파일이 닿지 않는 곳. 어떻게 세척할 것인가!

원광대학교 치과대학 대전치과병원 치과보존과
서 민 석

ABSTRACT

Current clinical practice of endodontic irrigation

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Wonkwang University,
Wonkwang University Daejeon Dental Hospital
Minseock Seo PhD

Whether you use a hand file or an engine-driven file, you cannot remove bacteria completely from the root canal by mechanical work alone. If the root canal is well cleaned, endodontic irrigants will well penetrate into these areas that will not be mechanically accessible. It will decompose and remove the biofilm and also remove the smear layer to reach the dentinal tubule. Clinicians who are not yet using NaOCl as their primary irrigant, should be aware that there are no other irrigants that offer all the benefits of NaOCl and are inexpensive. Clinicians may be reluctant to use it because of concern about NaOCl accident, but this possibility is extremely low if used with caution.

Key words : endodontic, irrigation, root canal, sodium hypochlorite

Corresponding Author
prof. Minseock Seo
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry , Wonkwang University
460 Iksan-deoro, Iksan, Korea, 570-749
Tel : 82-42-366-1143, Fax : 82-42-366-1115, E-mail : professionalism@hanmail.net

핸드 파일을 사용하든 엔진구동 파일을 사용하든 근관 치료 중 기계적인 작업만으로는 근관 내부의 세균을 제거할 수 없다. 그 이유로 다음의 세가지를 나열할 수 있다. 첫째는 기구들이 근관 계의 복잡한 형태의 모든 부분에 접근하는 것은 불가능하다. 둘째는 이런 접근 불가능한 부위에 세균의 biofilm이 존재하는 경우 쉽게 제거할 수 없다. 셋째는 기구조작으로 인해 도말층 (smear layer)이 생기고 이것은 근관 내면의 세척을 막고 근관 벽에 충전재가 밀착되는 것을 방해한다. 근관 세척을 잘하게 되면 기계적으로 접근하지 못하게 되는 이런 부위에 살균력이 있는 세척제가 잘 들어가고 biofilm을 분해하여 제거하고 또한 도말층을 제거하여 상아질 세관으로 세척제가 도달하게 된다.

Ⅰ. 근관 세척제의 종류

최근의 systematic review에 의하면 여러 가지 근관 세척제들의 효과는 큰 차이가 없다[1]. 그러나 이런 결과를 받아들일 때는 주의가 필요하다. '차이가 없다'는 말은 실제로 정말 차이가 없다라고 생각하기보다는 임상 연구들이 자세한 차이를 드러내지 못하는 헛점으로 생각해야 한다. 교과서적으로 근관 세척제의 사용은 유기물과 치수 조직의 분해, 무기물 성분의 선택적 용해, 살균, 그리고 근관 내부의 독소(endotoxin)의 중화 등의 주된 목표가 있다[2].

많은 여러 가지 세척제들과 그 혼합물들이 이런 목표를 달성하기 위해 사용되었다. 이 것들은 다음과 같다.

Sodium hypochlorite

Sodium hypochlorite(NaOCl)는 1919년 처음으로 근관 세척제로 소개되었다. 100 여 년간 대표적 근관 세척제로 이용된 만큼 이상적인 항균제의 성질을 다수 가지고 있다. 2012년 미국의 근관치료학회의 전문의들을 대상으로 한 설문조사에서 91%의 응답자가 NaOCl을 주된 세척제로 사용한다고 하였다[3]. 빠르게 작용하고 넓은 영역에서 작용하고 상대적으로 싸다[4]. Hydroxyl ion는 세균 지질막과 DNA를 손상시키고 높은 pH는 단백질은 변성시키고 세포의 상태를 악화시킨다. 염소 이온은 peptide bond를 끊어서 단백질은 용해시키고 더 나아가 항균제인 chloramine을 방출한다. NaOCl은 근관 세척제의 gold standard라고 할 수 있다. 비록 세척 이후 세균이 배양되는 것을 보고한 연구들이 있지만 식염수보다는 훨씬 효과적이라고 할 수 있다[5]. 서늘하고 공기가 통하지 않는 불활성 병에 보관해야 한다.

Chlorhexidine

Chlorhexidine(CHX)은 그람 양성과 음성 모두에 넓은 범위에서 작용하고 곰팡이에도 작용한다. 세균의 세포벽을 파괴해서 항균성을 보인다. 중요한 것은 substantivity가 있다는 것으로 상아질 벽에 결합하여 항균성을 12주까지 유지한다. Chlorhexidine은 보통 러버댐을 사용하지 못하고 세척액의 누출이 우려되는 상황에서 NaOCl의 대용품으로 사용된다. 유기물을 분해하는 능력이 없어서 좋은 세척제로 여겨지지는 않고 NaOCl 보다 biofilm에 대한 항균 효과도 좋지 않다[6]. 보통 사용하는 0.2% 농도로는 세균 활동을 정지시킬 뿐이고 살균력을 가지려면 2% 이상의 농도를 사용하여야 한다. 최근의 한 전향성 연구에 따르면 이 세척제의 사용은 근관 치료 후 치유에 부정적인 영향을 미치고 실패의 확률을 높이는 것으로 나타났다[7]. 게다가 이 세척제가 anaphylaxis로 이어지는 감작과 관련이 있다는 우려가 제기되고 있다.

EDTA

Ethylenediamine tetra acetic acid (EDTA)(17%)는 무기물 잔사를 제거하는 chelating agent이다. 도말층을 제거하고 근관 충전에 맞게 근관을 준비하는 데 효과적이라고 여겨진다[5]. EDTA는 근관 형성 과정에서 계속 사용하는 것이 아니라 근관 충전 전 마지막 세적 과정에서 사용하여야 하고 NaOCl를 그 이후에 사용해서는 안된다[8]. 재근관 치료 경우에서 도말층과 거터퍼쳐 잔여물을 제거하는 데 유용하다. 하지만 이 세적제는 NaOCl를 대체할 수 없고 앞에서 말한 방식과 같이 보조적으로 사용하여야 한다. 독성은 낮은 편이다. 10-50% citric acid를 대신 사용할 수 있고 효과는 비슷하다. 도말층을 제거해야 하는 지에 대해서는 오랜 기간 논쟁이 있었지만 2012년 미국 근관치료 전문의의 설문조사에 따르면 77% 응답자가 도말층을 제거 해야 한다고 답하였고 EDTA를 근관치료 중 세척제의 하나로 사용한다는 응답자는 80%였다[3].

Hydrogen peroxide

Hydrogen peroxide (H_2O_2)는 가장 오래 사용된 근관 세척제에 속한다. 보통 3%와 30% 사이의 농도로 사용한다[9]. 세균, 바이러스와 효모에 작용하지만 다른 근관 세척제에 비해 장점을 찾기 힘들기 때문에 더 이상 근관 세척제로 추천되지 않는다[10].

근관 세척제 혼합물

최근 MTAD와 QMIX가 소개되었다. 두 가지 모두 세척제의 표면장력을 낮추고 상아질 내로 침투하도록 하는 계면활성제 성분을 포함하고 있다. MTAD는 doxycycline, citric acid와 세제(detergent)로 이루어져 있다. 최근 논문들에 따르면 이 세척제는 도말층 제거가 훌륭하고 동시에 상아질에 부정적인 영향이 적고 생체적합성이 좋아서 근관 세척제로 추천할 만 하다고 하였다[11]. 하지만 MTAD를 꼭 사용해야 하는 임상적인 근거는 매우 부족하다[12]. 사용한다면 EDTA와 같이 NaOCl의 보조적 역할로 사용하는 것을 고려할 수 있다[13]. QMIX는 chlorhexidine, EDTA와 계면활성제의 혼합물이다. 이 용액은 당연하게도 유기물을 제거할 수 없기 때문에 단독으로 사용할 수는 없다.

물과 식염수

물, 식염수나 국소마취제를 사용하는 치과의사는 근관 치료에 대한 이해가 부족한 사람이라고 할 수 있고 치료 실패의 위험을 자각하지 못한다고 할 수 있다. 이들 세척제는 항균성이 전혀 없다.

시중의 많은 근관 세척제 중에서 NaOCl은 아직까지 gold standard의 지위를 유지하고 있다. 과거에는 저농도의 가정용 표백제를 사용하는 경우가 많아서 1:2로 증류수와 섞어서 1% 용액으로 만들어서 사용하였다. 하지만 현재는 치과용으로 생산된 용액을 사용하도록 하고 있다. 다른 많은 세척제가 존재하지만 대부분 보조적 역할로 사용해야 하지 단독으로 사용하지 말아야 한다.

Ⅱ. 세척제의 혼합

둘 이상의 세척액을 사용하는 경우 그 둘이 반응을 일으키는 경우를 생각해 볼 수 있다. 일반적으로 세척제는 혼합해서는 안된다. 특히 chlorhexidine과 NaOCl은 분리해서 사용하여야 한다. 혼합하면 침전물이 생긴다. 이것은 parachloroaniline으로 발암물질로 알려져 있고 치아를 변색시키고 근관과 상아세관을 막을 수 있다[13]. 둘을 같이 사용할 때는 꼭 한 용액을 사용하고 건조시켜서 없앤 다음 용액을 사용해야 한다[5].

또한 NaOCl과 EDTA를 번갈아서 반복하여 사용하는 것은 피해야 한다. NaOCl이 도말층이 제거된 상아질 내부로 침투하여 상아질의 유기질을 용해시키고 결과적으로 치아를 구조적으로 약화시킬 수 있다. EDTA는 근관 형성이 마무리 되고 마지막 세척액으로 사용해야 한다[13].

Ⅲ. 어떻게 사용해야 효율적인가

농도

아주 낮은 농도의 NaOCl이라도 식염수보다는 우월하다[14]. 살균력의 관점에서 0.5% NaOCl은 5%와 큰 차이는 없다는 보고가 있지만 적어도 1% 농도는 되어야 조직 용해를 기대할 수 있다[15]. 특히 patency 파일 작업을 할 때 1% 이상의 농도를 쓰는 것이 안전한가에 대한 우려가 있다. 농도가 낮을수록 NaOCl 사고의 위험이 낮아진다 하지만 NaOCl의 농도와 조

직 손상과는 직접적인 연관이 없고 NaOCl 사고는 많은 변수가 작용하는 과정이다[16]. Chlorhexidine은 0.2%에서는 세균을 억제할 뿐이고 2%에서 살균력이 있다. 임상가는 NaOCl의 대용품을 고려할 때 이런 점을 고려해야 한다. 2012년의 미국 근관치료 전문의 설문에서는 NaOCl의 주된 세척제로 사용하는 사람 중 57%가 5.0% 이상의 고농도를 사용한다고 응답하였다[3]. 어느 정도의 농도의 NaOCl 사용해야 하는 지는 많은 이견이 존재한다. 고농도를 사용하는 경우에는 살균력이 그만큼 높아지지만 그 만큼의 주의가 더 필요하다.

온도

1% NaOCl의 온도를 높이면 그 효과도 커진다. 2.6% 농도의 NaOCl을 37도로 높이면 조직 용해와 살균력에서 상온의 5.2% 농도와 같은 정도의 효과가 있다[17]. 그러므로 이런 점을 이용하면 독성이 낮은 농도를 효과적으로 사용할 수 있다. 갈수록 많이 임상가들이 NaOCl 시린지를 사용 전에 수조에 넣어두고 온도를 높여서 사용하고 있다.

세척제 사용 시간

세척제가 근관 벽에 닿는 시간이 길수록 미생물을 성공적으로 죽이고 세균 수를 감소시킬 가능성이 높아진다. 넓은 근관일 수록 즉 기계적인 성형이 크게 중요하지 않은 상황일수록 세척제가 오랫동안 근관에 머무는 것이 필요하다[18]. NaOCl의 염소성분은 빠르게 효력을 잃기 때문에 2분 이후에는 더 이상 효력이 없다[19]. 그러므로 치료 동안에 계속적으로 세척액을 교환해주는 것이 필수이다.

세척 속도

1분당 4ml 정도를 넘는 속도로 세척을 하는 것은 근단부를 깨끗이 하는데 도움이 되지 않는 반면 근단부 외부로 빠져나갈 위험성을 높인다[20]. 그러므로 15초당 1ml 정도로 세척하는 것이 세척효율을 가장 높이면서 위험성은 낮추는 적정한 속도라 할 수 있다. 이 속도는 실제 임상에서 세척하는 습관에 비추어 보면 매우 느린 속도라는 것을 기억할 필요가 있다. 최근의 연구들에 따르면 정상적인 상황이라면 압력이 얼마인지에 상관없이 근관 내에서 needle tip을 넘어서 1-2mm 이상 세척제가 이동할 수 없다고 한다. Needle tip에서 1-2mm 이상 떨어진 부위를 'dead zone'이라고 부르고 이 부위에서는 세척제의 교환이 일어나지 않는다 (그림 1). 그러므로 이런 부위의 더 완전한

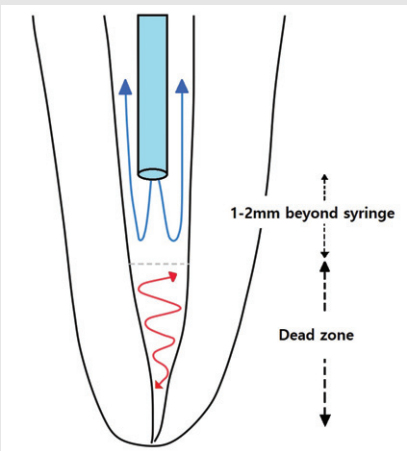

그림 1. 'dead zone' : needle 끝 1-2 mm 공간을 넘어서는 세척제의 교환이 이루어지지 않는다.

세척을 위해서는 더 진전된 세척 방법을 고민해봐야 한다[21].

세척 방법

세척제는 해부학적으로 복잡한 부위에 항상 도달할 수는 없다. 그래서 세척제를 단순히 주입하는 것 만으로는 충분하지 않기 때문에 세척제를 잘 순환시키고 활성화시키는 방법에 주목하게 된다. 세척제를 순환시키고 주입하고 빼내는 것은 세척의 기본으로 최선의 세척 방법을 위해 최근에 많은 방법들이 소개되었다.

1〉 양압 세척법(Positive pressure irrigation)

근관 내로 세척제를 넣는 방법 중에 직접적인 주입법(양압)은 가장 많이 쓰는 방법이다. 말 그대로 시린지의 needle을 근관 내에 넣고 압력을 가해서 세척제가 근관 안으로 주입되는 방법이다. 술자는 근첨 1mm 안까지 세척제를 도달시키도록 해야 한다[22]. 근첨에 도달하는 것은 근관의 크기와 taper에 크게 좌우 된다. 근관을 0.3 mm 즉 #30번 파일까지 확대하였다면 27G needle을 근첨에서 3mm 위치까지 무리없이 넣을 수 있다[23]. 더 큰 게이지의 needle을 상용하면 두 가지 장점이 있다. 하나는 needle의 크기가 작으면 더 깊이 도달할 수 있다. 다른 하나는 같은 압력이 가해졌을 때 더 빠른 속도로 세척제가 나가기 때문에 세척효과가 더 커진다. 하지만 needle의 크기가 작아지면 같은 양의 세척제를 주입하기 위해 더 많은 압력이 필요하게 된다.

상품화 되어있는 needle tip은 근관 끝을 향하지 않고 무디게 되어 있어서 근관 벽에 낄 가능성을 줄이고 근첨 바깥으로 세척제가 빠져나가는 위험을 낮춘다. 다양한 needle 형태는 그림 2에 나와있다.

세척제는 근관 안으로 억지로 주입해서는 안 된다. 엄지 손가락으로 압력을 가하는 것 보다는 검지 손가락으로 압력을 가하는 것이 추천된다[24]. 비록 시린지의 직경이 크면 세척제가 잘 나오겠지만 근첨 3 mm 안에 시린지 tip을 접근시키려면 너무 커서는 안 된다. Needle tip이 근관 벽에 끼도록 하면 안 된다.

양압 세척법은 2가지 단점이 있다.

1. 세척액이 근첨을 넘어갈 수 있다.
2. 근단부 세척이 불충분할 수 있다.

앞의 것은 추후 기술할 안전한 세척 방법을 사용하면 충분히 위험성을 줄일 수 있다. 후자의 것은 근관 안에 공기방울이 생겨서 세척액의 침투를 막는 vapor lock 현상과 관련이 있다[25]. 이 문제는 patency filing을 자주 하거나 음압 세척법을 사용하면 최소화

그림 2. Needle의 종류. 왼쪽부터 flat open-ended needle, beveled open-ended needle, side-cut open-ended needle, closed-end single side-opening needle. 추천되는 needle 형태는 오른쪽 2 가지이다.

할 수 있다[26]. 좁고 만곡된 근관에서는 시린지를 근단부에 넣기 불가능할 수 있다. 최근에는 잘 휘어지는 tip이 시판되고 있어서 편하게 만곡된 근관에 사용할 수 있다.

2〉 음압 세척법(negative pressure irrigation)

EndoVac(SybronEndo) 제품은 microsuction 시스템이 연결된 cannula를 통하여 세척제를 사용한다. 빨아들이는 cannula는 음압을 발생시켜서 근관 내로 세척제를 끌어들인다. 이로 인해 분출의 위험성을 없애면서 세척제를 순환시킨다. 양압 세척법의 단점을 보완하는 식으로 개발되었기 때문에 근단부 세척의 안정성이 높아진 것으로 보인다[27]. 하지만 다음의 한계가 존재한다.

1. 잔사가 제거되지 않고 그대로 남아있게 된다.
2. #40번 정도까지 넓게 근단부 형성을 해야 cannula를 집어넣을 수 있고 이마져도 만곡된 근관에서는 힘들다.
3. 잔사로 cannula가 막힐 수 있다.
4. 이 시스템을 잘 장착할 수 있을 만큼 치관부 와동을 넓게 형성하는 것이 힘들 수 있다.

3〉 세척제의 활성화

초음파: 근관 내에서 초음파 에너지(20-26 kHz)를 파일에 적용하면 세척제의 acoustic streaming이 생긴다. 이것은 소용돌이를 만들어서 세척제가 구석구석 전달이 잘 되도록 하고 세척제의 조직 용해 능력을 향상시킨다[28]. 이 방법은 근관 성형이 완료된 상태에서 15 또는 20번 파일을 근관 벽에 닿지 않게 근관에 넣는다. 파일이 근관 벽에 접촉되면 상아질을 삭제하고 ledge를 만들 수 있다. 수동적 초음파 세척법(passive ultrasonic irrigation: PUI)은 근관 당 20초 적용을 3번 반복하고 파일을 넣었다 뺐다를 반복하면서 사용한다[29]. MiniEndo(Spartan EIE)라는 전용 시스템도 소개되었지만 파일에 초음파 tip을 접촉하는 방식으로 사용할 수도 있다. 넓고 직선적인 근관에서는 잘 활용될 수 있지만 일반적인 효과에 대해서는 논란이 있다[30](그림 3).

음파 : 음파 에너지(1-6 kHz)를 적용하는 방법은 초음파 세척법과 비슷한 효과를 가지는 것으로 알려졌다. EndoActivator (Dentsply)는 충전지로 작동하는 핸드피스에 길이가 표시된 polymeric tip을 연결해서 사용하는 제품이다(그림 4). 음파와 초음파 활성화 방법은 전통적인 방법에 비해 세척 능력이 더 높이지만 근관 내에 잔사는 여전히 남아있다는 보고들이 많다. 또한 초음파 세척법에 비해서는 전반적으로 세

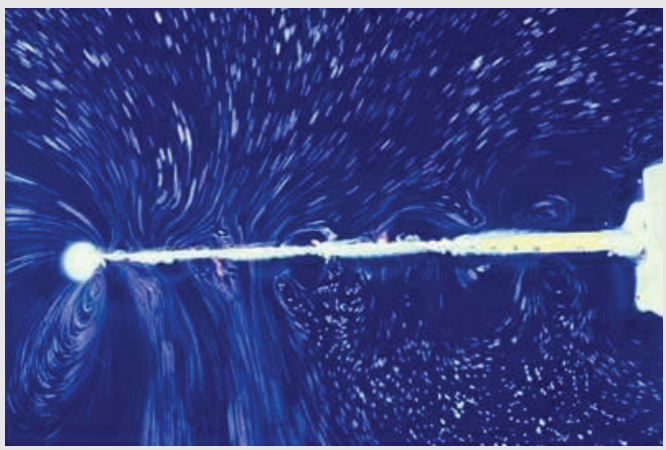

그림 3. 30 kHz로 초음파를 파일에 적용한 사진. 파일 밑의 하얀 입자의 tracer가 파일의 움직임으로 인해 물결 모양의 흐르는 것을 볼 수 있다.

척능력이 낮다는 연구가 많다[31].

Multisonic ultracleaning system

이 시스템은 세척을 위해 여러 개의 음파 물결을 사용한다. Gentle wave(Sonendo)라는 이름의 제품으로 소개되고 있다. 단순한 근관 세척 과정만을 의도하는 것이 아니라 기계적인 성형과정을 대체할 정도로 근관 내부의 조직 용해를 목표로 한다. 특정 핸드피스를 사용하지만 근관 내부로 들어가는 부속품은 없다(그림 5). 치수강 위로 위치시켜서 밀폐를 시키고 컴퓨터 콘솔로 활성화 시킨다. 40도의 세척제가 1분당 45 ml의 빠른 속도로 들어간다. 초기 in vitro 실험 결과로는 조직 용해가 매우 잘되는 것으로 나타났지만 아직 더 많은 연구가 필요하다[32].

Multiple agitation

근관 성형이 완료되고 근관을 세척제로 채우고 GP 마스터 콘을 삽입한다. 그리고 빠르게 3mm 위 아래로 펌핑을 한다. 이렇게 하면 vapor lock의 가능성을 없애고 근단부로 세척제가 잘 도달할 수 있게 해준다. 동시에 충전 전에 GP 콘을 소독 하는 효과를 얻을 수 있다.

이와 관련하여 최근에는 Manual Dynamic Activation이라는 방법으로 정리되어 많이 소개되고 있다. 마스터 콘 끝을 1mm 잘라서(세척제가 근첨을 빠져나갈 가능성을 줄이고) tug-back을 없앤 후 세척제가 채워진 근관에 넣는다. 위 아래 2mm 깊이로 움직이고 1분간 100회 정도 시행한다. 세척제를 교환 후 30초간 50회 정도 같은 식으로 움직여 준다. 임상에 적용하기 매우 고생스럽기는 하지만 이 방법은 여러 연구에서 근관 세척능력을 매우 향상 시킨다고 보고되고 있다.

그림 4. EndoActivator는 음파 에너지를 사용하여 세척제를 활성화 시킨다.

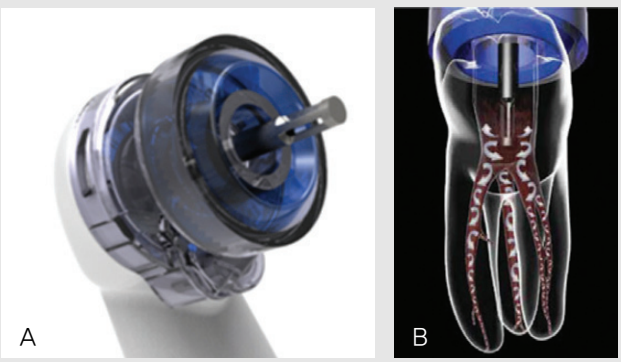

그림 5. A.The Gentle Wave 핸드피스, B. Gentle Wave 시스템의 작용 메커니즘

Ⅳ. 세척 프로토콜 추천

필수사항

- 전 과정에서 1% 이상의 농도를 가진 NaOCl을 사용한다.
- 적어도 30분간의 세척 시간을 가지기 위해 노력한다.
- NaOCl로 자주 세척 해주고 효능을 높이기 위한 부가적인 방법을 쓴다.(온도를 올리기, 시간을 늘리기, 음파/초음파 기구 사용과 GP 콘을 사용하여 펌핑하기)

선택사항

- 근관 성형 완료 후 멸균수로 근관을 세척한다.
- 근관 성형 완료 후 17% EDTA로 세척하여 도말층을 제거한다.

Ⅴ. NaOCl 사고

NaOCl을 흘리게 되면 옷감이 손상되고 곤란한 상황이 생길 수 있다. 환자와 술자 모두를 위해서 항상 보호장비를 갖추어야 한다. 옷과 눈을 보호하기 위해 방포와 보안경이 필요하다. 불가피하게 소량의 세척제가 목으로 넘어가는 것은 큰 위험은 아니지만 약간의 점막 자극을 초래할 수 있고 쓴 맛을 남길 수 있다[33]. 러버댐에 OraSeal(Ultradent)등을 이용해서 부가적인 밀폐를 시행하면 이런 불쾌한 결과를 막을 수 있다.

예방이 최선의 치료라는 말처럼 세척제가 근첨 밖으로 빠져나가는 것을 막기 위한 프로토콜을 표 1에 정리하였다. 이론적으로는 측방관에서도 위험이 생길 수 있지만 대부분의 사고 증례는 근첨을 넘어서 세척제가 빠져나가면서 발생한다. 넓은 근단공을 가지거

표 1. NaOCl이 근첨 밖으로 빠져나가는 것을 막기 위한 방법

NaOCl 손상 예방하기
- 가능한 apical stop을 보존하려고 노력한다.
- 1-2% 정도의 높지 않은 농도의 NaOCl을 사용한다.
- 시린지에 luerlok 형태로 needle을 부착하고 needle은 side-vented 된 것을 사용한다.
- 1분당 4ml 이상의 속도로 세척하지 않는다.
- 근첨에서 1-2mm 깊이로 stopper를 표시하고 시린지를 사용한다.
- 근관벽에 시린지가 끼지 않도록 하고 저항감이 있다면 압력을 주어서는 안된다.
- 근관안에서 시린지를 움직이면서 사용한다.
- 근관이 이상한 점이 있다고 느끼면 꼭 방사선 사진을 찍어본다.
- 가능한 엄지를 사용하지 않고 가볍게 손가락으로 압력을 준다.

표 2. NaOCl이 근첨 밖으로 빠져나간 것에 대한 관리[24]

NaOCl 손상의 관리
- 식염수나 멸균수로 근관을 세척한다.
- 추가적인 국소마취 (작용시간이 긴 것이 좋다.)를 한다.
- 수산화칼슘으로 근관 드레싱을 한다.: 근관을 개방한 상태로 방치하지 않는다.
- 추후 부종과 멍이 들 수 있음을 환자에게 설명하고 안심시킨다.
- 진통제를 처방한다. Acetaminophen 500mg, ibupropfen 400-600 mg
- 24시간 안에 체크하고 그 이후로 정기적으로 확인한다.
- 중상과 징후가 포착되면 항생제를 처방한다.
- 많은 양이 용출되었거나 호흡이 곤란하게 되면 종합병원 응급실로 보낸다.

나 천공이 심한 경우에는 NaOCl 대신 chlorhexidine을 세척제로 사용할 수 있다[34]. 임상가가 NaOCl 사고가 의심된다면 환자에게 솔직하게 말하고 놀라지 않도록 세심하게 설명해야 한다. NaOCl이 근첨 밖으로 빠져나가서 손상이 생긴 경우에 대처하는 최근의 가이드라인을 표 2에 정리하였다. 최근까지의 연구들을 보면 필수적으로 스테로이드를 투약 해야 한다는 근거는 아직 부족하다[35]. 대부분 경구투약으로 관리하지만 그간의 증례보고를 종합해 본 결과 약 1/3 정도의 환자들은 입원한 상태에서 정맥주사로 투약하였다고 한다.

Ⅵ. 결론

근관 치료에서 근관 세척은 매우 중요하다. 아직 NaOCl을 주된 세척제로 사용하지 않는 임상가들은 NaOCl이 주는 모든 효능을 제공하면서 비용이 저렴한 다른 세척제는 없다는 것을 알아야 한다. NaOCl 사고를 우려하여 사용을 꺼릴 수 있으나 조심스럽게 사용하면 이런 가능성은 극히 낮다.

참 고 문 헌

1. Fedorowicz Z, Nasser M, Sequeira-Byron P et al. Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. Cochrane Database Syst Rev [Internet] 2012; (9). Available from: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD008948.pub2/abstract
2. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006; 32(5): 389-398.
3. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. J Endod 2012; 38: 37-40.
4. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. Clin Microbiol Rev 1997; 10(4): 597-610.
5. Haapasalo M. Current advances in irrigation. Endod Topics 2012; 27(1): 1-2.
6. Emilson C. Susceptibility of various microorganisms to chlorhexidine. Eur J Oral Sci 1977; 85(4): 255-265.
7. Ng Y, Gulabivala K, Mann V. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 1 perapical health. Int Endod J 2011; 44: 583-609.
8. Haapasalo M, Qian W, Shen Y. Irrigation: beyond the smear layer. Endod Topics 2012; 27(1): 35-53.
9. Moller A. Microbiological examination of root canals and periapical tissues of human teeth. Methodological studies. Odontol Tidskr 1966; 74(5)(Suppl): 1-380.
10. Haapasalo M, Endal U, Zandi H et al. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. Endod Topics 2005; 10(1): 77-102.
11. Singla MG, Garg A, Gupta S. MTAD in endodontics: an update review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011; 112(3): e70-e76.
12. Malkhassian G, Manzur AJ, Legner M et al. Antibacterial efficacy of MTAD final rinse and two percent chlorhexidine gel medication in teeth with apical periodontitis: a randomized doubleblinded clinical trial. J Endod 2009; 35(11): 1483-1490.
13. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. Endod Topics 2012; 27(1): 74-102.
14. Siqueira Jr JF, Rocas IN, Favieri A et al. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod 2000; 26(6): 331-334.
15. Bystrom A, Sunvqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. Int Endod J 1985; 18(1): 35-40.
16. Boutsioukis C, Psimma Z, Sluis L. Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: a systematic review. Int Endod J 2013; 46(7): 599-618.
17. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980; 49(2): 175-177.
18. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1977; 44(2): 306-312.
19. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J 1982; 15(4):187-196.
20. Park E, Shen Y, Khakpour M et al. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positivepressure irrigation in an in vitro root canal model. J Endod 2013; 39(4): 511-515.
21. Gao Y, Haapasalo M, Shen Y et al. Development and validation of a three-dimensional computational fluid dynamics model of root canal irrigation. J Endod 2009; 35(9): 1282-1287.
22. Chow T. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. J Endod 1983; 9(11):475-479.
23. Hsieh Y, Gau C, Kung Wu S et al. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. Int Endod J 2007; 40(1): 11-17.
24. Jawad S, Roudsari RV, Hunter M. Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation. Dent Update 2016; 43: 20-33.

참 고 문 헌

25. ay FR, Gu L-S, Schoeffel GJ et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positivepressure irrigant delivery. J Endod 2010; 36(4): 745-750.
26. Parente J, Loushine R, Susin L et al. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. Int Endod J 2010; 43(11): 1001-1012.
27. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. J Endod 2007; 33(5): 611-615.
28. hmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. J Endod 1987; 13(10): 490-499.
29. De Moor RJ, Meire M, Goharkhay K et al. Efficacy of ultrasonic versus laser-activated irrigation to remove artificially placed dentin debris plugs. J Endod 2010; 36(9): 1580-1583.
30. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. J Endod 1995; 21(5): 277-280.
31. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW et al. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. J Endod 1999; 25(11): 735-738.
32. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y et al. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. J Endod 2014; 40:1178-1181.
33. Arevalo-Silva C, Eliashar R, Wohlgelernter J et al. Ingestion of caustic substances: a 15-year experience. The Laryngoscope 2006; 116(8): 1422-1426.
34. Mehdipour O, Kleier DDJ, Averbach DRE et al. Anatomy of sodium hypochlorite accidents. Choice 2007; 5(8): 9.
35. Hulsmann M, Rodig T, Nordmeyer S. Complications during root canal irrigation. Endod Topics 2007; 16(1): 27-63.