

최신 근관 세척 방법과 기구에 대한 고찰

유연지 · 신수정 · 백승호*

서울대학교 치의학대학원 치과보존학교실

ABSTRACT

Review of root canal irrigant delivery techniques and devices

Yeon-Jee Yoo, Su-Jeong Shin, Seung-Ho Baek*

Department of Conservative Dentistry and Dental Research Institute, College of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

Introduction: Eliminating the residual debris and bacteria in the root canal system is one of the main purposes of the endodontic treatment. However, the complexity on the anatomy of the root canal system makes it difficult to eliminate the bacterial biofilm existing along the root canal surface and necrotic pulp tissue by mechanical instrumentation and chemical irrigation. Recently, more effective irrigant delivery systems for root canal irrigation have been developed. The purpose of this review was to present an overview of root canal irrigant delivery techniques and devices available in endodontics.

Review: The contents of this paper include as follows:

- syringe-needle irrigation, manual dynamic irrigation, brushes
- sonic and ultrasonic irrigation, passive ultrasonic irrigation, rotary brush, RinsEndo, EndoVac, Laser

Conclusion: Though technological advances during the last decade have brought to fruition new agitation devices that rely on various mechanisms, there are few evidence based study to correlate the clinical efficacy of these devices with improved outcomes except syringe irrigation with needle and ultrasonic irrigation. The clinicians should try their best efforts to deliver antimicrobial and tissue solvent solutions in predictable volumes safely to working length. (J Kor Acad Cons Dent 2011;36(3):180-187.)

Key words: EndoVac; Laser; Irrigant delivery devices; Irrigant delivery techniques; Root canal irrigation; Ultrasonics

-Received 25 April 2011; revised 2 May 2011; accepted 2 May 2011-

서 론

근관치료를 위한 대부분의 노력은 근관 내 괴사된 치수 조직, 세균, 감염된 상아질 등의 감염원을 제거하고 재감염을 예방하는 데 있다. 그러나 근래 NiTi file 등 진동 회전식 기구들을 사용하더라도 isthmus, fin, web, anastomoses 등

복잡한 근관의 해부학적 구조를 모두 기계적으로 형성할 수는 없으며, 근관 형성 과정에서 생성되는 도말층 등으로 인해 근관 형성만으로는 근관 내 감염원을 완전히 제거할 수 없다. 따라서 기계적인 근관 형성과 함께 효과적인 근관 세척 방법의 선택은 근관 치료의 성공을 위해 중요한 요소가 된다.¹⁻⁴

Yoo YJ, DDS, Resident; Shin SJ, DDS, Postgraduate student; Baek SH, DDS, PhD, Associate Professor, Department of Conservative Dentistry, Seoul National University School of Dentistry, Seoul, Korea

*Correspondence to Seung-Ho Baek, DDS, PhD.

Associate Professor, Department of Conservative Dentistry, Seoul National University School of Dentistry, 28 Yeongon-dong, Jongno-gu, Seoul, Korea 110-768

TEL, +82-2-2072-3815; FAX, +82-2-2072-3850; E-mail, shbaek@snu.ac.kr

근관 세척은 근관 치료의 실패를 야기할 수 있는 괴사된 치수 조직, 세균, 감염 상아질 등의 감염원을 제거하고 근관을 무균화하기 위해 시행된다. 근관 세척액은 살아 있는 구강 조직과 직접 접촉할 수 있으므로 전신적인 과민증 및 독성 반응을 일으키지 않아야 하며, 치수 조직에 위해를 가하지 않아야 한다. Zehnder⁵는 이상적인 세척액의 조건을 1) 넓은 항균 범위를 가지고 호기성 균주와 통기성 균주에 효과적이어야 하고, 2) 괴사된 치수 조직 잔사를 용해시키는 능력이 있어야 하며, 3) 세균이 분비하는 내독소를 비활성화시킬 수 있어야 하고, 4) 도말층이 생기는 것을 방지할 수 있어야 한다고 하였다.

근관 세척제로는 식염수, 과산화수소, 차아염소산나트륨 (NaOCl), iodine potassium iodide, 클로로헥시딘, EDTA, MTAD 등이 사용되고 있지만, 현재 1-5.25% sodium hypochlorite (NaOCl)이 주된 근관 세척제로 추천되며 경우에 따라 클로로헥시딘이 적용될 수 있다.⁵⁻⁷ 근관 형성 중 근관 내부는 반드시 NaOCl 등과 같은 근관 세척액으로 채워져 있어야 하며, 근관 확대 단계마다 충분한 근관 세척이 필요하다. 일단 근관 확대가 끝나면 킬레이트제인 EDTA 5-10 ml를 적어도 1분 동안 적용한 후 NaOCl로 마지막 세척을 하는 것이 추천된다. 클로로헥시딘을 사용하는 경우, NaOCl이 근관 내에 남아 있는 경우 클로로헥시딘과 반응하여 근관 내 적갈색의 침전을 만들 수 있으므로 마지막 세척은 식염수를 사용하거나 클로로헥시딘 자체로 최종 세척을 마칠 수 있다.⁷

이상적인 근관 세척액의 모든 요구 조건을 만족시키는 단일 약제는 존재하지 않는다. 따라서 단일 약제를 사용하는 대신 NaOCl과 EDTA, 클로로헥시딘을 복합적으로 사용하여 단일 약제를 사용했을 때의 단점을 보완하거나, pH를 낮추거나 온도를 높임으로써 근관 세척액의 표면 장력을 낮추어 젖음성을 높이는 방법을 사용하기도 한다. 또한, 이러한 근관 세척액이 크기가 작은 근관의 근침부나 isthmus 등에 도달할 수 있도록 효과적으로 운반, agitation 하는 방법에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 종설에서는 최근 효과적인 근관 세척을 위한 근관 세척 기구와 근관 세척 방법에 대해 고찰해보고자 한다.

본 론

Syringe와 needle을 이용한 근관 세척법

1. Syringe-needle irrigation

Syringe에 근관 세척액을 담아 다양한 굵기의 needle을 통해 적용하는 이 방법은 근관 세척액을 근관 내로 적용하는 가장 오래되고 보편적인 방법이다. 이 방법에서는 적절한 근관 세척액으로 충분히 근관 세척을 시행하여도 기계적

으로 씻어내리는 작용이 상대적으로 약하여, 접근이 힘든 근단 부위와 근관 내 불규칙한 부분에서 박테리아 또는 조직 잔사가 남아있을 수 있다.^{8,9} Ram 등⁸은 이 방법을 사용할 때 세척액은 근관 세척을 시행하는 needle 아래로 1 mm 이상은 도달할 수 없다는 사실을 보고하였다. 이는 일반적인 needle이 좁은 근관에서 치관 $\frac{1}{3}$ 이나 중간 $\frac{1}{3}$ 정도까지 밖에 도달하지 못하므로, syringe-needle irrigation을 시행하는 경우 근관 세척액의 상아 세관 소독 능력은 제한될 수밖에 없다는 것을 의미한다.

Syringe-needle irrigation에 영향을 미치는 요소들은 needle의 지름과⁸⁻¹¹ 근관 세척액의 양¹² 등을 생각해 볼 수 있겠다. van der Sluis 등¹¹은 적은 gauge의 needle이 근관 내부로 깊이 들어갈수록 근관 세척이 더 효과적으로 이루어질 수 있다고 하였다. 그러나 needle이 근침에 가까울수록 근관 세척액이 근침 밖으로 나갈 가능성이 높아지므로, NaOCl과 같은 근관 세척액이 근침공 밖으로 나가는 사고를 방지하면서도 효과적으로 근관 세척을 하기 위해 가능한 근침 가까이 도달할 수 있도록 작은 gauge의 needle을 사용하여 서서히 근관 세척액을 주입시키는 방법을 권장한다.^{8,9}

Syringe-needle irrigation의 문제점을 개선하고 효율을 높이기 위한 노력은 계속되어 왔다. 먼저 근관 세척용 needle은 크기는 27-30 gauge로 가늘어졌으며 needle 침부의 형태도 needle 옆쪽으로 열려있는 side-vented (notched) needle과 끝이 막혀 있고 옆쪽에 구멍이 있는 closed end needle (Max-i Probe 등) 등이 추천되고 있다.¹³

Yamada 등¹⁴은 EDTA와 NaOCl로 근관장에서 1 mm 짧은 부위까지 도달하는 side-vented, closed end needle을 사용하여 근관 세척을 시행하였음에도 치근단 부분에 도말층과 치수 잔사가 많이 남았음을 보고하였는데, 이는 근관 확대 크기와 관련하여 설명될 수 있을 것이다. 그러나 근관 세척 효과와 master apical file (MAF)의 크기, 그리고 형성된 근관의 taper 정도와의 관계에 대한 연구는 많지 않다. Huang 등¹⁵은 MAF의 크기가 클수록 근침부의 근관 세척 효과가 높았으며, 형성된 근관의 taper가 클수록 근관 세척액의 교환이 효과적으로 이루어진다고 보고하였다. 한편, Falk와 Sedgley¹⁶의 근관 확대 크기와 근관 세척의 효율성에 대한 연구에서는 근관 세척의 효율성은 근관을 #36 크기로 형성한 경우보다 #60 크기로 형성한 경우가 높게 나타났다. #77 크기까지 형성한 경우에 부가적인 효율성의 증가가 나타나지 않았다. 또한, Albrecht 등¹⁷은 형성된 근관의 taper 정도와 근관 세척에 관한 연구에서 근침부 확대가 크고 .04, .06, .08 taper로 될수록 근관 세척이 잘 되었으나 .10 taper에서는 더 이상 효과가 없다고 보고하였다. 이와 같은 연구들을 토대로 볼 때 근관 세척의 효율성을 높이기 위해서는 근관을 적절하고 충분한 크기로 형성하여야

하지만, 근관을 과도하게 형성할 때 근관 세척 효율이 비례하여 증가하지 않는다는 점과 더불어 과도하게 확장한 근관은 치근 상아질의 두께를 감소시켜 치근 구조를 약화시킬 수 있다는 점을 상기하여야 할 것이다.

2. Manual dynamic irrigation

근관은 치조골에 싸여 있어 끝이 막혀있는 채널과 같아 근관 세척 시 근첨부에 기포 함입이 생겨(vapor lock effect) 근단부로 근관 세척액의 도달이 어려워진다. Tay 등¹⁸은 이와 같은 close-ended microchannel에서 근관 세척에 Max-I Probe를 사용하였을 때 근단부 0.5-1.0 mm 부위에서 잔사 제거가 효과적으로 이루어 지지 않는다고 보고하였다. 이 부위는 또한 sonic 또는 ultrasonic irrigation시에 file의 tip이 apical vapor lock 부분에 놓이게 되어 acoustic microstreaming과 cavitation을 물리적으로 불가능하게 하는 원인이 되기도 한다.

이와 같은 vapor lock을 방지하는 간단한 방법은 형성된 근관에 잘 맞는 gutta-percha master cone을 2-3 mm stroke으로 위아래로 움직이는 'manual dynamic irrigation' 방법을 사용하는 것이 추천되고 있다.^{15,19} 이 방법은 수동으로 시행해야 한다는 점에서 다소 임상적인 어려움이 있으나, 기포로 채워져 있던 근단부에 gutta-percha cone이 들어감으로써 근단부의 기포를 없애주고 동시에 움직이는 gutta-percha cone 표면을 따라 형성되는 세척액 피막이 근단부까지 도달할 수 있게 함으로써 간단하면서도 효과적으로 근관 세척의 효율성을 높여 줄 수 있다. Huang 등¹⁵은 gutta-percha coned으로 3.3 Hz (100 strokes per 30 seconds) 정도의 push-pull motion을 행하면 RinsEndo system (Durr Dental Co, Bietigheim-Bissinge, Germany)을 이용하는 경우보다 더 큰 hydrodynamic pressure를 일으켜서 근관 내에서 난류가 더 커지며, 'viscously-dominated flow' 하에서 gutta-percha cone이 유체의 물리적인 움직임을 만들 수 있어 근관 세척의 효율성을 높일 수 있다고 하였다. 또한 McGill 등¹⁹은 manual-dynamic irrigation이 RinsEndo와 같은 장비를 이용하는 경우나 syringe-needle irrigation보다 훨씬 효과적임을 보고하였다.

3. Brushes

그 외 나선형의 모양으로 나일론 털이 꼬여 있는 와이어 형태의 Endobrush (C&S Microinstruments Ltd, Markham, Ontario, Canada)와 30 gauge irrigation needle이 brush로 덮여 있는 NaviTip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT)와 같은 근관용 Brush는 근관 벽의 잔사를 제거하기 위한 보조 수단으로 사용될 수 있으나 근관 내 공간으로 근관 세척액을 적용하기 위해

직접적으로 사용되지는 않으며, 그 효율성에 대한 연구가 더 필요한 것으로 사료된다.

근관 세척 기구를 사용하는 근관 세척법

현재 보다 쉽고 효과적인 근관 세척을 위해 많은 자동화된 장비들이 고안, 제조되어 사용되고 있다.

1. Sonic instrument를 이용한 근관 세척

1985년 영국 Medisafe International (Bishop's Srorfort, UK)이 처음으로 sonic irrigation technology를 의료 기구로 소개하였으며, 1985년 Tronstad 등²⁰은 근관 치료 영역에서 sonic instrument의 사용 가능성을 제시하였다. Sonic irrigation은 근관을 형성한 후에 Rispisonic file을 MM 1500 sonic handpiece (Medidenta International, Inc, Woodside, NY)에 부착하여 사용하는 데, 이 때 file은 barbed 형태여서 근관 벽을 파고 들어가 형성된 근관에 위해를 가할 수 있다.

Sonic irrigation과 ultrasonic irrigation의 차이점은 sonic irrigation이 더 낮은 진동수(1-6 kHz)에서 작동하고 더 작은 전단 응력을 일으킨다는 점이다. Sonic energy는 더 큰 진폭의 파장을 발생시키고 더 큰 back-and-forth tip movement를 발생시킨다. Sonic device의 진동 패턴은 ultrasonic device의 진동 패턴과 달리 file이 부착된 부분 근처에서 1개의 마디를 가지고 file의 끝에서 1개의 배를 가진다. Sonic file의 움직임에 제약이 생기면 sideway oscillation은 발생하지 않고 longitudinal oscillation만 발생되며, 이 때 변위 진폭이 커져 근관 잔사 제거에 효과적이다.

근래 소개된 sonic irrigation system인 EndoActivator System (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, USA)은 휴대용 핸드피스와 3가지 크기의 disposable polymer tip으로 되어 있으며, tip의 진동과 짧은 수직적인 왕복 운동을 통해 강력한 유체 역학 현상을 일으켜 측방 근관에서 효과적으로 치수 잔사와 도말층을 제거하고 구치의 만곡된 근관 내의 biofilm을 제거할 수 있으며, 1분당 10000회(cpm)을 가하는 것이 도말층과 biofilm 제거에 효과적이라고 보고되었다.²¹

Sonic irrigation의 효과에 대해 Rödiger 등²²은 20° 이상 만곡된 근관에서 syringe-needle irrigation과 ultrasonic irrigation, EndoActivator의 잔사 제거 효율은 모두 80-85% 정도로 유의한 차이가 없다고 보고하였으며, Huffaker 등²³은 EndoActivator가 syringe-needle irrigation보다 근관 내 박테리아 제거에 더 효과적이지 않았으며, EndoActivator 보다는 근관 내 약제인 수산화칼슘을 사용하는 것이 근관 내 박테리아 제거에 더 효과적이라고 하였다. 또한 Uroz-Torres 등²⁴은 EndoActivator가

syringe-needle irrigation에 비해 근관 내 도말층 제거에 효과적이지 않았으며, EDTA를 사용하는 것이 더 중요하다고 하였다.

Sonic과 ultrasonic irrigation의 효율을 비교하였을 때, Sabins 등²⁵과 Stamos 등²⁶은 acoustic streaming velocity와 frequency 사이에 상관 관계가 있으며 초음파 시스템이 음파 시스템보다 근관에서 잔사를 더 효과적으로 제거한다고 보고하였다. 그러나 Jensen 등²⁷은 2가지 endosonic agitation technique을 3분 동안 적용한 경우 근관 세척 효율성에는 유의할 만한 차이가 없다고 주장하였다. Sabins 등²⁵(30초 적용)과 Stamos 등²⁶(60초 적용)의 연구와의 결과 차이를 고려할 때, sonic irrigation을 충분한 시간 동안 사용하면 ultrasonic irrigation과 유사한 근관 세척 효과를 기대해 볼 수 있을 것으로 생각할 수 있다.

2. Ultrasonic instrument를 이용한 근관 세척

1957년 Richman²⁸은 처음으로 ultrasound를 근관 치료 영역에 사용하였고, 1980년 Martin 등²⁹이 근관 치료용 ultrasonic unit를 상업적으로 만들어 소개하였다. Ultrasonic을 통한 근관 세척에는 ultrasonic file로 근관 형성과 근관 세척을 함께 하는 ultrasonic irrigation (UI) 방법과 ultrasonic file이 근관 벽에 접촉하지 않아 근관 세척만 하는 passive ultrasonic irrigation (PUI) 방법이 있다. UI 방법은 근관 세척 효율 면에서 PUI 방법보다 유의하게 효과적이지 못할 뿐 아니라,^{1,27,30-32} ultrasonic file을 이용한 근관 형성은 상아질 삭제를 조절하지 못하여 strip perforation, ledge 등 많은 문제를 야기시킨다.^{27,30-32} 그러므로 UI 방법은 일반적으로 추천되지 않으며, 근관 형성 후 ultrasonic file을 근관 세척 목적으로만 사용되는 PUI 방법이 추천된다.³³

PUI 방법은 근관 세척액을 syringe를 통해 근관 내에 주입한 다음 ultrasonic file을 근관 벽에 접촉하지 않도록 적용하여 ultrasonic activation시킴으로써 acoustic streaming과 cavitation을 일으켜 기존의 syringe needle irrigation에 비해 효과적인 것으로 보고되고 있다.^{1,27,30-35} 뿐만 아니라, PUI 방법은 근관 내 박테리아 감소에 효과적인 것으로 알려져 있는데, 그 이유는 첫째로 acoustic streaming의 작용을 통해 박테리아의 biofilm의 응집이 파괴되어 부유하고 있는 박테리아가 증가하여 NaOCl의 살균 효과를 높여준다는 점, 그리고 두 번째로 cavitation으로 인한 세포막의 일시적 약화로 인해 NaOCl이 더 효과적으로 침투하기 때문인 것으로 보인다.³⁶⁻⁴⁰

PUI의 도말층 제거 효과에 대해서는 아직 논란이 있다. Cameron⁴¹과 Alaçam⁴²은 PUI는 3%의 NaOCl을 사용했을 때 도말층을 완벽하게 제거할 수 있다는 사실을 보고하였고, Huque 등⁴³도 다른 농도의 NaOCl를 이용하여 같은

결과를 보고하였다. 그러나 Cheung과 Stock⁴⁴은 1% NaOCl와 함께 PUI를 10초 동안 사용했을 때 도말층을 완전히 제거할 수 없다고 보고하였고, 또다른 연구에서는 EDTA나 EDTA와 NaOCl를 함께 사용한 경우에도 근단부층의 도말층을 완전히 제거하지 못한다고 보고하였다.^{4,45}

Ultrasonic irrigation의 효율을 높이기 위해 다양한 방법이 시도되고 있다. van der Sluis 등⁴⁶의 연구에서 3분 동안 NaOCl을 15 ml/min으로 지속적으로 공급하였을 때 근첨부의 잔사 제거에 효과적이었다고 보고되었다. 본 저자의 preliminary study에서도 ultrasonic handpiece에 needle holding adapter를 연결하여 지속적으로 근관 세척액을 공급하였을 때, 하악 대구치 근심 근관 및 isthmus에서 효율적인 잔사 제거 효과를 나타내는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 Jiang 등⁴⁷은 PUI의 작동을 꺾다 꺾다 하는 'pulsation pattern'으로 사용하면 지속적으로 작동시키는 것보다 효과적이라고 하였다.

근래 많은 연구에서는 근관 형성 과정에서 syringe-needle irrigation을 시행하고 마지막 근관 세척시 PUI 방법을 사용할 것을 추천하고 있다.^{11,25,30,34,35,46,47}

3. Rotary brushes를 이용한 근관 세정

근관 내 도말층과 치수 조직 잔사 제거를 촉진하기 위해 핸드피스에 장착하여 사용할 수 있는 microbrush인 CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Germany)는 contra-angle 핸드피스에 연결되어 600 rpm으로 회전시켰을 때 세정 효과가 좋다.⁴⁸ Weise 등⁴⁹에 의하면 작고 신축성이 뛰어난 CanalBrush로 근관 세척을 시행하면 효과적으로 잔사를 제거할 수 있다고 보고하였다. 그러나 Garip 등⁵⁰은 brush를 이용한 근관 세정이 syringe-needle irrigation과 비교하여 그 효과가 크지 않다고 보고하였다.

4. RinsEndo System

근래 소개된 RinsEndo system (Dürr Dental Co, Bietigheim-Bissingen, Germany)은 pressure-suction technology에 기반한 근관 세척 장치로, 부착된 syringe로부터 65 μ l의 근관 세척액이 1.6 Hz oscillating으로 근관 내로 운반되며 suction phase 동안에는 근관 내의 세척액이 제거되고 새로운 세척액이 공급된다. RinsEndo의 효과에 대해 McGill 등¹⁹은 syringe-needle irrigation보다 효과적이라고 보고하였고, 이 등⁵¹은 하악 대구치의 근심 근관 특히 isthmus에서 syringe-needle irrigation에 비해 잔사 제거 효과에 효과적이라고 보고하였다. 그러나 PUI 방법과 비교하였을 때 Rödиг 등²²은 PUI 방법이 RinsEndo나 syringe-needle irrigation보다 근관 내 잔사를 제거하는데 효과적이라고 하였다. 이러한 hydrodynamic rinsing은

근관 세척 도중 가해지는 양압으로 인해 근침공을 통한 근관 세척액 유출의 위험이 높은 것으로 알려져 있으므로 조심스러운 사용이 요구된다.⁵²

5. EndoVac system

EndoVac system (Discus Dental, Culver City, CA)은 negative-suction system으로 master delivery tip, macrocannula, microcannula로 이루어져 있다. EndoVac은 다른 근관 세척 기구와는 달리 근단 쪽에 음압을 가하여 근관 세척액을 치관 쪽으로부터 근단쪽으로 끌어당긴 후 근단부에서 cannula에 흡인된다. 따라서 좁은 근관 내의 vapor lock effect를 방지할 수 있고 신선한 근관 세척액이 계속해서 근침으로 공급될 수 있다. Nielsen과 Baumgartner⁵³는 EndoVac system의 사용이 syringe-needle irrigation에 비해 근관장 근처의 1 mm 위치에서 더 많은 잔사를 제거할 수 있다고 보고하였다. 본 저자의 preliminary study에서도 EndoVac system은 하악 대구치의 근심 근관, 특히 isthmus에서 syringe-needle irrigation이나 PUI, RinsEndo보다 잔사 제거 효과가 뛰어난 것을 발견할 수 있었다. 뿐만 아니라, Siu와 Baumgartner⁵⁴는 *in vivo* 연구에서 EndoVac system은 근관장보다 1 mm 짧은 곳의 근관 내 잔사 제거 효과가 syringe-needle irrigation보다 더 뛰어나다고 보고하였다. 그러나 Miller와 Baumgartner⁵⁵는 *E. faecalis*로 감염시킨 근관에서 *E. faecalis*의 제거가 EndoVac system과 syringe-needle irrigation의 유의한 차이가 없다고 보고하였다.

EndoVac system은 장치의 사용법이 복잡하지만 근관 세척을 시행하는 동안 과도한 압력에 의해 근관 세척액이 근단공을 넘어가는 것을 방지할 수 있어 보다 안전하게 근관 세척액을 적용할 수 있다는 장점이 있다.⁵⁶ EndoVac을 사용함으로써 근관 치료나 재근관 치료에서 치료 결과가 뚜렷하게 향상될지에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

6. 레이저를 이용한 근관세척(Laser-activated irrigation: LAI)

LAI의 효과는 레이저에 의한 큰 타원형의 증기 거품이 형성되는 'cavitation'에 의한 것으로, 이 증기 거품은 원래 크기보다 1600배 팽창되었다가 100-200 microseconds 후에 안쪽으로 파열하면서 두 번째 cavitation 효과를 유도하는 'fluid pump' 역할을 하여 근관 세척 효율성을 높일 수 있다고 알려져 있다.⁵⁷ Nd:YAG laser, Er:YAG laser, Er,Cr:YSGC laser, near-infrared diode laser 등이 근관 치료 영역에 사용될 수 있으며,⁵⁷⁻⁵⁹ 그 효과는 laser의 종류와 setting, tip design, 적용 시간 등에 따라 다양하게 보고되고 있다. George와 Walsh⁶⁰는 레이저의 충격파에 의해 근관 세척액이 근침공 밖으로 나갈 수 있다고 보고하였

으며, de Moor 등⁵⁷은 ultrasonic irrigation과 LAI과의 유의한 차이를 관찰할 수 없어, 비싼 레이저를 이용한 근관 세척의 효율성 향상에 대한 의문을 제시하였다.

결 론

근관 세척액이 좁은 근관의 근침부나 isthmus 등에 도달할 수 있도록 효과적으로 운반 및 agitation하는 것은 성공적인 근관 치료를 위하여 매우 중요하다. 최근 근관 세척을 위한 다양한 기구와 방법이 개발되었으나, 어떠한 기구나 장치도 근관 내 잔사를 완벽하게 제거할 수는 없으며, syringe-needle irrigation과 ultrasonic irrigation을 제외하고 새로 개발된 많은 기구들은 임상적 치료 결과의 향상에 미치는 영향에 대한 근거 중심 연구가 아직은 부족한 실정이다. 효과적인 근관 세척을 위해서는 적절한 근관 세척액을 선택하고, 충분한 양의 근관 세척액이 근관장까지 도달할 수 있도록 적절한 기구와 방법을 선택하여야 할 것이다.

REFERENCES

1. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod* 1980;6:740-743.
2. Schäfer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod* 2000;26:660-664.
3. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. *In vivo* debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2005;31:166-170.
4. Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1989;22:21-28.
5. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-398.
6. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J Endod* 2004;30:785-787.
7. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:578-581.
8. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;44:306-312.
9. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 1983;9:475-479.
10. Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging *in vitro*. *Int Endod J* 2005;38:97-104.
11. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2006;39:472-476.

12. Sedgley C, Applegate B, Nagel A, Hall D. Real-time imaging and quantification of bioluminescent bacteria in root canals *in vitro*. *J Endod* 2004;30:893-898.
13. Shen Y, Gao Y, Qian W, Ruse ND, Zhou X, Wu H, Haapasalo M. Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *J Endod* 2010;36:884-889.
14. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod* 1983;9:137-142.
15. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J* 2008;41:60-71.
16. Falk KW, Sedgley CM. The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation *in vitro*. *J Endod* 2005;31:742-745.
17. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod* 2004;30:425-428.
18. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, Arun SN, Kim J, Looney SW, Pashley DH. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod* 2010;36:745-750.
19. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an *ex vivo* model. *Int Endod J* 2008;41:602-608.
20. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:69-76.
21. Ruddle CJ. Endodontic disinfection: tsunami irrigation. *Endo Prac* 2008;11:7-16.
22. Rödig T, Döllmann S, Konietzschke F, Drebenstedt S, Hülsmann M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. *J Endod* 2010;36:1983-1987.
23. Huffaker SK, Safavi K, Spangberg LS, Kaufman B. Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. *J Endod* 2010;36:1315-1318.
24. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. *J Endod* 2010;36:308-311.
25. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 2003;29:674-678.
26. Stamos DE, Sadeghi EM, Haasch GC, Gerstein H. An *in vitro* comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod* 1987;13:434-440.
27. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 1999;25:735-738.
28. Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med* 1957;12:12-18.
29. Martin H, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR. Ultrasonic versus hand filing of dentin: a quantitative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;49:79-81.
30. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod* 1987;13:93-101.
31. Reynolds MA, Madison S, Walton RE, Krell KV, Rittman BR. An *in vitro* histological comparison of the step-back, sonic, and ultrasonic instrumentation techniques in small, curved root canals. *J Endod* 1987;13:307-314.
32. Walker TL, del Rio CE. Histological evaluation of ultrasonic and sonic instrumentation of curved root canals. *J Endod* 1989;15:49-59.
33. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* 2009;35:791-804.
34. Walker TL, del Rio CE. Histological evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and water. *J Endod* 1991;17:66-71.
35. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *Int Endod J* 2004;37:607-612.
36. Sjögren U, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;63:366-370.
37. Ahmad M. Effect of ultrasonic instrumentation on *Bacteroides intermedius*. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:83-86.
38. DeNunzio MS, Hicks ML, Pelleu GB Jr, Kingman A, Sauber JJ. Bacteriological comparison of ultrasonic and hand instrumentation of root canals in dogs. *J Endod* 1989;15:290-293.
39. Siqueira JF Jr, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, *in vitro*. *Int Endod J* 1997;30:279-282.
40. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod* 2003;29:562-564.
41. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endod* 1987;13:541-545.
42. Alaçam T. Scanning electron microscope study comparing the efficacy of endodontic irrigating systems. *Int Endod J* 1987;20:287-294.
43. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1998;31:242-250.
44. Cheung GS, Stock CJ. *In vitro* cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *Int Endod J* 1993;26:334-343.
45. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991;24:308-316.
46. van der Sluis L, Wu MK, Wesselink P. Comparison of 2 flushing methods used during passive ultrasonic irrigation of the root canal. *Quintessence Int* 2009;40:

- 875-879.
47. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Zangrillo C, Cuckovic D, van der Sluis LW. An evaluation of the effect of pulsed ultrasound on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod* 2010;36:1887-1891.
 48. Ruddle CJ. Microbrush for endodontic use. Washington DC: United States Patent; 2001. p179,617.
 49. Weise M, Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R. Four methods for cleaning simulated lateral extensions of curved root canals: a SEM evaluation. *Int Endod J* 2007;40:991-992.
 50. Garip Y, Sazak H, Gunday M, Hatipoglu S. Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: an SEM study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e62-66.
 51. Lee SY, Son WJ, Lee WC, Kum KY, Bae KS, Baek SH. *In vitro* evaluation of cleaning efficacy of various irrigation methods in mandibular molars. *J Kor Acad Cons* 2009;34:215-222.
 52. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo). *Int Endod J* 2007;40:644-652.
 53. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* 2007;33:611-615.
 54. Siu C, Baumgartner JC. Comparison of the debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation *in vivo*. *J Endod* 2010;36:1782-1785.
 55. Miller TA, Baumgartner JC. Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod* 2010;36:509-511.
 56. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod* 2009;35:545-549.
 57. De Moor RJ, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. *J Endod* 2010;36:1580-1583.
 58. Hmud R, Kahler WA, George R, Walsh LJ. Cavitation effects in aqueous endodontic irrigants generated by near-infrared lasers. *J Endod* 2010;36:275-278.
 59. de Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR, van der Sluis LW. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J* 2009;42:1077-1083.
 60. George R, Walsh LJ. Apical extrusion of root canal irrigants when using Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers with optical fibers: an *in vitro* dye study. *J Endod* 2008;34:706-708.

국문초록

최신 근관 세척 방법과 기구에 대한 고찰

유연지 · 신수정 · 백승호*

서울대학교 치의학대학원 치과보존학교실

서론: 근관 치료의 성공을 위해 근관계 내에 남아있는 조직 잔사와 박테리아를 제거하는 것은 매우 중요하다. 그러나 충분한 근관 형성과 근관 세척을 하더라도 근관의 복잡한 형태로 인하여 근관 내 박테리아의 biofilm이나 괴사된 치수 조직이 남아 있게 된다. 근래 보다 효과적으로 근관 세척을 하기 위한 여러 가지 방법과 근관 세척을 위한 기구들이 개발되었다. 본 종설에서는 근관 치료 영역에서 사용되는 근관 세척 방법과 기구에 대해 고찰하고자 한다.

본론: 아래와 같은 기구와 방법이 논의된다.

- syringe-needle irrigation, manual dynamic irrigation, brushes
- sonic and ultrasonic irrigation, passive ultrasonic irrigation, rotary brush, RinsEndo, EndoVac, Laser

결론: 최근 근관 세척을 위한 기구와 세정 방법이 개발되었으나, syringe와 needle을 이용한 근관 세척법과 ultrasonic을 이용한 근관 세척법을 제외하고는 새로 개발된 많은 기구들의 임상적 치료 결과의 향상에 대한 근거 중심 연구가 아직은 부족하며, 어떠한 기구나 장치도 근관 내 잔사를 완벽하게 제거할 수는 없다. 효과적인 근관 세척을 위해서는 적절한 근관 세척제의 선택과 함께, 근관 세척제를 근관장까지 충분한 양이 도달할 수 있도록 적절한 근관 세척 기구와 방법을 선택하여야 한다.

주요단어: 근관 세척; 근관 세척 기구; 근관 세척 방법; EndoVac; Laser; Ultrasonic