

유치열기 외상성 손상의 진단 및 처치

조다영*, 김성덕*, 이은주, 김민석†

전남대학교 치의학전문대학원 구강해부학교실

접수: 2020년 7월 14일/ 수정접수: 2020년 7월 27일/ 게재 승인: 2020년 7월 30일/ 출간: 2020년 12월 31일

최근 현대 사회의 환경 변화에 의해 외상의 위험성이 지속적으로 증가하고 있으며, 이와 함께 치과 영역에서 외상 받은 치아에 대한 정확한 진단과 적절한 처치의 필요성이 커지고 있다. 그러나 치아의 외상성 손상에 대한 연구는 주로 영구치를 대상으로 시행되어 왔고, 상대적으로 유치를 대상으로 한 연구는 드물다. 유치의 외상은 유치열기 치아뿐 아니라 후속 영구치배의 손상으로 인한 영구치의 발생 장애나 맹출 장애 등을 일으킬 수 있으므로, 외상 받은 유치의 처치는 영구치 보다 더욱 세심한 주의를 필요로 한다. 본 연구는 치아의 외상성 손상에 대한 여러 문헌 및 임상 증례들을 고찰하여 그 과정을 이해하고 예후에 대해 분석함으로써, 유치의 외상성 손상에 대한 올바른 진단 및 치료에 대한 방안을 모색해 보고자 한다.

주제어: 유치, 외상성 손상, 진단, 치료

* 두 저자는 본 연구에 제1저자로 동일하게 기여하였음.

† 교신저자: 김민석

광주광역시 용봉로 77 전남대학교 치의학전문대학원 구강해부학교실

Tel: 062-530-4823, Fax: 062-530-4829, E-mail: greatone@jnu.ac.kr

서론

교통의 발전과 야외 활동의 증가 등 현대 사회의 생활환경 변화에 의해 외상의 위험이 증가하고 있으며, 특히 구강악안면 부위의 외상이 급증하고 있는 추세이다. 보건복지부에서 시행한 국민구강건강실태조사에 의하면 2003년 전체 조사대상자의 9.42%(남자의 11.89%, 여자의 6.96%)가 치아 외상을 경험하였으며¹⁾, 2006년에는 16.4%(남자의 22.4%, 여자의 10.7%)²⁾, 2010년에는 18.19%(남자의 20.41%, 여자의 15.73%)로 환자의 비율이 지속적으로 증가하였다³⁾. 치아 외상의 주된 원인은 낙상, 운동/놀이, 싸움, 교통사고 순으로 빈번히 발생하는 것으로 나타났다³⁾. 외상에 의한 치아 손상으로 인해 치아 파절 및 탈구, 이틀뼈 파절, 연조직 손상 등이 일어날 수 있으며, 이는 저작, 발음 등의 기능 장애를 유발하고 심미성을 훼손할 수 있다⁴⁾. 외상이 발생하면 가능한 빠른 시간 안에 치료가 진행되어야 하며, 초기 치료 후에도 치관 변색, 근관 폐쇄, 치근 흡수, 치수 괴사 등과 같은 병리학적 반응이 나타날 수 있으므로 장기적인 관찰이 필요하다⁵⁾. 보호자의 무관심 또는 낮은 치과 지식 등으로 인하여 초기 치료가 지연되는 경우 더욱 복잡한 치료가 필요할 수 있다.

영구치 외상의 경우 경조직의 손상이 높게 나타나는데 비해, 유치는 탈구성 손상빈도가 높는데, 이는 어린이의 치조골이 유연하고 유치의 치관/치근 비율이 크기 때문에 치아 파절보다는 탈구가 유리하며, 나이가 들에 따라 골 유연성이 감소하므로 주변 조직 보다 치아 자체로 가해지는 충격이 증가하기 때문인 것으로 보인다⁴⁾. 그러나 유치열기에서 가장 흔하게 발생하는 치아외상의 유형에 대해서는 일부 연구에서는 진탕이, 또 다른 연구들에서는 아탈구의 발생 빈도가 높다는 등의 다양한 결과들을 제시하고 있다^{4,6)}. 최근 연령별 치아 외상 환자에 관한 연구 결과, 총 5,213명의 치아 외상 환자 중 0-9

세군이 1,897명(36.4%)으로 가장 높은 비율을 차지하였고, 20-29세군 1,566명(30.1%), 10-19세군 1,419명(27.2%) 순으로 나타났다⁷⁾. 이는 어린이들이 신체 및 정신적으로 미성숙하기 때문에 응급 상황에서 운동반사가 늦어 구강악안면 부위의 외상이 많이 나타나는 것으로 분석되었다⁷⁾.

유치에 가해진 외상은 하방의 영구치배의 발생에 부정적인 영향을 끼쳐 계승 영구치의 법랑질 변색, 법랑질 저형성증, 치관-치근 만곡, 치근 형성 정지, 치아중모양의 기형, 맹출 장애와 같은 손상으로 이어질 수 있다⁸⁾. 또한 손실되거나 적절히 치료받지 못한 치아에 의해 부정교합이 초래되어 심미성이 훼손될 수 있다⁸⁾. 따라서 본 연구에서는 외상 받은 유치의 진단과 치료에 대한 최근까지의 문헌과 임상증례들을 고찰함으로써 외상으로 손상 받은 유치에 대한 신속하고 올바른 처치방법을 모색해 보고자 한다.

본론

외상에 의한 손상 유형은 International Association of Dental Traumatology의 분류법을 기반으로 하였다⁹⁾.

1. 법랑질 균열(Enamel infraction)

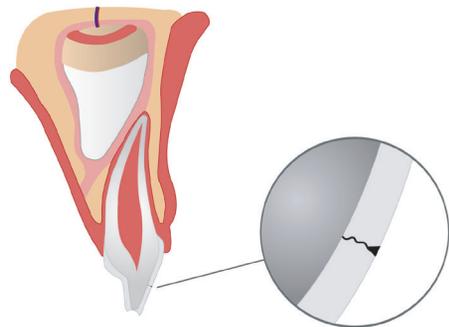


그림 1. Enamel infraction

법랑질 균열이란 상아질 손실을 동반하지 않은 법랑질에 국한된 불완전한 파절을 말한다¹⁰⁾(그림 1). 균열은 보통 상아질법랑질경계에서 끝나는데, 이는 법랑질과 상아질 간의 탄성 계수 부조화로 인해 균열이 상아질까지 도달하지 않기 때문으로 보인다¹¹⁾. 이러한 법랑질 균열은 드물게 치수내로 박테리아가 침입할 수 있는 통로를 만들거나¹²⁾ 균열선을 따라 변색을 일으킬 수 있다¹³⁾. 법랑질 균열은 보통 치료가 필요 없지만 뚜렷한 균열선이 발견되면 산부식 후 레진을 이용하여 균열선을 밀폐하는 것이 바람직하다¹⁰⁾. 다른 종류의 파절 또는 탈구와 연관되지 않는 한 경과관찰은 보통 필요하지 않다.

2. 치관 파절(Crown fracture)

치관 파절은 법랑질에 한정되거나 법랑질과 상아질을 포함하는 파절을 말한다. 치관 파절은 단순치관파절과 복잡치관파절로 분류할 수 있다.

2-1. 단순 치관 파절(Uncomplicated crown fracture)

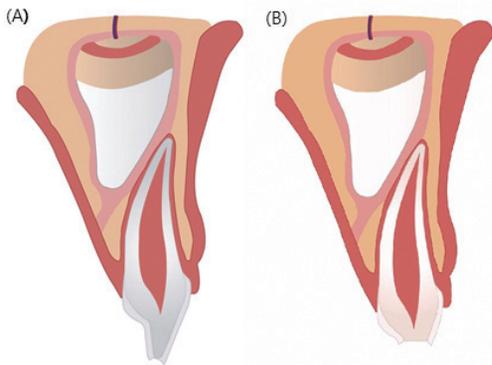


그림 2. Uncomplicated crown fracture (A) Fracture limited to enamel (B) Fracture limited to enamel and dentine

단순 치관 파절이란 치수를 침범하지 않으며 법랑질 또는 법랑질과 상아질에 국한된 파절을 말한다(그림 2). 이러한 유형의 손상은 동요도와 치수생

활력이 정상이다. 타진반응에 민감성이 있는 경우 치아 탈구나 치근 파절을 의심해볼 수 있다. 따라서 치아 탈구나 치근 파절 여부를 확인하기 위해 여러 각도에서 방사선 사진을 촬영해 보아야 한다¹⁰⁾. 방사선 사진 상에서 치아의 변위와 같은 비정상적인 특징이 없고⁹⁾ 법랑질 또는 법랑질과 상아질에 국한된 파절선이나 치질의 상실을 보여준다¹⁴⁾. 파절선과 치수강 사이의 위치 관계를 파악하여 치수 노출을 동반한 치관파절인지 확인해야 한다⁹⁾.

파절이 상아질까지 침범한 경우 상아세관이 노출된다. 노출된 상아세관은 구강과 치수를 개통하여 감염이 이행될 수 있는 통로 역할을 한다. 상아세관의 수와 직경은 파절선의 위치에 따라 달라질 수 있다. 노출된 상아세관의 수는 상아질법랑질경계에서 15,000 개/mm²부터 치수 부위에서 45,000 개/mm²까지 증가한다. 또한 상아세관의 직경은 상아법랑질경계에서 0.9 μm부터 치수 부위에서 2.5 μm까지 증가한다¹⁵⁾. 따라서 파절선이 치수와 근접할수록 치수에 미치는 영향이 크다. 또한 잔존 상아질의 두께에 따라 치수에 나타나는 반응이 다르다. 생체 내 실험에서 잔존 상아질의 두께가 0.25 mm 미만으로 감소된 경우 치수염을 일으키는 것이 보고되었다¹⁶⁾. 사람 치아의 5급 우식증에서 잔존 상아질의 두께가 감소함에 따라 삼차 상아질의 면적이 증가하였으나, 잔존 상아질의 두께가 더욱 감소하여 0.25 mm 이하가 되는 경우 삼차 상아질의 면적과 상아질모세포의 수가 감소하였다¹⁷⁾.

단순 치관 파절의 치료는 파절선의 위치, 잔존치질의 양, 환자의 요구 및 경제적 여건, 심미적 손상 여부 등을 고려하여 다음과 같은 방법들을 선택할 수 있다.

- 1) 파절량이 경미하고 법랑질에 한정된 경우, 날카로운 파절선에 의해 험점막이나 혀가 찢리지 않도록 부드럽게 갈아준다¹⁸⁾.
- 2) 파절선이 상아질을 침범한 경우, 노출된 상아

세관을 봉쇄하고 손실된 외형을 회복해주기 위해 복합레진으로 충전한다¹⁸⁾.

- 3) 파절량이 광범위한 경우, 기성금속관으로 수복한다¹⁸⁾. 이 방법은 파절된 유치를 보호하는 가장 확실한 방법이나, 심미성을 만족시키지 못하며 기성금속관의 제거 없이는 치수반응을 정확히 판단할 수 없다는 단점이 있다¹⁹⁾.
- 4) 심미적인 수복이 필요한 경우, acrylic crown이나 celluloid crown을 사용할 수 있다. acrylic crown은 적절한 크기를 선택하여 파절 부위에 맞게 조정한 후, 내면에 복합레진을 충전하여 파절된 치아에 접착한다. celluloid crown은 내면에 복합레진을 채워 파절치아에 위치시키고 광중합한 후 칼로 celluloid crown을 벗겨낸다¹⁹⁾.
- 5) 파절편이 존재하는 경우, 파절편을 재위치시킨 후 산부식과 레진을 이용하여 부착한다. 이러한 술식의 경우 손상된 치아의 외형과 색조를 자연스럽게 쉽게 회복할 수 있다는 장점이 있다. 또한 접착 후 치아의 파절 강도는 손상 받지 않은 치아와 유사한 강도를 가진다는 장점이 있다. 하지만 추가적인 외상이나 비기능적인 힘이 가해지는 경우 장기적인 유지력이 감소할 수 있다. 파절편을 치아에 정확하게 위치시키기 위해서 파절편이 여러 조각으로 나뉘거나 손상되지 않아야 한다. 파절편이나 손상받은 치아의 절단면을 다듬을 경우, 파절편을 올바른 위치에 부착하는 것을 어렵게 만드나 결합 강도를 증가시킬 수 있다. 파절편은 부착되기 전까지 Hanks balanced salt solution, 식염수, 우유 등에 보관되어야 한다. 그렇지 못할 경우 파절편의 탈수를 일으켜 영구적인 색변화를 일으켜 심미성을 손상시킬 수 있으며 접합 강도를 감소시킬 수 있다²⁰⁾.
- 6) 잔존 상아질이 0.5 mm이하여서 상아질이 펴

크빛으로 보이며 출혈이 없는 경우, 수산화칼슘을 도포한다¹⁰⁾. 그 외의 경우 수산화칼슘을 도포하지 않는 것이 바람직하다. 그 이유는 수산화칼슘은 상아질에 대한 접착력이 부족하며²¹⁾, 복합 레진의 경화 시 나타나는 수축력에 의해 수산화칼슘이 상아질로부터 탈락될 수 있기 때문이다²²⁾. 또한 수산화칼슘은 상아세관에 레진 태그가 침투하여 하이브리드 층을 형성하는 것을 방해하여 밀봉 효율을 낮춘다²³⁾. 따라서 치수와 근접한 부위를 제외하고는 수산화칼슘을 사용한 치수 보호가 필요하지 않다.

- 7) 임시 수복이 필요한 경우, 글라스아이오노머 시멘트를 이용하여 노출된 상아질과 법랑질을 덮어줄 수 있다. 글라스아이오노머 시멘트는 산부식이 필요 없으며 접착력이 낮기 때문에 제거가 용이하다¹⁹⁾. 따라서 응급 처치 시 사용하기 편리하며, 탈구 등이 의심되거나 치수의 상태를 지켜보고자 할 때 임시수복재로 사용된다^{10,19)}.

한편 단순 치관 파절의 예후는 치주 인대의 손상과 노출된 상아질의 정도와 연관이 있으며, 치료 3~4주 후 예후를 관찰한다^{9,14)}.

2-2. 복잡 치관 파절(Complicated crown fracture)

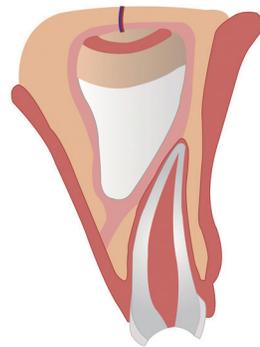


그림 3. Complicated crown fracture

복잡 치관 파절이란 치수 노출을 동반한 범랑질과 상아질의 파절을 말한다(그림 3). 이러한 유형의 손상에서 치아의 동요도는 정상이다. 타진반응에 민감성이 있는 경우 치아 탈구나 치근 파절을 의심해볼 수 있다. 따라서 단순 치관 파절과 마찬가지로 치아 탈구나 치근 파절 여부를 확인하기 위해 여러 각도에서 방사선 사진을 촬영해 보아야 한다¹⁰⁾.

복잡 치관 파절을 치료하기 위해서는 노출된 치수에 의한 추가적인 감염을 막기 위해 직접 치수 복조술(direct pulp capping), 치수절단술(pulpotomy), 치수절제술(pulpectomy)을 시행할 수 있다. 노출된 치수의 치료 방법을 결정하기 위해 고려해야 할 가장 중요한 요소는 외상 후 경과된 시간이다. 외상 후 경과된 시간이 증가할수록 노출된 치수를 통해 감염의 깊이가 증가하기 때문이다²⁴⁾. 건강한 치수의 과도한 발수를 방지하고 오염된 치수만을 제거하기 위해서 발수의 깊이를 결정하여야 한다. 발수의 깊이를 결정하는 좋은 방법은 생리식염수 또는 NaOCl과 같은 용액을 적신 면구를 치수 위에 위치시키고, 약간의 압력 하에서 3~5분 내에 출혈이 조절이 되는 지 확인하는 것이다²⁵⁾. 출혈이 조절되는 경우 추가적인 발수가 필요 없다. 만약 조절할 수 없는 과도한 출혈이 있거나, 혈액의 색이 짙은 경우 치수의 상태가 건강하지 않은 것으로 간주된다. 이러한 경우 선택한 깊이 보다 더 깊은 발수가 필요하다²⁵⁾.

치아의 외상 후 치수가 정상적인 상태로 회복되기 위해 필요한 시간은 대략 6~8주 정도이다. 따라서 치료 1주, 6~8주, 1년 후 예후 관찰을 한다. 이때 유치의 치근단 주위염이나 후속 영구치배의 발육장애가 나타날 수 있음을 주의해야 한다⁹⁾.

1) 직접 치수 복조술 (direct pulp capping)

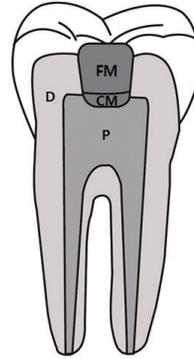


그림 4. Direct pulp capping(D: Dentin, P: Pulp, CM: Capping material, FM: Filling material)

직접 치수 복조술은 노출된 치수 조직 위에 직접 약제를 도포하여 치수의 치유를 촉진하고 수복 상아질을 생성하는 술식이다 (그림 4). 이 술식은 다른 치수 처치법 보다 덜 침습적이고 경제적인 치료가 될 수 있다²⁶⁾. 일반적으로 유치에서의 직접 치수 복조술은 충치에 의한 치수 노출의 경우 권장되지 않는다. 미국소아치과학회(AAPD)의 권고지침서에 따르면 작은 기계적 또는 외상적 손상에 의한 치수 노출의 경우 직접 치수 복조술의 적응증이 될 수 있다²⁷⁾. 이 술식을 시행하기 위해서는 이환된 치아에 임성적 징후가 없어야 하며 치수 노출량이 1 mm 이하여야 한다²⁸⁾. 하지만 이러한 경우에도 유치에서의 성공률은 높지 않다. 이는 유치의 치수에는 세포 성분이 풍부하기 때문에 치아파괴세포에 의한 내흡수가 나타날 수 있기 때문이다. 따라서 이 술식은 이환된 치아의 생리적 탈락시기가 1~2년 이내인 경우에 한하여 권장된다. 이때 만약 치료에 실패하여 이환된 치아를 발치하게 된다 하더라도 추가적인 공간 유지장치가 필요 없다²⁶⁾.

직접 치수 복조술에 사용할 수 있는 재료로는 수산화칼슘, zinc oxide eugenol (ZOE), glass ionomer (GI)/resin-modified glass ionomer

(RMGI), mineral trioxide aggregate (MTA) 등이 있다²⁶⁾. 수산화칼슘은 1921년도에 치과계에 소개된 후 수 십년동안 직접 치수 복조술의 표준적인 재료로 사용되었다²⁶⁾. 수산화칼슘은 우수한 항균성을 가지고 있으며 수복 상아질을 형성한다. 한 연구에서는 감염된 치수에 수산화칼슘을 1시간 동안 도포한 결과, 치수 내 미생물이 100% 감소한 것을 확인하였다²⁹⁾. 하지만 수산화칼슘은 시간이 지남에 따라 용해되며, 자체적인 접착능력이 없다³⁰⁾. 또한 수산화칼슘에 의해 생성된 수복 상아질은 치수와 개통되는 터널 결함(tunnel defect)을 형성하여 성공적인 밀폐가 이루어지지 않는다는 단점이 있다³⁰⁾.

MTA는 비교적 최근 외과적 근접 충전재로 치과계에 처음 소개되었으며³¹⁾, 1998년 US Food and Drug Administration의 승인 후 직접 치수 복조법(direct pulp capping)³²⁾, 치수절단술(pulpotomy)³³⁾, 치근단형성술(apexification)³⁴⁾, 치근 또는 치근분지부 천공³⁵⁾ 등 여러 분야에서 사용되고 있다. MTA는 생체친화성이 높고, 방사선 불투과성이며, 밀폐력이 우수하다는 장점이 있다²⁶⁾. 동물 실험에 의하면 MTA는 수산화칼슘에 비해 치수 치유 능력이 더 높은 것으로 나타났다³⁶⁾. 이는 MTA가 수산화칼슘의 저장고 역할을 하고, 치수노출부를 적절히 봉쇄하기 때문으로 사료된다²⁶⁾. MTA의 단점으로는 높은 비용²⁶⁾과 높은 용해도³⁷⁾, 변색 가능성³⁸⁾, 긴 경화시간³⁹⁾ 등이 있다.

MTA가 수산화칼슘보다 밀폐성이 우수함에도 불구하고, 두 재료 모두 GI 또는 RMGI가 이장재로 필요하다. 수산화칼슘의 경우 밀폐성이 부족하기 때문에 GI/RMGI 이장제로 밀폐막을 형성해 주어야 한다. MTA 역시 경화 시간이 길기 때문에 GI/RMGI 이장재로 보호해야 한다. 이러한 GI/RMGI 밀폐막이 없으면 MTA가 경화할 때까지 일정 기간 동안 임시 수복을 해야 하며 환자는 최종 수복을 위해 두 번 방문해야 하는 번거로움이 있다²⁶⁾.

일부 연구자들은 치수복조제로 상아질 결합제의 사용을 권장하였다⁴⁰⁾. 이것에 대한 이론적 근거는 세균 침입에 대한 효과적이고 영구적인 봉쇄가 이루어지면 치수 치유가 일어날 것이라는 믿음에 근거하였다. 하지만 상아질 접착제를 이용한 치수 복조 연구에서 상아질 접착제는 상아질 가교(dentin bridge)를 형성하지 못하여 치수를 완전히 봉쇄하지 못하였다⁴¹⁾. 또한 상아질 결합제 내의 TEGDMA, HEMA, 10-MDP와 같은 단량체들은 상아질모세포의 분화를 억제하고 염증반응을 일으키며, 반응하지 못한 단량체는 치수에 세포독성을 나타내고, 면역 세포의 증식을 감소시켜 면역 억제를 일으킬 수 있음이 보고되었다⁴¹⁾.

직접 치수 복조술의 성공 여부에 영향을 미치는 또 다른 요소는 치수 복조제를 적용하기 전에 노출된 치수가 더 이상 출혈이 되지 않도록 하는 것이다. 그 이유는 출혈로 인해 상아질에 수분과 오염 물질이 존재하여 박테리아 유입을 막을 수 있는 적절한 봉쇄를 얻지 못할 수 있기 때문이다. 출혈은 일반적으로 노출된 치수에 식염수 또는 NaOCl, 클로르헥시딘 등을 적신 면구로 압박하여 지혈한다. 이 중 식염수가 가장 약한 치수 반응을 나타낸다. 반면에 NaOCl은 치수 염증 반응을 증가시키지만, 항균성을 가지며 출혈 조절을 향상시키는 장점이 있다. 클로르헥시딘은 항균성을 나타내지만, NaOCl처럼 출혈을 억제하는 데는 효과적이지 않다²⁶⁾.

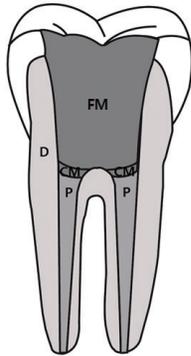


그림 5. Pulpotomy(D: Dentin, P: Pulp, CM: Capping material, FM: Filling material)

치수 절단술은 치관부의 치수 노출이 크거나, 작은 치수 노출이더라도 수일이 경과한 경우 시행한다¹⁹⁾. 치수절단술은 외상에 의해 노출된 치관부 치수를 제거하고, 치근부에 남아있는 정상적인 치수조직을 보호하여 후속 영구치가 나올 때까지 유치를 유지하기 위해 시행한다²⁸⁾(그림 5). 이 때 남아있는 치수 조직은 화농성 괴사 또는 습한 면구에 의해 조절될 수 없는 과도한 출혈이 없으며, 방사선학적으로 감염이나 병리학적 재흡수의 징후가 없어야 한다²⁷⁾.

치수 절단술에 사용할 수 있는 방법으로는 치수의 생활력을 소실시키는 방법(devitalization)과 최소한의 치수만을 침범하여 하방의 건강한 치수를 최대한 보존하는 방법(preservation), 수복상아질을 형성하여 건강한 치수를 유지하는 방법(regeneration)이 있다⁴²⁾.

첫째, 치수의 생활력을 소실시키기 위해 formocresol, glutaraldehyde, electrosurgery 및 레이저 등을 사용할 수 있다. 1932년에 소개된 후로 현재까지 활발히 사용되고 있는 formocresol은 단백질에 결합하여 세포의 자기분해(autolysis)를 억제하며⁴³⁾, 임상적 성공률은 92.2%에 이른다⁴⁴⁾. 그러나 높은 임상적 성공률에도 불구하고 formocresol 성분 중 formaldehyde가 돌연변이, 암, 면역 질

환 등을 일으킬 수 있어 안전성에 대한 논란이 지속되고 있다⁴⁵⁾. 16개의 치수 절단술을 실행한 개에 대한 실험 연구 결과 신장과 간에서 조직 손상이 나타났다⁴⁶⁾. 하지만 이러한 동물실험에서 사용된 formocresol의 양은 임상에서 실제 사용하는 것을 초과한 것이었을 뿐 아니라 지금까지 사람에서 formocresol의 사용과 관련된 전신적 또는 병리학 적 조직 변화의 사례는 보고된 바 없다⁴⁷⁾. 치수절단술에 사용되는 formaldehyde의 양(0.02~0.1mg)은 국제보건기구(WHO)가 발표한 일상생활에서 공기, 물, 음식을 통해 매일 섭취하는 양(1.5~15 mg/day; 평균 7.8 mg/day)에 비하면 극소량에 해당하기 때문에 치수절단술에 사용된 formocresol이 독성을 나타낸다고는 볼 수 없다는 견해도 있다^{48,49)}. 하지만 위에 언급된 formocresol에 대한 여러 논란과 염려 때문에 이를 대체할 수 있는 재료를 찾기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 한 예로 glutaraldehyde를 들 수 있는데, glutaraldehyde는 formocresol보다 치수 고정력이 우수하며 독성이 적은 것으로 알려져 있다⁵⁰⁾.

둘째, 최소한의 치수만을 침범하여 최대한 하방의 건강한 치수를 보존하기 위해 ferric sulfate, sodium hypochlorite (NaOCl) 등을 사용한다. 지혈제의 한 종류인 ferric sulfate는 formocresol과 유사한 임상적 및 방사선학적 성공률을 보였다⁵¹⁾. ferric sulfate는 비용이 저렴하며, formocresol이 가지고 있는 독성이나 발암에 대한 위험이 없다. NaOCl 또한 formocresol과 유사한 성공률을 보였지만⁵²⁾, 장기적인 연구 결과가 없으므로 상용되기 위해선 추가적인 연구가 필요하다.

셋째, 수복상아질을 형성하여 건강한 치수를 유지하기 위해 calcium hydroxide, MTA, calcium-enriched mixture cement 등의 재료를 사용할 수 있다. calcium hydroxide는 항균력이 있으며 수복상아질을 형성할 수 있어서 치수절단술의 재

료로 사용되어왔지만⁵³⁾, 만성 치수 염증과 내흡수 등의 부작용이 보고되었다⁵⁴⁾. 유치의 치수절단술에서 calcium hydroxide, formocresol, ferric sulfate, 레이저의 성공률을 비교해본 결과, calcium hydroxide의 성공률이 가장 낮았다⁵⁵⁾. 반면 MTA는 우수한 생체 적합성, 알칼리 pH, 방사선 불투과성, 우수한 밀폐성 및 상아질, 시멘트질, 뼈 형성 유도능과 같은 많은 긍정적인 특성을 가지고 있다⁵⁶⁾. MTA에서는 formocresol⁵⁷⁾과 ferric sulfate⁵⁸⁾, calciumhydroxide⁵⁴⁾ 사용 시 발견되는 내흡수가 발견되지 않았다⁵⁹⁾. MTA와 formocresol의 임상적 및 방사선학적 성공률을 평가한 결과, MTA군에서 더 우수한 결과가 나타났다⁶⁰⁾. 그러나 MTA는 비싸다는 단점이 있다.

치수절단술은 위에 언급된 세 가지 방법 중 하나로 치수를 처리한 후, 미세누출을 막기 위해 상부를 ZOE나 IRM으로 덮고 stainless steel crown과 같은 수복물을 적용한다²⁷⁾. 충분한 양의 법랑질이 남아 있다면 아말감이나 레진으로 수복을 하는 것도 가능하나 유치의 탈락시기가 2년 이하로 예상되는 경우에만 적용될 수 있다⁶¹⁾.

3) 치수 절제술 (pulpectomy)

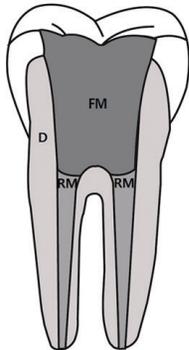


그림 6. Pulpectomy(D: Dentin, P: Pulp, CM: Capping material, FM: Filling material)

치수절제술은 외상에 의해 치근부 치수까지 감염되거나 치수 괴사의 증거가 있을 때 시행되는 술식이다²⁷⁾. 치수 절제술의 목표는 정상적인 탈락시기까지 유치를 유지하는 것이다²⁸⁾.

치수절제술의 술식은 다음과 같다(그림 6). 가장 먼저 리버댐을 장착 후 access opening을 뚫는다. 이때 유구치는 영구치에 비해 교합면에서 치수강저까지의 길이가 짧고 치수강저의 치질도 얇기 때문에 천공되기 쉽다는 것을 주의해야 한다. 근관에 barbed broach, file과 같은 기구의 접근이 용이하도록 치수강 상부를 완전히 제거한다⁶²⁾. 각 근관의 입구를 찾은 후에는 적절한 크기의 barbed broach를 선택한다. Barbed broach로 각 근관에서 유기물질을 최대한 제거한다. endodontic file을 이용하여 근관의 길이를 측정하는데, 보통 작업장의 길이는 방사선 사진 상의 길이보다 1-2 mm 짧게 결정한다. 이는 과도한 기구 조작으로 치근단 조직에 손상이 가는 것을 막기 위함이다²⁸⁾. 근관 성형(canal shaping)은 꼭 맞는 file부터 시작하여 보통 #30~35 file 크기까지 확장한다⁶²⁾. 유치의 치근은 복잡하고 다양한 형태학적 특징을 가지고 있어서 근관 치료가 어려울 수 있다. 유치의 근관은 만곡도가 심하고, 융합되어 있을 수 있으며, 치근 흡수가 진행됨에 따라 근관의 수와 크기가 변하며, 기존 근관의 해부학적 형태를 변화시키는 생리적 재흡수와 함께 이차 상아질의 침착이 일어난다⁶³⁾. 또한 과도한 기구조작이 하방의 영구치배에 손상을 줄 수 있기 때문에 충분한 기계적 근관 형성이 어렵다⁶⁴⁾. 따라서 유치의 치수절제술은 기계적 확장과 식염수 세척에만 의존할 수 없으며, 1% NaOCl 또는 클로르헥시딘과 같은 세척액을 이용하여 근관의 세균을 최대한 제거해야 한다⁶⁵⁾. NaOCl은 하방의 조직을 자극할 수 있기 때문에 치근점을 넘어서는 안된다⁶⁶⁾. 최소한의 압력으로 NaOCl 용액을 조심스럽게 사용하면 치근단 조직으로 넘어가는 것을 방지할 수 있다. 화학적

세척액으로 세척한 후에는 멸균 생리식염수로 세척해야 한다. 세척 후에는 적절한 크기의 paper point로 근관을 건조시킨다²⁸⁾.

근관을 충분히 건조시킨 후, 근관 충전제로 충전한다. 유치와 영구치는 발생 과정이 다르고, 해부·생리학적 차이가 있기 때문에 근관 충전제에 대한 기준이 다르다. 이상적인 유치근관 충전제는 다음과 같은 특성을 가지고 있어야 한다⁶⁷⁾.

- 1) 유치의 치근과 비슷한 속도로 흡수된다.
- 2) 치근단 조직과 영구치 치배에 무해하다.
- 3) 근점에 압력이 있으면 쉽게 흡수된다.
- 4) 항균성이 있다.
- 5) 근관에 쉽게 채워진다.
- 6) 근관 벽에 잘 부착한다.
- 7) 수축하지 않는다.
- 8) 필요시 쉽게 제거된다.
- 9) 방사선 불투과성이다.
- 10) 치아를 변색시키지 않는다.

현재 사용할 수 있는 재료 중 이 기준을 모두 충족시키는 재료는 없다. 한 예로, 유치의 근관 충전제로 흔히 사용되는 ZOE는 과충전 시 치근단 조직에서 경미한 이물반응을 일으킬 수 있으며, 이로 인해 치수절제술의 실패율이 증가할 수 있다²⁸⁾. 그 외 유치의 근관 치료에 가장 일반적으로 사용되는 충전제로는 iodoform-based paste (KRI paste), calcium hydroxide, calcium hydroxide와 iodoform 복합제 등이 있다⁶⁸⁾. 충전 시 과도한 힘을 가하는 경우, 약제가 치근단을 넘어가 환자가 불편감을 호소할 수 있기 때문에 주의가 필요하다.

근관 충전 후에는 사용된 근관 충전제의 종류와 상관없이 치근단 방사선 촬영이 필요하다. 방사선 사진을 통해 근관의 충진이 잘 되었는지 평가하고, 과도한 경우에 항생제 처방을 고려한다. 또한 이 사진은 추후 경과 관찰 시 근관 치료의 성공 여부를 평가하고 비교할 수 있는 기준이 된다²⁸⁾.

3. 치관-치근 파절(Crown-Root fracture)

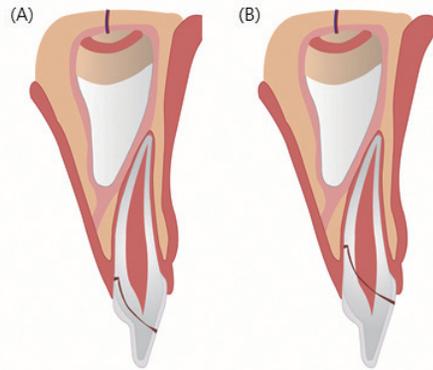


그림 7. Crown-root fracture (A) Simple crown-root fracture without pulp exposure (B) Complicated crown-root fracture with pulp exposure

치관-치근 파절이란 법랑질, 상아질, 시멘트질을 모두 포함한 파절을 말한다. 치수 노출을 동반하지 않는 단순 치관-치근 파절과 치수 노출을 동반한 복잡 치관-치근 파절로 나눌 수 있다(그림 7). 임상적 소견으로는 일반적으로 치수의 노출 여부와 상관없이 잇몸에 부착된 치관부 파절편이 동요도를 나타낸다. 방사선 사진상 주로 비스듬한 파절선이 관찰된다¹⁴⁾.

IADT guideline에 의하면 파절이 소량의 치근만을 침범하고 치근이 치관부 수복을 허용할 만큼 충분히 크다면 치관부 파절편을 제거한다. 그 외의 다른 모든 경우는 치아를 발치한다⁹⁾. 만약 발치가 어렵다면, 하방의 영구치배에 해로울 수 있기 때문에 무리하게 제거해서는 안된다. 치관부 파절편만 제거한 후 치근부 파절편은 자발적으로 흡수되도록 한다⁶⁹⁾. 치관부 파절편만 제거한 경우 보통 1주, 6~8주, 1년 후 예후를 관찰한다. 이 때 유치의 치근단 주위염이나 후속 영구치배의 발육장애가 나타날 수 있음을 주의한다⁹⁾.

4. 치근 파절(Root fracture)

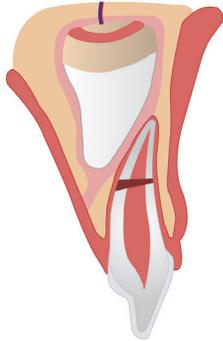


그림 8. Root fracture

치근 파절은 치근에서 발생한 상아질, 시멘트질, 치수를 포함하는 파절을 말한다(그림 8). 임상적으로 잇몸에 부착된 치관부 파절편의 동요가 관찰된다. 방사선학적 소견으로는 수평적 파절선이 1개 이상 나타날 수 있다. 진단을 위해 여러 각도에서 여러 번의 방사선 촬영이 필요할 수 있다. 이 때 유치의 치근 파절선은 계승 영구치에 의해 가려질 수 있으므로 주의해야 한다¹⁴⁾.

치관부 파절편의 변위(displacement)가 없는 경우는 치료가 필요 없다. 치관부 파절편의 변위가 있는 경우, 재위치시킨 후 부목으로 고정한다. 치관부 파절편의 고정이 어려울 경우, 치관부 파절편만 제거 후 치근부 파절편은 자발적으로 흡수되도록 한다⁹⁾. 치관부 파절편의 변위가 없으면 1주, 6~8주 후 유치가 탈락할 때까지 1년마다 예후를 관찰하고 발치한 경우 유치가 탈락할 때까지 1년마다 예후를 평가한다⁹⁾.

5. 이틀뼈 파절(Alveolar fracture)

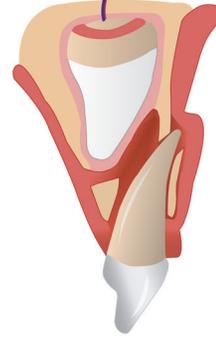


그림 9. Alveolar fracture

이틀뼈 파절 시 이틀뼈뿐 아니라 인접한 뼈까지 파절될 수 있다. 치아 동요와 변위가 나타나며, 교합 장애가 나타날 수 있다⁹⁾(그림 9). 이틀뼈 파절 진단을 위해 구강 점막에서 불연속되는 부위가 있는 지 관찰하고⁶⁹⁾, 방사선 사진에서 유치의 치근단과 영구 치배 사이에 수평적 파절선을 확인한다⁹⁾.

이틀뼈 파절을 치료하기 위해 파절편을 재위치시킨 후 부목으로 4주간 고정한다. 이 때 합병증으로 유치의 치근단 염증이나 치근의 외흡수가 나타날 수 있다⁹⁾. 고정 후 1주, 3~4주, 6~8주, 1년에 예후를 관찰하며, 유치가 탈락할 때까지 1년마다 평가한다. 영구치가 완전히 맹출할 때까지 영구치에 대한 예후관찰 또한 필요하다⁹⁾.

6. 진탕(Concussion)

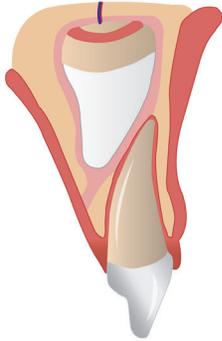


그림 10. Concussion

진탕은 타진반응은 보이거나 치아의 비정상적인 동요나 변위가 없는 경미한 치주조직의 손상이다(그림 10). 타진반응에 대한 민감성이 있으며 잇몸 고랑의 출혈은 관찰되지 않는다. 방사선학적 검사에서 특이 소견이 관찰되지 않으며, 치주인대강의 넓이 또한 정상이다^{9,14,19}.

일반적으로 진탕은 치료하지 않고 예후 역시 매우 양호한 편이다. 그러나 초진 시에 이상이 없더라도 추후에 치관의 변색이나 후속 영구치의 발육장애가 나타날 수 있다. 따라서 이러한 합병증이 일어날 가능성에 대해서 보호자에게 설명하고, 예후 관찰의 중요성을 강조해야 한다¹⁹. 예후는 보통 초진 후 1주, 6~8주에 각각 관찰한다⁹.

7. 아탈구(Subluxation)

아탈구는 진탕과 마찬가지로 뚜렷한 치아의 변위는 없으나, 타진에 대한 반응성과 경미한 동요를 보이는 치주조직의 손상이다. 잇몸 고랑의 출혈이 관찰될 수 있고, 치주인대로의 혈류장애는 거의 없지만, 치수로의 혈액 공급을 담당하고 있는 혈관의 일부 혹은 전부가 끊어졌을 가능성이 있다. 방사선학적 검사에서 특이 소견이 없으며, 치주인대공간의 넓이 또한 정상이다^{9,14,19}.

보통 아탈구는 치료하지 않고 예후 또한 양호한 편이다. 하지만 초진 시에 이상이 없더라도 추후에 진탕과 마찬가지로 치관의 변색이나 후속 영구치의 발육장애가 나타날 수 있으므로 합병증이 일어날 가능성에 대해서 보호자에게 설명하고, 예후 관찰의 중요성을 강조해야 한다^{14,19}. 예후 관찰은 초진 후 1주, 6~8주에 각각 시행한다⁹.

8. 정출(Extrusion)

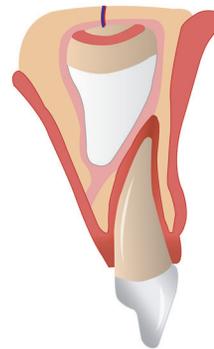


그림 11. Extrusion

정출이란 치관 쪽으로 치아가 변위되는 치주조직의 손상이다(그림 11). 치주인대 쪽 혈액 공급은 완전히 차단되어 있지 않지만, 치수 쪽 혈액 공급은 완전히 차단되어 있을 가능성이 높다. 인접한 치아보다 길어져 보이며 치아가 심하게 흔들릴 수 있다. 방사선 사진에서 치근침의 치주인대공간이 증가한 것을 확인할 수 있다^{9,14,19}.

미성숙한 유치에서 정출이 경미한 경우(3 mm 이하), 계승 영구치에 손상이 가지 않도록 손으로 조심스럽게 이를뼈 내에 재위치 시킨다. 치근이 완성된 유치에서 과도한 정출이 발생한 경우는 발치를 고려한다⁹. 치아의 과도한 동요, 탈락시기가 가까운 경우, 낮은 환자 협조도, 교합 시 방해, 예후 관찰 시 치근의 흡수가 나타나는 경우 등에서도 발치를 고려한다¹⁴. 추후 치관의 변색이나 후속 영구치의 발

육장애가 나타날 수 있으므로 합병증이 일어날 가능성에 대해서 보호자에게 설명하고, 예후 관찰의 중요성을 강조한다. 예후 관찰은 초진 후 1주, 6~8주, 6개월, 1년에 각각 시행한다⁹⁾.

9. 측방 탈구(Lateral luxation)

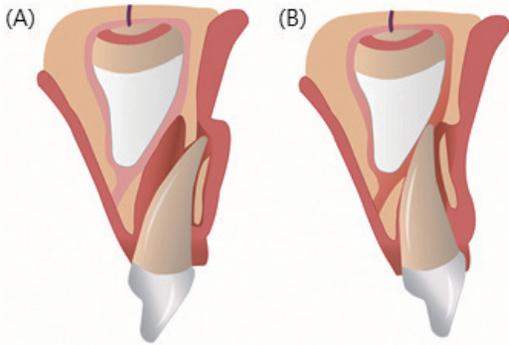


그림 12. Lateral luxation with alveolar fracture (A) Lateral luxation with crown displaced toward the palate (B) Lateral luxation with crown displaced toward the lip

측방 탈구란 치아가 측방으로 변위되며 발생하는 치주조직의 손상이다(그림 12). 치주 인대가 찢어지고 이틀뼈의 파절이 발생할 수 있다. 치주인대로의 혈액 공급은 완전히 차단되어 있지 않지만, 치수로의 혈액 공급은 완전히 차단되어 있을 가능성이 높다^{9,14,19)}. 임상적 소견으로 치아가 주로 입천장 쪽이나 혀 쪽으로 변위되어 있는 것을 확인할 수 있다. 치아는 보통 새로운 위치에 단단히 고정되어 동요도가 없다. 방사선학 사진에서 치주인대공간이 증가한 것을 볼 수 있으며, 유치와 계승영구치 간의 위치 관계를 확인할 수 있다^{9,14)}.

치관이 입천장쪽으로 변위된 경우(그림 12A), 혀의 힘에 의해서 자발적으로 재위치 되도록 하며, 과도한 교합간섭이 있을 때 마취 후 치아를 재위치시킨다. 치관이 입술쪽으로 심하게 변위된 경우(그림 12B), 치근은 영구치배를 향하게 되므로 영구치배

의 손상을 최소화하기 위해 발치를 시행한다⁷⁰⁾. 인위적으로 재위치 시킨 치아는 자발적으로 재위치된 치아에 비해 치수 괴사가 일어날 가능성이 높다¹⁴⁾. 처치 1주, 3~4주, 6~8주, 6개월, 1년 후 각각 예후를 관찰한다⁹⁾.

10. 함입(Intrusion)

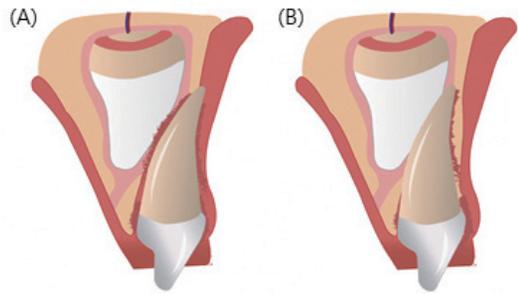


그림 13. Intrusion (A) Intrusion with root displaced toward to palate (B) Intrusion with root displaced toward to permanent tooth germ

함입이란 치아가 치근끝 이틀뼈 속으로 박혀 있는 상태를 말한다(그림 13). 함입된 치아를 치료하지 않고 관찰해야 하는지, 재위치 후 고정해야 하는지에 대한 논란이 있다. 함입 후 경과 관찰, 소독 및 항생제 치료만 시행한 군(W군)과 재위치 및 고정을 시행한 군(R군)에 대한 치료 경과를 평가한 연구에서 W군의 100%가 함입 정도와 관계없이 자발적으로 재맹출하였다. 또한 W군에서는 이틀뼈 농양, 누공, 치근단 치주염과 같은 치수 감염 징후를 나타내지 않았기 때문에 근관 치료가 필요하지 않았다. 반면 R군에서는 7건 중 4건(57%)에서 방사선 사진상 이틀뼈 농양 또는 치근단 치주염과 같은 치수 감염의 증상이나 증가된 동요도를 보여 근관 치료 또는 발치가 필요하였다. 이런 결과는 R군이 W군보다 예후가 좋지 않음을 나타낸다. 이는 함입된 치아의 재위치 과정 중 다시 손상을 받거나 감염의 위험

이 증가하기 때문인 것으로 보인다⁷¹⁾.

보통 함입 발생 후 3~4주 내에 재맹출을 기대할 수 있으므로 유치의 함입은 치료하지 않고 예후를 관찰한다. 만약 재맹출하지 않는다면 치아가 유착되었을 가능성이 있다. 이 경우 치아를 인위적으로 탈구시킨 후 다시 4주간 재맹출을 기다린다. 그럼에도 불구하고 맹출하지 않는다면 발치한다¹⁹⁾. 그러나 함입된 유치의 치근이 입천장쪽으로 변위되었거나 영구치배에 손상을 준다면 발치한다¹⁹⁾. 이때 발치도중 영구치배에 추가적인 손상이 가지 않도록 주의하며, 특히 치아를 흔들면서 발치하지 않도록 한다. 발치 겸자를 이용하여 발치해야 하며, 발치 기자(elevator)를 이용해서는 안 된다⁷⁰⁾.

함입이 발생했을 때 환자의 나이와 계승 영구치의 손상 빈도는 밀접한 연관성을 가지며, 보통 함입이 발생했을 때의 나이가 어릴수록 영구치의 발육 장애가 나타날 가능성이 높다⁷²⁾. 한 연구에서는 2세 이하에서는 63%, 3~4세 사이에서는 53%, 5~6세 사이에서는 24%의 발생율로 영구치의 발육 장애가 나타난다고 보고하였다⁶⁹⁾.

최근 연구에서 가장 많은 합병증을 동반한 치아 외상의 유형이 함입이었으며 47건의 함입 사례 중 9건의 치수 괴사, 7건의 병리학적 재흡수와 12건의 치수괴사를 동반한 병리학적 재흡수가 관찰되었다⁷³⁾. 또한, 영구치가 맹출될 때까지 관찰된 44건의 함입 사례 중 2건에서 영구치의 저형성증이 관찰되었고, 2건의 영구치는 저광화를 보였으며, 1건의 영구치는 지연된 맹출을 보였다⁷³⁾. 보통 예후 관찰은 진단 1주, 3~4주, 6~8주, 6개월과 1년 후 각각 시행한다. 영구치가 맹출할 때까지 영구치에 대한 예후관찰 또한 필요하다⁹⁾.

11. 완전 탈구(Avulsion)



그림 14. Avulsion

완전 탈구란 치아가 지지조직으로부터 완전히 이탈한 상태를 말한다¹⁹⁾(그림 14). 방사선 사진으로 치아가 함입되어 있는 것은 아닌지 확인한다⁹⁾.

유치에서 재식은 추천되지 않는다. 그 이유는 유치의 재식 후 치수 괴사가 빈번히 일어나 치근단 염증이 영구치배까지 침범할 수 있으며, 재식과정에서 혈액 응고물을 영구치배 쪽으로 밀어 넣어 한 번 더 손상을 줄 수 있기 때문이다⁶⁹⁾. 그러나 영구치의 맹출 시기가 많이 남아있는 환자의 경우 그 기간 동안 기능적, 심미적, 정서적으로 문제를 일으킬 수 있기 때문에 재식을 고려한다. 하지만 재식에 의해 영구치배에 손상이 가해질 수 있음을 주의하고 추후 세심한 예후관찰이 필요하다¹⁹⁾.

유치의 완전탈구 후 영구치에 나타날 수 있는 발육 장애로는 법랑질 변색과 저형성이 가장 빈번하며⁷⁴⁾, 발생 비율이 낮긴 하지만 치관 및 치근의 만곡과 형성 부전역시 나타날 수 있다⁷⁵⁾. 예후 관찰은 진단 1주, 6개월과 1년 후 각각 시행하며, 영구치가 맹출할 때까지 영구치에 대한 예후관찰 또한 필요하다⁹⁾.

결론

본 연구에서 외상으로 손상 받은 유치의 진단 및 치료법에 대한 다양한 문헌들을 고찰하였다. 치아의 외상성 손상에 대한 연구는 주로 영구치를 대상으로 시행되어 왔으며, 유치를 대상으로 한 연구는 상대적으로 적었다. PubMed로 검색된 총 10,300건의 치아 외상 연구들 중 유치를 대상으로 한 것은 3,421건이었다. 이는 영구치가 유치를 대체할 수 있으므로 유치의 생물학적 중요도가 영구치에 비해 상대적으로 낮게 평가되고 있기 때문으로 사료된다. 그러나 유치의 외상은 유치열기뿐만 아니라 영구치 발생에도 영향을 미치므로 유치의 치료를 간과해서는 안 된다. 특히 외상이 어린 나이에 발생할수록 영구치의 손상 가능성이 높았다. 반면, 유치의 탈락 시기와 근접하여 발생한 외상은 영구치의 법랑질이 이미 형성되어 있기 때문에 영구치에 심각한 손상을 일으킬 가능성이 훨씬 적었다⁷⁶⁾. 따라서 외상 받은 환자의 나이가 어릴수록 보다 주의 깊은 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

영구치 손상은 외상에 의해 직접적으로 일어나거나 유치의 치근단 염증 등에 의해 간접적으로 발생할 수 있다. 유치의 치근단 염증은 상아질 및 치수 노출이나 치수 괴사 등이 원인이다. 치관 파절로 상아질이 노출된 경우, 노출 상아질을 효과적으로 봉쇄해 주는 것이 중요한데, 이는 박테리아의 침입을 차단하여 치수 본래의 생리적 방어 기작을 유도할 수 있기 때문이다. 반면 치수가 노출된 경우, 노출된 치수에 의한 추가적인 감염을 막기 위해 직접 치수 복조술이나 치수절단술, 치수절제술 등을 시행해야 한다. 외상 후 시간이 경과할수록 노출된 치수를 통해 감염이 확산되므로 신속한 치료가 필요하다.

유치의 외상 중 영구치의 발육 장애를 가장 많이 일으킨 유형은 함입이었다⁷³⁾. 이때 유치 치근에 의해 영구 치배에 직접적인 외력이 가해지게 되고, 이로 인해 영구 치배의 손상을 일으킬 수 있기 때문으

로 사료된다. 또한 유치의 함입 후 치수괴사나 병리학 적 재흡수가 종종 발생하며, 처치시기를 놓치게 되면 치근단 염증에 의하여 영구치의 법랑질저광화, 법랑질저형성증, 치근 지연 맹출 등의 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 치근단 부근의 변화를 주의 깊게 관찰하는 것이 필요하다. 일반적으로 재식을 시도하는 영구치와는 다르게, 유치가 완전 탈구된 경우 재식을 시도하지 않는다는 것이 중요하다. 그 이유는 유치의 재식 후 치수 괴사가 빈번히 일어나 치근단 염증이 영구치배까지 침범할 수 있으며, 재식과정에서 혈액 응고물을 영구치배 쪽으로 밀어 넣어 한 번 더 손상을 줄 수 있기 때문이다⁶⁹⁾. 아탈구 및 부분 탈구는 함입이나 완전탈구에 비하여 낮은 강도의 외력에 의해 발생하기 때문에 영구치에 발육 장애가 비교적 낮은 비율로 발생한다고 알려져 있다^{14,19)}.

본 연구는 주로 외상 직후 필요한 치료법에 대해 기술하였다. 그러나 치료가 지연된 경우 보다 많은 문제점들이 발생할 수 있으므로 이를 해결하기 위한 치료 방법들에 대해서 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 유치의 효율적인 처치에 적합한 재료를 개발하기 위한 노력 역시 필요할 것이다. 유치와 영구치는 발생 과정이 다르고, 해부·생리학적 차이가 있기 때문에 사용하는 재료에도 차이가 있어야 한다. 한 예로, 유치 근관 충전제의 경우 영구치 맹출에 방해가 되지 않는 흡수성 재료를 사용해야 한다. 그러나 현재 사용되는 재료 중 이상적인 근관충전제의 기준을 모두 충족시키는 재료는 없다. 이처럼 유치의 해부·생리학적 차이에 초점을 맞춘 재료의 개발 필요성 역시 중요한 연구 과제가 될 것이다.

참고문헌

1. Ministry of health and welfare. 2003 Korean national oral health survey. Seoul: Ministry of health and welfare. pp. 29-30, 2004.
2. Ministry of health and welfare. 2006 Korean national oral health survey. Seoul: Ministry of health and welfare. pp. 102, 2007.
3. Ministry of health and welfare. 2010 Korean national oral health survey. Seoul: Ministry of health and welfare. pp.328-329, 2011.
4. Kim YJ, Kim SM, Choi NK: A Retrospective Study of the Pattern and Treatment of Traumatic Dental Injury to Primary and Permanent Teeth. *J Kor Acad Pediatr Dent* 41(4):314-321, 2014. doi: 10.5933/JKAPD.2014.41.4.314.
5. Tannure PN, Fidalgo TK, Barcelos R, Primo LG, Maia LC: Analysis of root canal treated primary incisor after trauma: two-year outcomes. *J Clin Pediatr Dent* 36(3):257-262, 2012. doi: 10.17796/jcpd.36.3.f8nv-08266257v6g4.
6. Andreasen JO, Ravn JJ: Epidemiology of traumatic dental injuries to primary and permanent teeth in a Danish population sample. *Int J Oral Surg* 1:235-239, 1972.
7. Jang CS, Lee CY, Kim JW, Yim JH, Kim JY, Kim YH, Yang BE: A clinical study on the dental emergency patients visiting an University Hospital emergency room. *J Kor Assoc OMFS* 37(6):439-447, 2011. doi: 10.5125/jkaoms.2011.37.6.439
8. Kim JY, Kim YJ, Kim HJ, Nam SH: Developmental disturbances of permanent teeth by trauma to the primary teeth. *J Kor Acad Pediatr Dent* 37(2):260-266. 2010.
9. Malmgren B, Andreasen JO, Flores MT, Robertson A, DiAngelis AJ, Andersson L, Cavalleri G, Cohenca N, Day P, Hicks ML, Malmgren O, Moule AJ, Onetto J, Tsukiboshi M: International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 3. Injuries in the primary dentition. *Dent Traumatol* 28:174-182. 2012. doi: 10.1111/j.1600-9657.2012.01146.
10. Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, Kenny DJ, Trope M, Sigurdsson A, Andersson L, Bourguignon C, Flores MT, Hicks ML, Lenzi AR, Malmgren B, Moule AJ, Pohl Y, Tsukiboshi M: International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol* 28:2-12, 2012. doi: 10.1111/j.1600-9657.2011.01103.
11. Bechtle S, Fett T, Rizzi G, Habelitz S, Klocke A, Schneider GA: Crack arrest within teeth at the dentinoenamel junction caused by elastic modulus mismatch. *Biomaterials* 31:4238-4247, 2010. doi: 10.1016/j.biomaterials.2010.01.127.
12. Lauridsen E, Hermann NV, Gerds TA, Ahrensburg SS, Kreiborg S, Andreasen JO: Combination injuries 2. The risk of pulp necrosis in permanent teeth with subluxation injuries and concomitant crown fracture. *Dent Traumatol* 28:371-378, 2012. doi: 10.1111/j.1600-9657.2011.01101.
13. Turkistani J, Hanno A: Recent trends in the management of dentoalveolar traumatic injuries to primary and young permanent teeth. *Dent Traumatol* 27:46-54, 2011. doi: 10.1111/j.1600-9657.2010.00950.
14. American Academy on Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs. Guideline on Management of Acute Dental Trauma. *Am Acad Pediatr Dent* 30: 175-183, 2008-2009.
15. Taschieri S, Del Fabbro M, Samaranayake L, Chang JW, Corbella S: Microbial invasion of dentinal tubules: a literature review and a new perspective. *J Invest Clin Dent* 5:163-170, 2014. doi: 10.1111/jicd.12109.
16. Murray PE, About I, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ: Restorative pulpal and repair responses. *J Am Dent Assoc* 132: 482-491, 2001. doi: 10.14219/jada.archive.2001.0211.
17. About I, Murray PE, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ: The effect of cavity restoration variables on odontoblast cell numbers and dental repair. *J Dent* 29: 109-117, 2001. doi: 10.1016/s0300-5712(00)00067-1.
18. McTigue DJ. Managing injuries to the primary dentition. *Dent Clin N Am* 53:627-638, 2009. doi: 10.1016/j.cden.2009.07.002.

19. 대한소아치과학회. 치아와 지지조직에 대한 외상성 손상. In: 대한소아치과학회. 소아·청소년치과학 5판 서울. pp. 451-484, 2014.
20. Liddelow G, Carmichael G: The restoration of traumatized teeth. *Aust Dent J* 61:107-119, 2016. doi: 10.1111/adj.12402.
21. Robertson A, Andreasen FM, Bergenholtz G, Andreasen JO, Munksgaard C. Pulp reactions to restoration of experimentally induced crown fractures. *J Dent* 26:409-416, 1998.
22. Goracci G, Mori G: Scanning electron microscopic evaluation of resin-dentin and calcium hydroxide-dentin interface with resin composite restorations. *Quintessence Int* 27:129-135, 1996.
23. Olsburgh S, Jacoby T, Krejci I: Crown fractures in the permanent dentition: pulpal and restorative considerations. *Dent Traumatol* 18:103-115, 2002. doi: 10.1034/j.1600-9657.2002.00004.
24. Duggal MS: Complicated crown fractures: fractures of the crown involving the pulp. In: Curzon MEJ. *Handbook of dental trauma*. 2nd ed., Oxford Wright, pp. 49-66, 2001.
25. Bogen G, Chandler NP: Pulp preservation in immature permanent teeth. *Endodo Topics* 23:131-152. 2012. doi: 10.1111/j.1601-1546.2012.00286.x.
26. Hilton TJ: Keys to Clinical Success with Pulp Capping: A Review of the Literature. *Oper Dent* 34(5):615-625, 2009. doi: 10.2341/09-132-0.
27. Clinical Affairs Committee – Pulp Therapy Subcommittee. *Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth*. *Am acad pediatr dent* 38(6):280-288, 2016.
28. Anna B. Fuks, Marcio guelmann, Ari Kupietzky: Current developments in pulp therapy for primary teeth. *Endodo Topics* 50-72, 2012. doi: 10.1111/etp.12003.
29. Stuart KG, Miller CH, Brown CE Jr, Newton CW: The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodo* 72:101-104, 1991.
30. Kitasako Y, Ikeda M, Tagami J: Pulpal responses to bacterial contamination following dentin bridging beneath hard-setting calcium hydroxide and self-etching adhesive resin system. *Dent Traumatol* 24:201-206, 2008. doi: 10.1111/j.1600-9657.2007.00517.
31. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M: Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endodo* 19:541-544, 1993.
32. Iwamoto CE, Adachi E, Pameijer CH, Barnes D, Romberg EE, Jefferies S: Clinical and histological evaluation of white ProRoot MTA in direct pulp capping. *Am J Dent* 19:85-90, 2006.
33. Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Mushayt A: Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 29:307-311, 2005. doi: 10.17796/jcpd.29.4.n80t77w625118k73.
34. Steinig TH, Regan JD, Gutmann JL: The use and predictable placement of mineral trioxide aggregate in on-visit apexification cases. *Austr Endodo J* 29: 34-42, 2003. doi: 10.1111/j.1747-4477.2003.tb00496.
35. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M: Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endodo* 30:80-83, 2004. doi: 10.1097/00004770-200402000-00004.
36. de Souza Costa CA, Duarte PT, de Souza PP, Giro EM, Hebling J: Cytotoxic effects and pulpal response caused by a mineral trioxide aggregate formulation and calcium hydroxide. *Am J Dent* 21:255-261, 2008.
37. Fridland M, Rosado R: MTA solubility: A long-term study. *J Endodo* 31(5):376-379, 2005. doi: 10.1097/01.don.0000140566.97319.3e.
38. Aeinehchi M, Eslami B, Ghanbariha M, Saffar AS: Mineral trioxide aggregate(MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: A preliminary report. *Int Endodo J* 36:225-231, 2003. doi: 10.1046/j.1365-2591.2003.00652.
39. Islam I, Chng HK, Yap AU: Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. *J Endodo* 32(3):193-197, 2006. doi: 10.1016/j.joen.2005.10.043.
40. Schuur AHB, Gruythuysen RJM, Wesselink P: Pulp capping with adhesive resin-based composite vs. calcium hydroxide: a review. *Endodo Dent Traumatol* 16:240-250, 2000. doi: 10.1034/j.1600-

- 9657.2000.016006240.
41. Nowicka A, Lagocka R, Lipski M, Parafiniuk M, Grocholewicz K, Sobolewska E, Witek A, Buczkowska-Radlińska J: Clinical and Histological Evaluation of Direct Pulp Capping on Human Pulp Tissue Using a Dentin Adhesive System. *BioMed Res Int* 2016;1-9, 2016. doi: 10.1155/2016/2591273.
 42. Parisay I, Ghoddsi J, Forghani M: A Review on Vital Pulp Therapy in Primary Teeth. *Iran Endodo J* 10(1):6-15, 2015.
 43. Holan G, Eidelman E, Fuks A: Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. *Pediatr Dent.* 27(2):129-136, 2005.
 44. Jabbarifar SE, Khademi AA, Ghasemi D: Success Rate of Formocresol Pulpotomy versus Mineral Trioxide Aggregate in Human Primary Molar Tooth. *J Res Med Sci* 6:304-330, 2004.
 45. Asgary S, Ahmadyar M: Vital pulp therapy using calcium-enriched mixture: An evidence-based review. *J Conserv Dent* 16(2):92-98, 2013. doi: 10.4103/0972-0707.108173.
 46. Myers DR, Pashley DH, Whitford GM, McKinney RV: Tissue changes induced by the absorption of formocresol from pulpotomy sites in dogs. *Pediatr dent* 5(1):6-8, 1983.
 47. Boj JR, Marco I, Cortes O, Canalda C: The acute nephrotoxicity of systemically administered formaldehyde in rats. *Eur J Paediatr Dent* 4:16-20, 2003.
 48. Milnes AR: Is formocresol obsolete? A fresh look at the evidence concerning safety issues. *J Endod* 30(3):237-246, 2008.
 49. World Health Organization. Formaldehyde: environmental health criteria 89, International programme on chemical safety, Geneva, 1989.
 50. Fuks AB, Papagiannoulis L: Pulpotomy in Primary Teeth: Review of the Literature According to Standardized Criteria. *Eur Arch Paediatr Dent* 7(2):64-71, 2006. doi: 10.1007/BF03320817.
 51. Peng L, Ye L, Guo X, Tan H, Zhou X, Wang C, Li R: Evaluation of formocresol versus ferric sulfate primary molar pulpotomy: a systematic review and metaanalysis. *Int Endod J* 40: 751-757, 2007. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01288.
 52. Vostatek SF, Kanellis MJ, Weber-Gasparoni K, Gregorsok R: Sodium hypochlorite pulpotomies in primary teeth: a retrospective assessment. *Pediatr Dent* 33:327-332, 2011.
 53. Trairatvorakul C, Koothiratrakarn A: Calcium hydroxide partial pulpotomy is an alternative to formocresol pulpotomy based on a 3-year randomized trial. *Int J Paediatr Dent* 22(5):382-389, 2012. doi: 10.1111/j.1365-263X.2011.01211.
 54. Alacam A, Odabas ME, Tuzuner T, Sililelioglu H, Baygin O: Clinical and radiographic outcomes of calcium hydroxide and formocresol pulpotomies performed by dental students. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108(5):127-133, 2009. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.07.017.
 55. Huth KC, Hajek-Al-Khatat N, Wolf P, Ilie N, Hickel R, Paschos E: Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques: 3-year randomised controlled trial. *Clin Oral Investig* 16(4):1243-1250, 2012. doi: 10.1007/s00784-011-0602-3.
 56. Mitchell P, Pitt Ford T, Torabinejad M, McDonald F: Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* 20:167-173, 1999.
 57. Fuks AB, Holan G, Davis JM, Eidelman E: Ferric sulfate versus diluted formocresol in pulpotomized primary molars: long-term follow-up. *Pediatr Dent* 19:327-330, 1997.
 58. Papagiannoulis L: Clinical studies on ferric sulfate as a pulpotomy medicament in primary teeth. *Eur J Paediatr Dent* 3:126-132, 2002.
 59. Eidelman E, Holan G, Fuks AB: Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatr Dent* 23:15-18, 2001.
 60. Olatosi OO, Sote EO, Orenuga OO: Effect of mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy on vital primary teeth: A clinical and radiographic study. *Nig J Clin Pract* 18(2):292-296, 2015. doi: 10.4103/1119-3077.151071.

61. Guelmann M, Fair J, Bimstein E: Permanent versus temporary restorations after emergency pulpotomies in primary molars. *Pediatr Dent* 27(6):478-481, 2005.
62. 대한소아치과학회. 치수치료. In: 대한소아치과학회. 소아·청소년치과학 5판 서울, pp. 395-424, 2014.
63. Cohen MM: *Pediatric dentistry*. 2nd ed., St Louis, C V Mosby Co, pp. 276, 1961.
64. O’Riordan MW, Coll J: Pulpectomy procedure for deciduous teeth with severe pulpal necrosis. *JADA* 99:480-482, 1979.
65. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Paiva SS, Guimarães-Pinto T, Magalhaes KM, Lima KC: Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 104(1):122-130, 2007. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.01.027.
66. Mehdipour O, Kleier DJ, Averbach RE: Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compend Contin Educ Dent* 28(10):548-550, 2007.
67. Machida Y: Root canal obturation in deciduous teeth. *Jap Dent Assoc J* 36:796-802, 1983.
68. Fuks AB: Pulp therapy for the primary dentition. In: Pinkham JR. *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence*. Philadelphia, Saunders, 2005.
69. Flores MT: Traumatic injuries in the primary dentition. *Dent Traumatol* 18:287-298, 2002. doi: 10.1034/j.1600-9657.2002.00153.x.
70. 홍찬의, 윤경인, 백희숙: 유치의 외상. *치아 외상학 1판* 서울, 군자출판사, pp. 133-148, 2007.
71. Hirata R, Kaihara Y, Suzuki J, Kozai K: Management of intruded primary teeth after traumatic injuries. *Pediatr dent J* 21(2):94-100, 2011.
72. Skaare AB, Jacobsen I: Primary tooth injuries in Norwegian children(1-8 years). *Dent Traumatol* 21:315-319, 2005. doi: 10.1111/j.1600-9657.2005.00362.x.
73. Mendoza-Mendoza A, Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Abalos-Labruzzo C: Prevalence and complications of trauma to the primary dentition in a subpopulation of Spanish children in southern Europe. *Dent Traumatol* 31(2):144-149, 2014. doi: 10.1111/edt.12147.
74. Brin I, Ben-Bassat Y, Fuks A, Zilberman Y: Trauma to the primary incisors and its effect on the permanent successors. *Pediatr Dent* 6:78-82, 1984.
75. Christophersen P, Freund M, Harild L: Avulsion of primary teeth and sequelae on the permanent successors. *Dent Traumatol* 21:320-323, 2005. doi: 10.1111/j.1600-9657.2005.00323.x.
76. Haney KL: Trauma to the primary dentition. *J Okla Dent Assoc* 99(2):42-4, 2007.

ABSTRACT**Diagnosis and treatment for traumatic injury in primary dentition**

Da-Young Cho, Seong-Duk Kim, Eun Joo Lee, Min-Seok Kim

Department of Oral Anatomy, School of Dentistry, Chonnam National University

Recently, the risk of dental trauma is continuously increasing due to the environmental changes in the modern society. Therefore, interest in appropriate management of traumatized teeth is also increasing. However, studies on traumatic injuries of teeth have been performed mainly on permanent dentition, and relatively few researches have been performed on primary dentition. Since trauma to the primary teeth may not only damage primary dentition itself but also lead to developmental impairments of permanent teeth, such as malformation or delayed eruption, treatment of traumatized primary teeth requires more attention than permanent teeth. This study is aimed to search for proper diagnosis and treatment strategy of traumatized primary teeth by reviewing the literature and clinical cases of traumatic injury of teeth and understanding their process and analyzing the prognosis.

Keywords: Primary teeth, Traumatic injury, Diagnosis, Treatment