}, Richman¹¹⁾, Martin¹²⁾, Weller¹³⁾등은 근관의 정화효과와 만곡근관의 만곡도를 변화를 일으키지 않은 것으로 보고하였다. 그러나 Goodman¹⁴⁾등은 초음파기구는 근관의 변위와 심지어는 천공까지 야기한다고 보고하였다.

과거에는 file과 reamer는 주로 carbon steel이나 stainless steel로 제작되어졌다. Nickel-Titanium은 근관치료기구의 이상적인 재료로서 1988년 Walia 등¹⁵⁾이 교정용 Nickel-Titanium(Ni-Ti)합금으로 제작된 #15 K file을 처음 소개한 바 있고, NiTi 합금으로 제작된 file은 stainless steel file보다 bending과 torsion에 있어서 탄성적 유연성(elastic flexibility)이 보다 크며, torsional fracture에 대해 보다 저항력이 강하다고 하였다¹⁶⁾. 예를 들면 Serene 등¹⁷⁾의 연구에 의하면 #45 NiTi file은 #25 stainless steel file과 같은 탄성적 유연성(elastic flexibility)이 있다고 보고하였고, #35 NiTi file은 stainless steel file보다

torsional fracture에 있어 10배 이상 강하다고 보고하였고, 재료의 유연성으로 인하여 만곡근관 확대시 근관의 변위의 기회를 감소시켜 주고 재래식 file보다 적어도 20%이상 빠르게 근관확대를 할 수 있다고 주장하였다. 이러한 재료의 성질로 인하여 NiTi 합금을 이용한 hand file과 engine-driven file이 사용가능하며 제작되어지고 있다. McSpadden¹⁸⁾은 근관형성의 대부분을 engine-driven file로 하며, 마지막 단계의 근관형성을 hand file로 하는 것을 주장하고 있다. 이러한 engine-driven file로서는 NiTiMac file(NT Co., Chattanooga, TN), Profile .04 Taper series 29 (Tulsa Dental Products, Tulsa, Oklahoma), Lightspeed(Lightspeed Technology Inc., San Antonio, TX)등이 사용되어지고 있다. 이러한 file들은 150- 375rpm high torque, slow speed handpiece에 사용하는 것을 권장하고 있다.

종래의 file은 원래 single-cone filling 방법을 염두에 두고 제작된 것으로 0.02mm/mm의 ISO 표준 규격으로 되어있다. 그러나 Profile .04 Taper series 29는 Buchanan¹⁹⁾에 의해 고안된 file로서 0.04mm/mm증가로 ISO표준규격의 2배의 taper를 가지고있으며, 끝 부분에 삭제 날이 없고(non-cutting tip), U-blade, flat outer edges를 가지고 있어 근관의 변위를 일으키지 않고, 삭제능력을 최대화하였으며, 근관을 둥글고, 깨끗하며 매끈하고 일정한 tapering을 가지게 하며, 근관충전이 용이하다고 보고하였다.

Buchanan¹⁹⁾은 .04 tapered Profile을 high torque, slow speed handpiece에 사용하면 "crown-down" 방법을 이용한 reaming작용을 하게되어 근관을 tapered하고 funnellform 형태를 만들게 된다고 보고하였다.

이에 본 연구는 만곡근관에서 engine-driven Nickel-Titanium rotary instrument(.04 tapered Profile)과 초음파기구를 이용한 근관형성 및 stainless steel K-file을 사용한 Step-back방법으로 근관형성 후 근관형태 변화를 비교 평가하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 실험방법

1. 실험 재료

약 30도의 만곡을 가진 Endo-VU resin block 45 개를 15개씩 3개 군으로 나누어 실험을 시행하였다.

제1군 : 수동식 Stainless steel K-file로 근관형성한 군(MANI, Japan)

제2군 : 초음파 근관형성기구를 사용한 군(Pizotec files, Satelec, France)

제3군 : Engine-driven Nickel-Titanium rotary instrument를 사용한 군(Profile .40, Tulsa Dental Products, Tulsa, Oklahoma)

실험에 사용된 resin모형의 근관은 모두 #15 file이 근침공까지 도달할 수 있었고, Schneider²⁰⁾의 방법에 의해 근관만곡도를 측정한 결과 심한(25°-35°) 만곡도를 가졌다.

2. 실험방법

각 resin model은 Methylene Blue를 근관 내에 주입하고 Storz수술용 현미경(Storz, St. Louis, MO)으로 5배의 배율로 근관형성전 상태를 관찰, 촬영하였다. 각 근관내에 #15 file로 근관장을 측정 기록하였다.

Step-back Technique

본 연구에서 사용한 step-back 방법은 Walton⁶⁾이 설명한 방법을 따라 행하였다. #15 file을 filing과 reciprocal reaming 움직임으로 근관 내에 느슨하게 맞을 때 까지 행한 다음, 이러한 방법으로 단계적으로 큰 file을 사용하여 근침공에 #35 file이 될 때까지 계속하였다. 그 다음 크기의 file부터는 근관의 작업장보다 1mm씩 짧게 하여 중간부분의 근관이 #60 file로 형성될 수 있게 하였다.

초음파를 이용한 근관형성

초음파기구인 Satelec을 사용한 실험 군은 #15 file

이 근관장까지 저항감 없이 들어가게 한 다음 #15 Pizotec file을 근관 내에 넣고 위아래 circumferential filing을 하여 #25 K-file이 들어갈 때까지 확대하였으며, 수동식 #25 K-file로 확대를 확인한 후 #25 Pizotec file을 근관내 넣고 같은 방법으로 사용하여 #35 K-file로 apical seat를 다듬었다.

Engine-driven Nickel-Titanium rotary instrument(Profile .40)를 사용한 군

Profile .04 Taper series 29을 사용한 근관형성은 약 330 rpm의 MicroMega handpiece(MicroMega, France)를 사용하여 제조회사의 지시대로 사용하였다. 먼저 #15 K-file로 근관장까지 들어가게 한 다음 #4 Profile을 근관장의 1/2 또는 3/2까지 들어가게 확대한 다음 #5 Profile을 같은 길이까지 반복하였다. 그런 다음 #3 Profile 근관장의 2/3 또는 4/3까지 근관확대를 한 후 #2, #3, #4, #5 혹은 #6 Profile으로 근관장까지 근관확대를 하였다. 만약 근관장까지 들어가지 않으면 file이 들어가는데 까지 #3, #4, #5 Profile 반복한 후 근관장까지 확대를 하였다. #35 K-file로 근관장까지 확인한 후, 추가로 flaring을 위해 Gate Gridden Drill 또는 #6, #7 Profile로 근관입구를 확대하였다. 이러한 모든 근관형성과정동안 Profile 사용할 때 근침쪽으로 힘을 가하지 않는 것이 중요하다.

Step-back방법이거나 Profile을 사용한 근관확대에서는 RC-Prep을 사용하였으며 근관세척은 28 gauge Max-i-Probe(MPL Technologies, Franklin Park, IL)를 사용하였다. 세균 모두 근관형성을 완료

한 후에 Stortz 수술용 현미경에서 5배 확대하여 근관의 확대된 형태를 관찰 및 사진촬영을 한 후, 다시 근침부 3mm를 20배의 고배율로 촬영하여 근침부의 ledge, elbow, zip, 치근단 변위(apical transportation)를 관찰하였다. 또한 IBM Pentium PC에서 Adobe Photoshop 3.04(Adobe System Incorporated, Mountain View, CA)과 Sigma Scans Software ver. 1.20(Jandel Scientific Software, San Rafael, CA)을 이용하여 근관확대 전과 후의 근관의 면적의 변화를 측정 비교 분석하였고, Schneider²⁰⁾의 방법에 의해 근관확대 전, 후의 근관만곡도를 측정하여 그 변화를 비교 분석하였다.

통계처리는 근관확대 전, 후의 면적 및 근관 만곡도의 변화는 평균치, 표준편차를 구하고, ANOVA, Student-Newman-Keuls method로 유의성을 검정하였다.

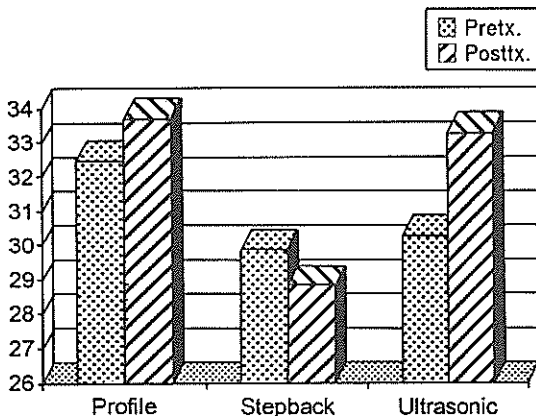
III. 실험결과

근관형성 전, 후의 근관만곡도 차이는 Table 1에서 보는 바와 같이 Profile을 사용한 군에서 근관형성 전 $32.5^{\circ} \pm 2.94^{\circ}$ 에서 근관형성 후 $33.7^{\circ} \pm 2.53^{\circ}$ 으로 극관만곡도가 $1.17^{\circ} \pm 1.53^{\circ}$ 증가함을 보였고, Step-back방법을 사용한 군에서는 근관형성 전 $29.9^{\circ} \pm 3.02^{\circ}$ 에서 근관형성 후 $28.8^{\circ} \pm 2.77^{\circ}$ 으로 근관만곡도가 $1.17^{\circ} \pm 2.29^{\circ}$ 감소함을 보였고, 초음파기구를 사용한 군에서는 근관형성 전 $30.3^{\circ} \pm 2.90^{\circ}$ 에서 근관형성 후 $33.3^{\circ} \pm 2.48^{\circ}$ 으로 근관만곡도가 $3.00^{\circ} \pm 2.58^{\circ}$ 증가함을 보였다(Graph 1). 각 실험 군간의 통

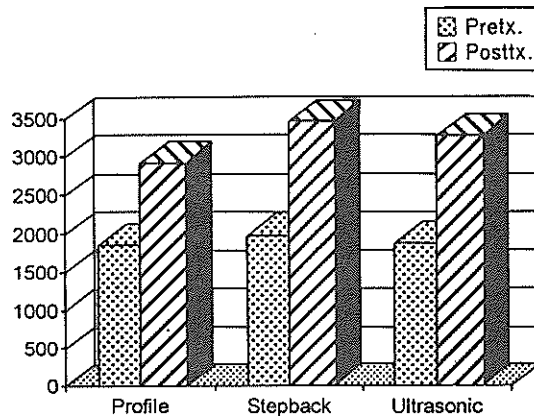
Table 1. Preinstrumentation versus postinstrumentation canal curvature, in degrees

	Profile	Stepback with SS	Ultrasonic
Preinstrument angle	$32.5^{\circ} \pm 2.94^{\circ}$	$29.9^{\circ} \pm 3.02^{\circ}$	$30.3^{\circ} \pm 2.90^{\circ}$
Postinstrument angle	$33.7^{\circ} \pm 2.53^{\circ}$	$28.8^{\circ} \pm 2.77^{\circ}$	$33.3^{\circ} \pm 2.48^{\circ}$
difference*	$1.17^{\circ} \pm 1.53^{\circ}$	$-1.17^{\circ} \pm 2.29^{\circ}$	$3.00^{\circ} \pm 2.58^{\circ}$

* :각 group간의 차이는 통계학적으로 유의성이 있음. (P=0.0000248)



Graph 1 : Change in canal curvature



Graph 2 : Change in area of root canal area

Table 2. Mean percentage increase in area of root canal after preparation

	Profile	Stepback with SS	Ultrasonic
difference*	158%±21.2%	179%±41.2%	177.3%±33.9%

* P<0.05 에서 Profile과 Step-back, Profile과 Ultrasonic group간 서로 통계적인 유의성이 있음

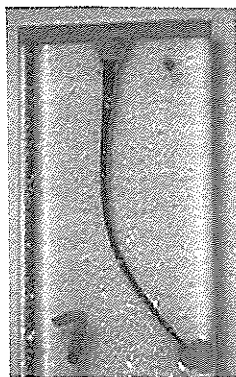


Fig. 1. Curved canal shape before canal preparation (X5)

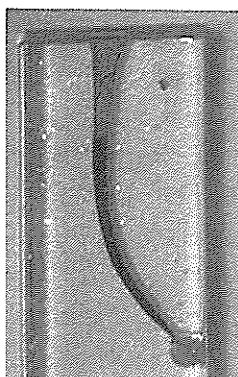


Fig. 2. Continuously tapering root canal appearance after canal preparation with .04 tapered Profile (X5)

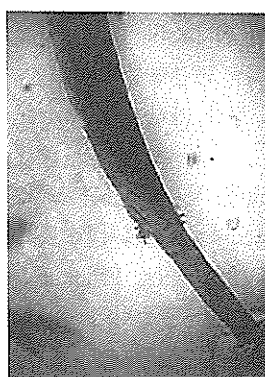


Fig. 3. Ledge formation in Profile group (X20)

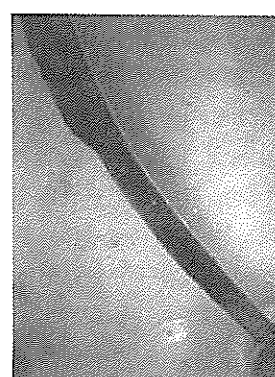


Fig. 4. Ledge formation in ultrasonic group (X20)

계학적 유의성이 인정되었다(P<0.001)(Fig. 1, Fig. 2).

근관형성전 근관의 면적과 형성 후 근관확대된 면적의 증가를 비교 분석하면, Table 2 에서 보는 바와

Table 3. Instrumentation times

	Profile	Stepback with SS	Ultrasonic
Instrumentation time	573sec. ±103sec.	689sec ±120sec.	471sec. ±106sec.

* 근관확대에 소요된 시간은 P<0,05 수준에서 Profile과 Step-back, Ultrasonic과 Step-back group간 서로 통계적 유의성이 있음.

Table 4. Incidence of clinical complication

	Ledge	Elbow, Zip	Apical transportation	Non-tapered hour-glass shaped
Profile(n=15)	2	0	0	2
Stepback with SS(n=15)	8	6	3	8
Ultrasonic(n=15)	3	6	1	12



Fig. 5. Ledge formation in stainless steel file group (X20)

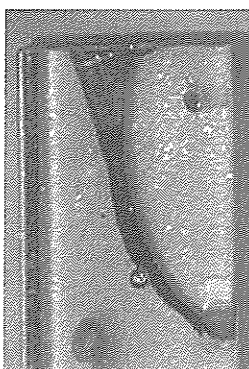


Fig. 6. Elbow/zipping, apical transportation in stainless steel file group (X5)

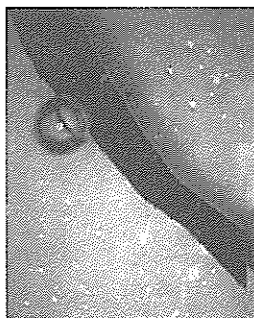


Fig. 7. Apical transportation in stainless steel file group (X20)

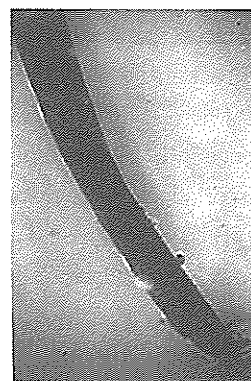


Fig. 8. Elbow/zipping, apical transportation in ultrasonic group (X20)

같이 Profile을 사용한 군에서는 근관확대 후의 면적이 확대 전보다 158% ±21.2%가 증가함을 보였고, Step-back방법을 사용한 군에서는 근관확대 후의 면적이 확대 전보다 179% ±41.2%가 증가함을보였으며, 초음파 기구를 사용한 군에서는 근관확대 후의 면적이 확대 전보다 177% ±33.9%가 증가함

을 보였다(Graph 2). Profile을 사용한 군과 Step-back방법을 사용한 군, Profile을 사용한 군과 초음파기구를 사용한 군간의 차이는 통계학적 유의성이 인정되었다(P<0.05).

Table 3에서 근관형성시 소요된 시간을 보면, 초음파기구를 사용한 군이 가장 빨랐고, Profile을 사

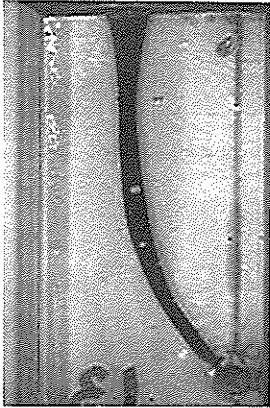


Fig. 9.
Non-tapered hour-glass appearance in ultrasonic group (X5)

용한 군, Step-back방법을 사용한 군 순으로 나타났다. Student-Newman-Keuls test결과 초음파 군과 Step back군, Profile군과 Step-back군 간 통계학적 유의성이 인정되었다($P < 0.05$).

Ledge형성, Elbow, Zip형성, 치근단 변위(Apical transportation), hour-glass 형태의 근관을 5배, 20배 확대하여 관찰한 결과는 Table 4에서 보여주고 있다. ledge형성은 Profile 군은 2개(Fig. 3), 초음파 군은 3개(Fig. 4), Step-back군은 8개(Fig. 5)에서 볼 수 있었고, Elbow/ Zip형성은 Step-back군은 6개(Fig. 6), 초음파 군은 6개가 관찰되었고, Profile군에서는 관찰되지 않았다. 치근단 변위는 Step-back군은 3개(Fig. 7), 초음파 군은 1개(Fig. 8)가 관찰되었고, 근관의 Non-tapered hour-glass 형태는 Profile군에서 2개, Step-back군에서 8개, 초음파 군에서 12개가 관찰되었다(Fig. 9).

IV. 총괄 및 고안

최근의 근관형성방법은 만곡된 근관을 정확하고 근관확대 후의 형태에서 나타나는 ledge, elbow, zipping, 치근단 변위, 치근단 침공 등을 해결하는데

노력하고 있다. El Deeb²¹⁾은 stainless steel file의 종류를 막론하고, zipping발생 빈도가 증가한다고 보고한 바 있다. 이러한 근관형성 시 생기는 문제점을 최소화 하기 위하여 만곡근관의 치근단부위 확대 시 file크기를 #25-30로 제한을 하고 있다. 그러나 Southard²²⁾과 Kerekes와 Tronstad²³⁾은 작고 가는 만곡된 구치부 근관에서는 #25 또는 #30으로 근점부의 적절한 청소가 적절하지 못하다고 보고하였으며, Roane³⁾과 Baumgartner²⁴⁾ 등은 모든 근관에서 MAF가 최소 #45가 되어야 한다고 주장하였다. 본 실험에서 Walton²⁵⁾이 언급한 Step-back방법에 따라 #35file까지 확대하였다.

NiTi file은 Stainless steel file에 비하여 높은 탄성적 유연성을 가지고 있고, torsional fracture에 대하여 높은 저항력을 가지고 있다. 이런 증가된 유연성으로 인해 근관확대시 본래의 근관 형태를 유지시킬 수 있다고 보고되었다¹⁷⁾. Engine-driven Niti file 인 .04 tapered Profile은 끝 부분에 삭제 날이 없어(non-cutting tip), ledge, zipping의 형성 빈도를 줄였으며, 삭제 날의 모양이 평평한 면으로 되어있어, 근관의 중심 축을 따라 원형으로 근관확대를 가능케 하였다고 보고하였다^{6,19)}. 또한 .04 tapered file로서 보통 사용하고 있는 file의 두 배의 증가율을 가진다. 따라서 치아의 삭제 능력을 최대화하며, Schilder¹⁾가 주장한 근관의 형태를 충전하기 쉬운 "continuously tapering root canal preparation"를 만들 수 있다고 보고하였고, 이는 본 실험에서도 일치하였다.

근관 만곡도는 가장 널리 사용하는 Schneider²⁰⁾방법을 택하였고, 근관형성 전, 후의 만곡도의 차이를 비교한 결과, Profile군이 가장 근관 만곡도를 유지하면서 근관 확대가 되었으며, step-back군에서는 근관을 직선 화하는 경향이 있으며, 초음파 군은 근관 만곡도를 많이 증가시키는 것으로 관찰되었다. .04 tapered Profile에 대한 보고는 현재 보고된 바 없으나, Bou Dagher²⁵⁾등은 K-file보다 NiTi file이 더 근관만곡을 유지하는 것으로 보고하였다. 그 이유로는 재료의 유연성을 증가시킨 것으로 사료된다. 그러나 Luiten²⁶⁾등이 다른 NiTi file, stainless steel file을

사용한 Step-back방법, 초음파기구를 비교한 결과 통계학적으로 근관만곡도의 차이가 없는 것으로 보고하였고, Royal과 Donnelly²⁷⁾의 연구에서도 같은 결과를 보고하였다.

Glosson²⁸⁾의 연구에 의하면, NiTi file인 NT Sensor, Canal Master U file, Lightspeed와 K-file을 사용하여 근관형성 전 근관과 형성 후 근관확대된 면적의 증가를 비교한 결과, NiTi file인 경우 제거된 상아질의 면적이 적은 것으로 보고하였다. 본 실험에서도 NiTi file인 .04 tapered Profile군이 가장 적은 면적의 증가를 보였다. 그러나 Saunders²⁹⁾의 보고에 의하면 Flexofile, Flexogates, Canal Master U를 사용한 결과, 면적이 약 160%의 증가량을 보였다고 하였으며, 이는 본 실험과 비슷한 증가량을 보였으나, file의 종류에 따른 면적 증가량의 차이는 없는 것으로 보고하였다.

근관형성시간을 단축할 수 있다면 근관 치료에서 오는 피로도를 상당히 줄일 수 있다. Glosson²⁸⁾등이 NiTi file과 K-file을 사용한 근관형성시 소요시간을 비교한 결과 기계식 기구인 NiTi Sensor file군이 K-file군보다 빠른 것으로 보고하였다. 또 Martin 등¹²⁾이 초음파 기구의 근관형성시간 단축을 보고하였고, 이는 본 실험의 결과와 일치하며, 그 이유는 근관 상아질 삭제와 세척이 함께 이루어지기 때문에 세척 시간이 따로 필요 없고, 기구 자체의 높은 진동수로 근관 상아질을 삭제하기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 Pedicord³⁰⁾에 의하면 초음파 기구를 사용한 군이 수동식 file보다 느리다고 상반된 결과를 보고한 바 있다. 본 연구에서도 초음파 기구, Profile을 사용한 경우, Step-back방법 순으로 빠른 것으로 보여 주었으나, 초음파 기구와 Profile을 사용한 경우의 차이는 통계적인 유의성이 없었다. Ledge형성은 많은 연구에서 stainless steel file을 사용하는 경우 빈도가 높다고 보고하였고, 이는 본 연구에서도 일치하였다. 그러나 Luiten 등²⁶⁾에 의하면 ledge형성이 초음파 기구를 사용한 경우 더 많이 생기고 Step-back과 NiTi 경우 생기지 않는 것으로 보고하였고, elbow/ziping형성은 Step-back방법, 초음파

기구, Profile을 사용한 경우 순으로 관찰되었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 Profile을 사용한 경우 전혀 elbow/zip, 치근단 변위를 관찰할 수 없었다. 이는 Profile의 non-cutting tip과 NiTi의 유연성으로 인한 것으로 사료된다. Glosson 등²⁸⁾의 많은 연구에서 NiTi file인 경우 현저히 치근단 변위가 감소된다고 보고한 바 일치된다.

NiTi file의 유연성으로 인해 anticurvature filing과 flaring을 감소시킬 수 있다고 보고되었다^{26,27,31)}. 본 연구에서도 근관 형성 전과 후의 근관형태를 computer에서 겹쳐서 본 결과 profile인 경우는 근관 확대 전, 후 근관의 형태가 일치하는 것을 볼 수 있다. 그러나 초음파 기구인 경우 근관의 중앙부에서는 만곡의 내쪽이 많이 확대됨을 관찰할 수 있었다. 또한 Step-back인 경우 근관의 상단부 즉 치관부가 만곡의 바깥쪽으로 많이 확대된 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 NiTi file과 stainless steel file인 경우 Roig-Cayon 등³²⁾의 연구와 일치함을 볼 수 있다. Step-back방법인 경우 anticurvature filing을 하였기 때문에 그러한 근관확대 형태가 생긴 것으로 사료된다.

이러한 본 연구의 결과를 토대로 .04 tapered Profile은 보다 가늘고 만곡된 근관에서 stainless steel file을 이용한 Step-back 방법보다 몇 가지 장점을 지적할 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 resin block을 사용하였기 때문에 구강 내 시술하는 것과는 차이가 있을 것으로 추측되며, 앞으로 이에 대한 평가가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

V. 결 론

만곡근관에서 engine-driven Nickel-Titanium instrument(.04 tapered Profile) 과 초음파기구를 이용한 근관확대 및 stainless steel K-file을 사용한 Step-back방법을 비교 평가하기 위하여 45 개의 약 30도의 만곡을 가진 Endo-VU resin block을 15개씩 3개 군으로 나누어 근관형성을 하였다. 세군 모두 근관형성을 완료한 후에 Storz 수술용 현미경에서 5배

확대하여 근관의 확대된 형태를 관찰 및 사진촬영을 한 후, 다시 근첨부 3mm를 20배의 고배율로 촬영하여 근첨부의 ledge, elbow, zip, apical transportation을 관찰하고, 근관확대 전과 후의 근관의 면적 및 만곡도의 변화를 측정 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관형성 전, 후의 만곡도 유지 정도를 비교한 결과, Profile을 사용한 군이 원래의 근관 만곡도를 유지하면서 근관 확대가 되었으며, step-back군에서는 근관을 직선화하는 경향이 보였고, 초음파군은 근관 만곡도를 많이 증가시켰다($P<0.0001$).
2. 근관형성 전, 후 면적의 증가정도를 비교 분석한 결과, Profile을 사용한 군이 가장 적었다($P<0.05$).
3. 근관형성시 소요된 시간을 측정한 결과, 초음파기구를 사용한 군이 가장 빨랐고, Profile을 사용한 군, Step-back방법을 사용한 군 순으로 나타났다($P<0.05$).
4. 형성된 근관의 형태를 관찰한 결과, 초음파기구군이 가장 많은 non-tapered hour-glass 형태의 근관이 관찰되었고, profile군이 가장 적게 나타났다.
5. 근관형성 후 치근단 부위의 형태 변화를 5배, 20배로 관찰한 결과, Profile을 사용한 군이 가장 적게 Ledge를 형성하였고, Elbow/Zip형성, 치근단 변위는 관찰할 수 없었고, 초음파군, step-back군 순으로 ledge, elbow/zip, 치근단 변위가 형성되었다.

REFERENCES

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am 1974 ; 18 : 269-96.
2. Weine F, Kelly R, Lio P. The effect of preparation procedures on the original canal shape and on apical foramen shape. J Endodon 1975 ; 1 : 255-62
3. Roane J, Sabala C, Duncanson M. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. J Endodon 1985 ; 11 : 203-11.
4. Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. Dent Clin North Am 1979 ; 23 : 575-92
5. Weine F. Endodontic therapy St. Louis : CV Mosby, 1989 : 277
6. Walton R. Current concepts of canal preparation. Dent Clin North Am 1992 ; 32 : 309-326
7. Morgan LA, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. J Endodon 1984 ; 10 : 491-8
8. Goerig A, Michelich R, Schultz H. Instrumentation of root canals in molars using the step-down technique. J Endodon 1982 ; 8 : 550-4
9. Chenail BL, Teplitsky PE. Endosonics in curved root canals. J Endodon 1985 ; 11 : 369-74
10. Walsh C, ElDeeb ME, Messee HH. Effect of varying ultrasonic power on instrumentation time and prepared canal space. J Endodon 1987 ; 13 : 133-8
11. Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. J Den Med 1957 ; 12 : 12-8
12. Martin H, Cunningham W, Norris J, Cotton W. Ultrasonic versus hand filing of dentin : Quantitative study. Oral Surg 1980 ; 49 : 79-84.
13. Weller NR, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. J Endodon 1980 ; 6 : 740-3
14. Goodman A, Reader a, Beck M, Melfi R, Meyers W. An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique in human mandibular molars. J Endodon 1985 ; 11 : 249-56
15. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. J Endodon 1988 ; 14 : 346-51
16. Cramp J, Pertot WJ. Torsional and stiffness properties of Canal Master U stainless steel and Nitinol instruments. J Endodon 1994 ; 20 : 395-8
17. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-Titanium instruments- applications in Endodontics . Ishiyaku EuroAmerica ; 49-66
18. McSpadden JT. NiTiMatic system product instruction manual. Chattanooga, TN : NiTi Co.,1992
19. Buchanan LS. The shape of things to come. Dentistry today., 1994 ; 13
20. Schneider SW. A comparison of canal preparation in straight and curved root canals. Oral Surg. 1971 ; 32 : 271-5

-
21. ElDeeb ME, Boras JC. The effect of different files on preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J* 1985 ; 18 : 1-7
 22. Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved canals root canals with the Roane technique. *J Endodon* 1987 ; 13 : 479-89
 23. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endodon* 1977 ; 3 : 114-8
 24. Baumgartner JC, Martin H, Sabala CL, Strittmatter EJ, Willey WL, Quigley NC. Histomorphic comparison of canals prepared by four techniques. *J Endodon* 1992 ; 17 : 530-4
 25. Bou Dagher FE, Yared GM. Comparison of three files to prepare curved root canals. *J Endodon* 1995 ; 21 : 264-5
 26. Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endodon* 1995 ; 21 : 26-32
 27. Royal JR, Donnelly JC. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. *J Endodon* 1995 ; 21 : 300-428. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, Rio CE. A comparison of root canal preparations using NiTi hand, NiTi engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endodon* 1005 ; 21 : 146-51
 29. Saunders WP, Saunders EM. Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. *J Endodon* 1994 ; 20 : 440-4
 30. Pedicord D, ElDeeb ME, Masser HH. Hand versus ultrasonic instrumentation : Its effect on canal shape and instrumentation time. *J Endodon* 1986 ; 12 : 375-81
 31. Esposito PT, Cunninnnnnngnam CJ. A comparison of canal preparation with Nickel-Titanium and Stainless steel instruments. *J Endodon* 1995 ; 21 : 173-6
 32. Roig-Cayon M, Brau-Aguade E, Canalda-Sahli C. A comparison of molar root canal preparations using flexOfile, canal Master U, and heliapical instruments. *J Endodon* 1994 ; 20 : 495-9

-ABSTRACT-

A COMPARISON OF CANAL PREPARATION WITH ENGINE-DRIVEN NICKEL-TITANIUM FILES, ULTRASONIC FILES, AND STAINLESS STEEL FILES

Seung-Ho Baek, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

Department of Conservative Dentistry, Kangnung University

The purpose of this study is to compare the canal preparation with engine-driven Nickel-Titanium instruments(.04 tapered Profile), ultrasonic instruments, and stainless steel hand instruments in a simulated curved canal. 45 resin blocks of 30 degree curvature were instrumented by using each of the three file types. Before and after preparation, a record of each block was taken with the Storz surgical microscope at 5 and 20 times magnification. Ledges, elbows, zips, and apical transportations were observed. Comparisons were made between the preoperative and postoperative shapes and curvatures of each root canal.

The result were as follows ;

1. Profiles were significantly less likely to change the original canal curvature when instrumenting curved root canals. Step-back technique with stainless steel files reduced the canal curvature and ultrasonic files increased the canal curvature($P<0.0001$).
2. Profiles showed the least amount of increase change in total area of root canal after preparation than other instruments($P<0.05$).
3. Ultrasonic group had the shortest preparation time, followed by Profiles, and Step-back technique with stainless steel files.
4. Incidence of non-tapered, hour-glass appearance was most with ultrasonic files, least in Profiles.
5. Profiles showed least amount of ledge formation than other instruments and no elbows/zips, apical transportations.

In our conclusion, .04 tapered Profile were shown to be most effective in preparation of the curved canal among the three instruments