

수용기구를 이용한 근관 형성 (Hand Instrumentation)

원광대학교 치과대학 보존학교실 조교수 임미경

상아질이 삭제되는 양과 양상은 삭제날의 디자인 및 첩도 뿐만 아니라 기구를 사용하는 방법과 적용되는 힘에 의해서도 영향을 받는다. 술자의 기술도 영향을 미치며 이 때 술자는 근관계의 삼차원적인 형태를 근관에 대한 해부학적인 지식과 방사선 사진 및 손끝에서 느끼는 촉감으로부터 마음속으로 그려낼 수 있어야 한다. 근관에서 사용되는 기구의 디자인 및 형태에 따라서 기구를 사용하는 방법과 효율성이 달라지게 된다.

근관기구는 시계 방향이나 반시계 방향으로 회전시켜서 사용하거나 밀고 끌어당겨서 사용하기도 한다. 이러한 두 가지 동작을 결합시켜서 사용할 수도 있으며 일례로서 시계 방향으로 45-90도 회전시켜서 상아질에 기구가 들어가도록 한 후 잡아당기는 동작을 이용하여 상아질을 삭제할 수 있다. 이 때에 삭제날의 디자인과 rake angle에 따라 가장 효과적으로 그 기구를 사용하는 방법이 달라지게 된다.

I. 기구의 디자인

근관 기구는 stainless steel, carbon steel 및 유연성이 우수한 nickel-titanium 기구로 제작된다. 또한 이들 기구의 제작시는 사용되는 금속선의 단면도와 직경도 다양하다. 기구의 단면도 사각형 형태인 K-file, 삼각형인 Flexofile, 마름모 형태인 K flex file과 원형인 Hedstroem file 및 S자 형태인 Unifile도 있으며 이러한 단면의 형태는 기구의 물리적인 성질에 영향을 미친다. 삭제날은 장축에 대하여 금속의 shaft를 비틀어서 제작

하기도 하며 이때 사각형인 경우는 기구가 가장 단단하고 삼각형의 단면을 사용한 경우가 좀 더 유연성이 있으며 마름모 형태가 더욱 유연하다. 기계로 깎아서 제작하게 되면 flute을 형성하기 위하여 금속선에 사용된 삭제의 깊이가 기구의 강도 및 유연성을 결정한다. 비틀어서 만든 기구로는 K-file, K-reamer, K-flex file과 Flexofile 및 Zipperer Flexicut이 있다. 또한 깎아서 만든 기구로는 Hedstroem file, Flex-R file, Heliapical과 Canal Master 등이 있다.

II. 성공적인 근관 형성의 목적

Schilder는 근관계를 세정하고 형성하는 기계적인 목적을 다음과 같은 5가지로 나누어 기술하였다. 그의 술식에서는 근관 형성의 참고점을 방사선 사진에 나타난 치아의 근침으로 설정하였다.

1. 근관 형성시 점차적으로 근침쪽을 향하여 좁아지는 cone과 같은 형태가 되도록 한다.
2. 근침에서 근관의 직경이 좁으며 근관의 끝 부분에서 가장 횡단면이 좁아지도록 한다.
3. 근관 형성을 여러 단면(plane)에서 시행한다.
4. 근침공을 절대로 이동시키지 않는다.
5. 가능한 범위에서 근침공을 가장 작게 유지시킨다.

근침을 세정하고 충전하기 위하여 근침의 형성에 사용되는 마지막 기구의 크기는 적어도 20번 또는 25번이다. 균일하게 근침공을 향하여 좁아지는 형태의 근관을 형성하기 위해서는

기구에 미리 만곡을 주고 근관 세척을 충분히 시행해야 한다. 이러한 근관 형성법에서 목적은 근첨공을 확대하는데에 있지 않고 단지 세정하는데에 그 목적이 있다.

III. 근관 형성시 기본적인 기구 사용 방법

근관 외동 형성이 완료된 후에 sodium hypochlorite로 근관을 세척한 후 미리 구부린 10번 file을 부드럽게 근관 외동에 삽입한다. 이 때에는 rubber stop의 위치나 치아의 길이가 그다지 중요하지 않다. 이 때에는 기구의 끝을 통하여 촉감으로 느껴지는 근관의 형태를 관찰해 나가는 단계이다.

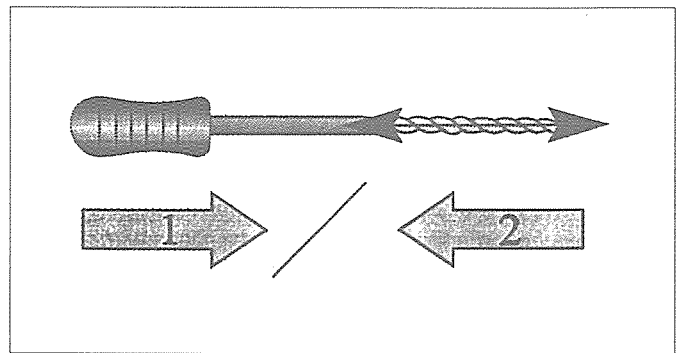
그 다음 방사선 사진에 나타난 근관의 주행을 따라가는 단계이며 보통 10번 file을 사용하면 괴사된 치수조직의 잔사나 치수석과 같은 이물질을 통과하거나 우회하여 근첨에 도달할 수 있다. 그러나 우회하지 못하는 경우에는 file을 근관에서 제거한 후 file에 약간의 만곡을 다시 주고 이 과정을 반복하여 근첨에 도달하도록 한다. 근관에서 첫번째로 사용하는 기구에 많은 시간을 소모해야 하며 그 이유는 이 기구가 가장 중요한 기구가 되기 때문이다. 방사선학적인 근첨공에 도달되었다고 생각되면 정확한 방사선 사진을 촬영하거나 전자 근관장 측정기로 반드시 작업장을 확인하여야 한다. 첫번째의 기구가 방사선학적인 근첨공에 도달되었으면 rubber stop을 설정하고 file을 0.5 mm 또는 1-2mm내외로만 상하로 움직여서 사용한다. 이대 근관이 협소할수록 기구를 움직이는 폭이 적어야 한다. 기구를 상하 동작으로만 사용하고 근관 전체를 돌아가면서 삭제 (circumferential filing) 하려고 하지 않아야 한다. 그 다음 단계의 근관 기구의 사용은 다음 단락에서 기술되는 여러 가지 방법들을 참고한다.

IV. 근관 형성시 수용 기구를 사용하는 동작

1. filing

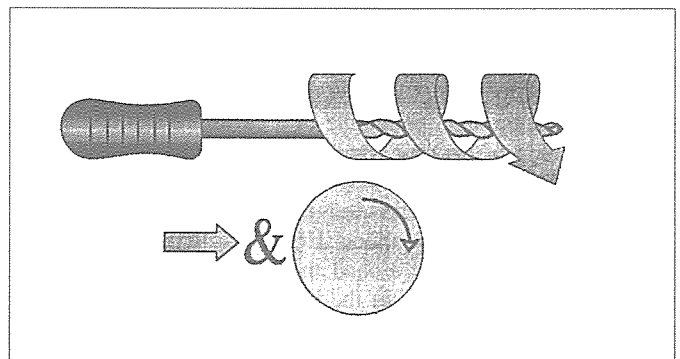
push-pull로 사용하는 동작이다. 이 동작은 최근에는 기구에 미리 만곡을 주며 기구를 수동적으로 근관에 삽입하거나 1/4 회전시켜서 삽입하고 근관에서 잡아당겨서 제거하는 동작으로서 사용된다. filing은 H형 기구를 사용하면 효과적이지만

통상적인 H형 file을 이 동작으로 사용시에는 근관 만곡의 중간 부분을 과도하게 삭제하여 치근의 strip천공을 유발시킬 수 있다. 이를 방지하기 위하여 file에 미리 만곡을 주고 anticurvature filing 방법을 사용하여야 한다.



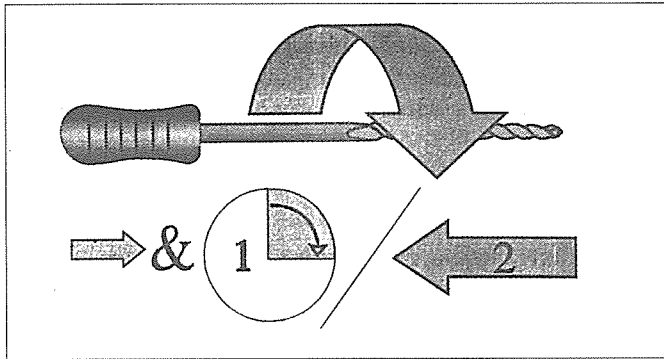
2. reaming

시계 방향으로 회전시키는 동작을 말한다. reamer를 다른 K-형 기구와 마찬가지로 시계반대방향 balanced force동작으로 사용할 수 있다.



3. turn-and-pull

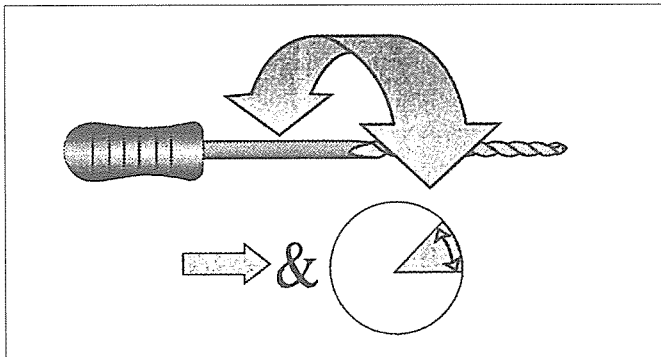
reaming과 filing동작의 조합이다. file을 1/4 시계 방향으로 회전시켜 근관에 삽입하고 reaming에서와 마찬가지로 근관의 안쪽으로 향하도록 한 후에 filing시와 마찬가지로 근관에서 제거한다. 그러나 이 술식을 근첨부에서 사용하면 모래 시계와 같은 형태로 근관이 형성되므로 주의해야 한다. 이 동작에서 1/2회전시킨 후 제거하는 방법을 사용할 수도 있으나, 이 방법은 시간 소모가 많다. Unifile과 S file로 이 동작을 사용할 수 있다.



학
술

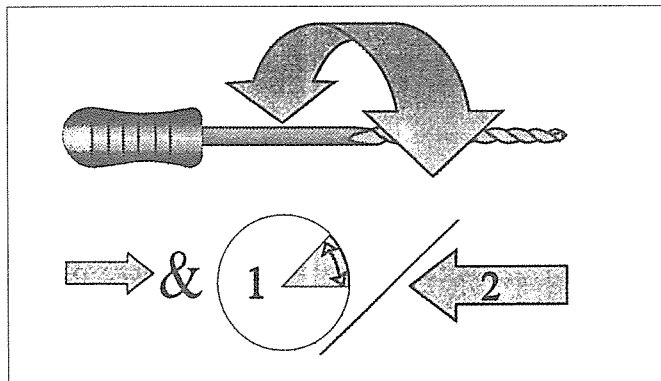
4. watch-winding

근관에 기구를 넣으면서 30-60도 시계 방향과 30-60도 반시계 방향으로 교대로 회전시키는 동작이다. K file과 reamer를 사용하면 효과적으로 근관벽을 평활하게 만든다. 이 술식은 모든 K형 file에서 다 사용할 수 있다.



5. watch-winding and pull

시계 방향으로 회전시키면서 기구를 근침쪽으로 이동시키다가 저항이 느껴지면 잡아당겨서 기구를 제거하는 동작으로서 H file을 사용할 수 있다.



V. 근관 형성에 사용되는 방법

근관 형성시 사용될 수 있는 방법으로 여러 가지 방법들이 제안되었다. 이들 방법을 크게 근침부-치관부 형성 방법 (apical coronal technique)과 치관부-근침부 형성 방법 (coronal-apical technique)으로 대별할 수 있다. 근침부-치관부 형성 방법은 근관의 작업장을 먼저 결정하고 근관의 전장에 걸쳐서 근관을 형성한 후 근관의 치관부를 다듬는 과정을 마지막에 시행한다. 이에 비하여 치관부-근침부 형성 방법은 근관의 작업장을 결정하기 이전에 먼저 근관의 치관부를 형성하는 방법으로서 근관의 치관부로부터 근관을 형성하기 시작하여 근관의 전체 작업장까지 형성해 내려가는 술식으로서 치관부의 flaring을 시행한 후에 작업장을 결정하는 방법이다.

이러한 치관부-근침부의 형성 술식이 우수한 이유는 근관의 치관부측을 먼저 형성함으로 인하여 유기 물질 및 세균 잔사를 다량 함유하고 있는 치관부 이물들을 근침쪽으로 밀어낼 가능성을 감소시킬 수 있다. 또한 초기에 치관부를 먼저 확대함으로써 근관 형성시 세척액이 근관의 깊은 부위까지 더욱 잘 유입될 수 있도록 하여 상아질 잔사나 치수 조직 잔사로 근관이 막힐 가능성을 감소시켜 줄 수 있다. 근관의 치관부를 먼저 형성함으로써 근관 형성 도중 작업장 길이가 변화되는 것을 방지할 수 있고 치관부가 충분히 넓혀져 있어서 근침부 형성시 기구를 정확하게 사용할 수 있다. 그러나 이 술식을 사용하기 위하여는 특히 근관이 아주 협소한 경우에는 먼저 10번이나 15번으로 근관의 전장에 걸쳐 형성을 완료한 후 이 방법을 적용함으로써 ledge가 형성되거나 근관이 상아질 잔사로 막히거나 천공되는 일이 일어나지 않도록 주의하는 것이 좋다.

1. 근침부-치관부 형성 술식

1) convetional canal preparation

근관의 작업장을 결정한 후 순차적으로 큰 기구를 사용하여 25번까지 확대해 가는 술식이다.

2) step-back방법

먼저 근관을 가는 기구로 검사한 후 근관의 작업장을 결정한다. 가장 먼저 사용하는 기구는 8, 10번이나 15번과 같은 가는 K-file로서 만곡을 주고 윤활제를 도포하여 사용한다. 윤활제로는 Gly-Oxide, RC Prep 등을 사용한다. 기구를 사용하는 동작은 시계를 감는 것 (watch-winding)과 같은 2회나 3회

의 1/4 바퀴 시계방향-반시계 방향으로 회전시키는 동작을 사용한다. 근첨에서는 filing동작시에 약 1mm정도만이 움직이도록 기구를 사용한다. 윤활제를 도포함으로써 좁은 근관에 잔류되는 연조직을 제거하는데 도움이 된다. 25번 K-file으로 작업장까지 확대한 후 이 후에 1mm씩 순차적으로 길이를 감하여 더 큰 기구를 이용하여 확대한다. 이 때에는 H file을 사용하는 것이 가장 효과적이다. 또한 Gate Glidden (GG) 1 drill을 1번과 2번부터 사용하기 시작하여 6번까지 확대하여 근관의 치관부를 flaring할 수 있다. GG drill을 사용할 때에도 RC-Prep을 도포하여 사용하면 근관에 박히는 것을 방지할 수 있다. 형성된 근관을 정교하게 다듬는 다음 과정에서는 다시 25번으로 돌아와서 수직적인 밀고 당기는 동작 (push-pull stroke)으로 근관의 근첨 부위가 가장 좁고 치경부의 근관의 입구가 가장 좁은 형태가 되도록 형성하는데 이 때에는 끝 부분에 삭제날이 없는 H file을 사용하는 것이 가장 효과적이다. 마지막으로 K file로 근첨부에 쌓인 상아질을 삭제하고 충분한 양의 NaOCl로써 근관을 세척한다. 이 단계에서 NaOCl을 근관에 5-10분간 채워두면 부근관을 소독하는데 도움이 된다는 주장도 있다.

3) Modified step-back

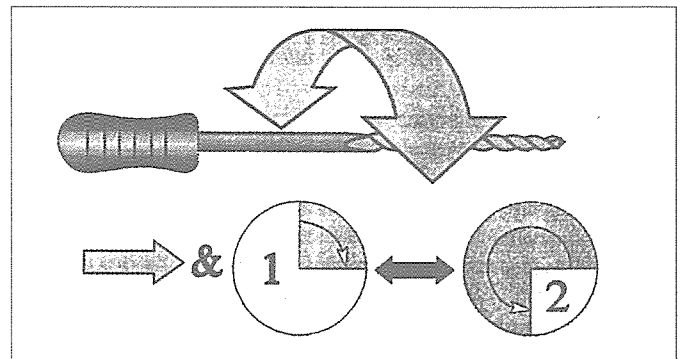
근관 형성을 근첨부에서 완료한 후 근관의 2-3mm 상부에서부터 step-back과정을 시작하는 술식이다. 이 방법을 사용하면 측방 가압법을 사용하여 근관을 충전시에 주 gutta-percha point로 충전될 근관의 공간이 거의 평행한 형태로서 형성되어 일종의 유지 형태의 역할을 한다는 것이다.

따라서 gutta-percha cone을 제거할 때에 약간의 tug-back을 느끼게 되며 이는 근관의 끝 2-3mm 부위에서 느끼게 되는 감각이다.

4) Roane 술식 (balanced force 술식)

Flex-R file을 이용하여 시계방향과 반시계방향의 회전력을 사용하여 상아질을 삭제하는 방법이다. 근관의 근첨 형성 크기에 따라서 45, 60과 80번 크기로 확대를 결정한다. 이 크기는 3번째 step-back에서 사용되는 근관 기구의 크기이다. 근첨부에 형성된 apical-control zone은 근관의 근첨공이나 근관이 가장 좁아지는 부위 (apical constriction)이 아닌 치근첨에서 치주인대가 위치하는 방사선상의 근첨부이다. Flex-R file은 구부러져서 사용하지 않는다. file을 근관에 넣고 시계방향으로 90도

회전시키며 근관으로 전진시켜 기구가 근관 상아질에 접촉되도록하고 다시 시계 반대방향으로 돌리는 동작에서 상아질이 삭제되는데 이 때 근첨쪽으로 약간 압력을 가하여 근관에서 기구가 밀려나오지 않도록 한다. 시계방향과 반시계 방향의 반복적인 동작으로 file은 원하는 깊이까지 들어가게 되며 시계 방향의 회전력을 가할 때마다 기구는 근관에서 약 1mm이 상씩 근첨쪽으로 전진하게 된다.



2. 치관부-근첨부 형성 술식

1) Step-down technique

step-back술식의 변형으로서 다음과 같은 방법으로 시행한다.

- ① 근관의 치관부를 16-18mm 깊이나 만곡이 시작되는 부위까지 H file 15, 20과 25번을 circumferential filing과 anticurvature filing으로 형성한다. 좁고 석회화된 근관에서는 8번과 10번 file을 먼저 사용하고 이보다 더 큰 file을 사용하는 과정에서도 자주 사용하여 근관의 개방성을 계속 유지하도록 한다.
- ② GG drill 1, 2번과 3번으로 근관의 치관부를 다듬은 후에 3번으로 근관의 입구에서 2-3mm하방까지 확장시켜 들어간다.
- ③ 근관의 작업장을 측정한다.
- ④ step-back방법을 사용하여 근관 형성을 완료한다.

2) Double-flared technique

- ① 치수강을 근관세척하고 작은 file을 사용하여 부드러운 push-pull동작으로 방사선 사진상에서 측정된 근관의 작업장까지 넣는다. 이 과정의 목적은 근관 세척액을 근관에 유입시키는 것이다.
- ② 작업장을 결정하기 위하여 방사선 사진을 촬영한다.
- ③ 다시 근관을 세척하고 더 큰 기구를 근관의 14mm또는 근관에서 만곡이 시작되는 전 지점까지 넣으며 이 때 기구는 근관에서 느슨하게 느껴져야 하고 이 기구를 근관벽을 삭제

하는데 사용한다.

④ 다시 근관을 세척하고 이전의 과정에서 사용한 기구보다 한 단계 작은 기구를 근관에 1mm 더 깊게 넣는다. 이 때에도 근관을 형성하는 동작은 근관의 만곡이 시작되는 치관 부내에서 유지되도록 하며 근관벽을 부드럽게 삭제하도록 한다. 근관벽에 기구가 끼지 않도록 한다.

⑤ 위의 과정을 반복한다.

⑥ 이러한 과정을 근관의 작업장에 도달할 때까지 반복하며 필요하면 방사선 사진을 촬영하여 작업장 깊이를 확인한다.

⑦ 근관을 step-back술식으로 형성한다. 형성 과정 동안 recapitulation을 반드시 시행한다.

3) Crown-down pressureless technique

이 근관 형성 방법의 목적은 만곡된 근관을 만곡도를 변형시키지 않고 형성하는 목적이 있다.

① 35번 file을 넣어 처음으로 저항을 느끼는 근관의 부분까지의 깊이를 결정한다. 만약 이 깊이가 16mm를 초과하면 근관의 치관부는 이 길이까지 확대해야 한다. 만약 16mm이하이면 방사선 사진을 촬영하여 근관이 만곡된 것 때문인지 또는 석회화된 때문이지를 구별해야 한다. 만약 근관이 석회화되어서 이 길이까지 도달되지 못한 경우라면 더 작은 file로 확대하여 35번 file이 16mm까지 들어가도록 확대한다.

② 방사선 사진상의 근침에서 3mm짧은 지점에 잠정적인 근관의 작업장을 설정한다.

③ 35번 file을 저항이 느껴지는 지점까지 근관에 넣은 후 이 지점에서 치근침에 압력을 가하지 않고 2회 회전시킨다. 같은 방법으로 다음 단계의 작은 file을 사용하여 잠정적인 근관의 작업장에 도달될 때까지 반복한다.

④ 정확한 근관의 작업장을 방사선 사진을 촬영하여 확인한다.

⑤ 40번 file부터 시작하여 file을 넣고 회전시키는 동작을 반복하여 작업장에 도달될 때까지 반복한다.

⑥ 위의 과정을 다음 단계의 큰 file로 반복하여 근침부가 원하는 직경에 도달될 때까지 반복한다.

이 술식은 근관의 만곡도를 유지하는데 효과적이거나 회전력을 사용함으로써 형성된 근관의 형태는 원형이 된다.

4) Canal Master technique

이 술식은 근침부 1-2mm만이 근관의 상아질을 삭제하도록

고안된 Canal Master기구를 사용한 근관 형성 방법이다. 이 기구는 수용기구 뿐 아니라 엔진에서 사용되는 기구도 있다. 수용 기구의 근침부 0.75mm는 끝 부분에 삭제날이 없는 형태로서 (safe-ended)근관의 만곡도를 유지하고 recapitulation을 필요로 하지 않는다고 주장되고 있다. 사용하는 방법으로는 먼저 근관의 작업장을 결정한다. 근관의 만곡이 시작되는 부위에 회전기구를 이용하여 삭제한다. 근관의 만곡 부분은 step-back방법으로 형성한다.

3. Hybrid technique (Step-Down/Step-Back)

Goerig과 Buchanan등이 step-down과 step-back술식을 조합하여 고안한 술식이다. Buchanan은 초기 근관 입구 부위에서의 도달 (Early Radicular Access, ERA)은 GG drill을 사용하여 1번부터 6번까지 확대하며 이 과정은 근관의 직선 부분에서만 적용하고 충분한 양의 근관 세척액을 사용하면서 시행한다. 만약 1번 GG drill이 근관에 들어가지 않을 정도의 협소한 근관에서는 먼저 작은 크기의 file로 확대하여 1번 GG drill이 원하는 길이만큼 들어가도록 하고 다시 2번 drill을 동일한 깊이만큼 넣어 확대한다. 3번 GG drill은 2번 drill이 들어간 깊이의 절반만큼 넣어서 확대하고 4, 5번과 6번 drill은 근관의 입구 부위에서만 사용한다. 이 때에 치근을 약화시키거나 과도한 삭제로 인하여 측방으로 천공시키지 않도록 주의한다.

치관부의 flaring이 완성되면 작업장을 결정하고 step-back방법에서 사용한 것과 같은 8, 10번이나 15번과 같은 가는 file을 만곡을 주어서 윤활제와 같이 사용한다. 이 때에 file은 수동적으로 근관에 삽입시키며 시계를 감는 것과 같은 동작으로 근관을 형성한다. step-back방법으로 근관형성을 하여 이전에 step-down으로 형성한 지점까지 도달되도록 한다.

근관 세척 후에 작은 H file로 다듬는다. Buchanan은 근침부는 개방성이 유지되어야 하며 근관의 협착부로부터 치근침에 이르는 1mm정도의 부분도 완벽하게 정화되어야 하며 이를 위하여 6, 8번과 10번 file로 근관의 협착부의 개방성을 검사하는 방법을 사용하여야 한다고 주장한다.

4. Passive step-back technique

Torabinejad (1994)가 고안한 방법으로 수용기구인 file과 GG drill과 Peeso reamer등 회전기구를 같이 사용하는 방법이다.

① 근관 외동을 형성한다. 방사선 사진이나 전자 근관장 측정기로 근관의 작업장을 결정한다.

② 수용 기구를 이용한 passive step-back을 시행한다. sodium hypochlorite로 근관 외동을 채우고 10번 또는 15번 K file로 근첨까지 1/8 - 1/4 회전시킨 후 push-pull 동작으로 근첨공의 개방성을 확보한다. 같은 동작으로 20번부터 40번까지의 K file을 근관에서 이들 기구가 수동적으로 도달되는 부위까지 넣는다.

③ GG drill을 수동적으로 사용한다. 2번 drill을 근관에서 약간 결합되는 지점까지 넣은 후 다시 1-1.5mm를 빼서 저속 핸드피스를 작동시킨다. 상하 동작과 약간의 압력을 가하여 근관벽에 flare를 준다. 3번이나 4번 크기의 drill을 근관의 크기에 따라서 근관의 치관부나 입구 부위에서 사용할 수 있다.

④ 근관 작업장을 확인한다. 근관의 개방성을 확인하는 15번 file이나 20번 file을 근관에 넣어 확인한다.

⑤ GG drill이나 Peeso reamer를 수동적으로 사용한다. 2번 GG drill이나 Peeso reamer를 근관에서 결합되는 부위까지 넣은 후 다시 1-1.5mm를 빼서 저속 핸드피스를 작동시킨다. 근관의 치관부는 3번 GG drill이나 Peeso reamer로 확대할 수 있다.

⑥ 근첨부를 형성한다. flaring이 끝나고 정확한 근관의 작업장이 결정된 후에는 20번 file이 저항감이 느껴지지 않고 근첨까지 들어갈 수 있어야 한다. 그 다음 점차 큰 기구로 확대한다. 좁거나 만곡된 근관은 25번이나 30번 이상으로 확대하지 않도록 한다.

VI. 근관 형성시 발생하는 실수 및 이의 예방 방법

근관을 형성하는 과정에서 ledge, zip과 근첨공의 이동 및 천공을 유발시킬 수 있다. 이의 원인으로서는 원래의 형태로 돌아가려는 경향이 있는 file의 힘이 상아질에 가해지는 것과 근관에서 기구가 자주 접촉되는 부위만이 선택적으로 더 많이 삭제되는 것을 원인으로 들 수 있다. 이를 극복하기 위하여 근관에서 직선적이며 단단한 기구가 원래의 형태로 돌아가려는 힘을 감소시키며 삭제에 직접 관계되는 근관 기구의 면적을 감소시키는 방법을 고려할 수 있다.

근관벽에서 기구가 상아질에 가하는 힘을 조절하는 방법으로 몇가지를 들 수 있다. 먼저 file을 사용하기 전에 미리 구부리는 방법 (precurving)을 고려할 수 있다. 그러나 이때에도

주의할 사항은 file에 부여한 만곡도는 근관의 일정한 한 부위에서만 file의 형태와 일치되고 filing동작이 커지면 근관의 형태와 일치하지 않으므로 만곡이 심한 근관에서는 filing동작의 폭을 적게 해야 한다는 것이다. 두번째로 20번 이하의 가는 file을 이보다 더 굵은 file이 근관에 힘을 가하지 않아도 잘 들어갈 때까지 충분히 오래 사용해야 한다. 또한 file의 끝을 1mm잘라서 12, 17, 22번 등의 file로 만들어서 쓸 수 있으며 이런 중간 크기로 시판되는 file로는 Maillefer사의 Golden Mediums가 있다. 유연성이 있는 Flex-R, Flexo-file과 nickel-titanium file을 사용하는 방법도 고려할 수 있으나 너무 유연성이 강한 file은 근관기구에 적절한 힘이 가해지지 않으므로 비효율적인 문제점도 있다.

실제 삭제되는 근관 기구의 면적을 감소시키는 방법으로는 먼저 변형된 근관 형성 방법을 사용하는 것을 고려할 수 있다. 근관을 형성하기에 앞서 먼저 근관에 flare를 주어서 (preflaring) 근관의 치관부에서 file이 걸리지 않도록 하는 것이다. 또한 만곡의 내측면이나 치근 분지부를 삭제를 줄이는 anticurvature filing방법을 사용하는 것도 도움이 된다. crown-down pressureless방법에서는 기구의 끝 부분만이 삭제에 사용된다. 이때 file은 근관에 file이 딱 끼일 때까지 근관에 넣고 이 지점에서 상아질을 제거하기 위하여 근첨부에 압력을 가하지 않고 두 번 회전시킨다.

통상적인 기구와 그 형태가 다른 변형된 기구를 사용하는 것도 고려할 수 있는 방법이다. 기구의 끝 부분에서는 삭제되지 않도록 (safe-ended non-cutting tips) 디자인된 Canal Master, Flexo-file등이 있다. 또한 Flexogate나 Heliapical등은 삭제되는 부분이 근첨쪽 일부에 국한되도록 디자인되었다.

참고 문헌

1. Ingle and Bakland LK: Endodontics, 4th edition, Williams & Wilkins: pp 198-210, 1994
2. Stock CJR, Gulabivala K, Walker RT and Goodman JR: Color atlas and textbook of endodontics, 2nd edition, Mosby-Wolfe : pp 124-139, 1995
3. Cohens S and Burns R: Pathways of the pulp 6th edition, Mosby: pp 179-218, 1994.
4. Torabinejad M: Passive step-back technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 77: 398-405, 1994.