

제 1 대구치 치아우식증의 우식학적, 역학적 고찰 및 예방

(The Cariological, Epidemiological Considerations and Prevention of Dental Caries of the First Molar)

원광대학교 치과대학 소아치과학 교실 교수 이광희

학술

I. 제 1 대구치 치아우식증의 우식학적 고찰

치아우식증은 숙주요인, 병원체요인, 환경요인, 시간요인의 복합적 작용에 의해서 발생한다.

영구치 중에서 우식감수성이 높은 순서와, 제 1 대구치의 치면 중에서 우식감수성이 높은 순서는 다음과 같다:

영구치 중에서 우식감수성이 높은 순서

- 하악 제 1 대구치
- 상악 제 1 대구치
- 하악 제 2 대구치
- 상악 제 2 대구치
- 제 2 소구치
- 상악 절치
- 제 1 소구치
- 견치 및 하악 절치

제 1 대구치 치면 중에서 우식감수성이 높은 순서

- 하악 제 1 대구치 : 교합면 > 협면 > 근심면 > 원심면 > 설면
- 상악 제 1 대구치 : 교합면 > 근심면 > 설면 > 협면 > 원심면

이러한 치아별, 치면별 우식감수성의 차이가 나타나는 이유로서 먼저 숙주요인을 들 수 있다. 숙주요인에는 치아 형태, 타액, 맹출, 치아 성분 등이 포함된다.

치아 형태에서 제 1 대구치는 교두 수가 많고 그에 따라 소와 및 열구가 많이 발달되어 있어서 우식발생에 유리한 조건

이 되며, 하악 제 1 대구치가 상악 제 1 대구치보다 우식감수성이 높은 이유 중 한 가지는 하악 제 1 대구치에 소와 및 열구가 더 발달하였기 때문이라고 볼 수 있다. 치면 중에서 교합면의 우식감수성이 가장 높은 것은 소와 및 열구가 가장 많기 때문이다.

타액 요인에서는 타액선의 개구부에 가깝고 타액의 흐름이 좋을수록 우식감수성이 낮아지는데, 상악 제 1 대구치가 하악 제 1 대구치보다 우식감수성이 낮은 한 가지 이유는 상악 제 1 대구치가 이하선의 개구부에 인접해 있기 때문이라고 볼 수 있다.

하악 제 1 대구치에서 협면이 설면보다 우식감수성이 높은 것은 협면 소와와 타액의 설측 공급 때문이며, 상악 제 1 대구치에서 설면이 협면보다 우식감수성이 높은 것은 설면 소와와 타액의 협측 공급 때문이라고 해석될 수 있다. 대조적으로 하악 절치의 경우에는 치아 형태가 단순하고 타액선 개구부 바로 앞에 위치해 있어 우식감수성이 가장 낮게 나타난다.

제 1 대구치의 우식감수성이 영구치 중에서 가장 높은 이유로서 또 들 수 있는 것은 맹출 시기이다. 제 1 대구치는 6세의 어린 나이에 맹출하는데 이 시기는 어린이들이 구강위생 관리능력이 미숙하여 치태 제거를 효율적으로 하지 못할 때이다.

맹출시 우식감수성이 높아지는 이유 중 다른 한 가지는 맹출 중인 제 1 대구치는 교합에 도달하기 전까지 치태 축적이 잘 되고 치태 제거가 어렵다는 점이다. 맹출 중인 대구치는 교합에 도달하기 전까지 저작기능에 의한 자정작용이 일어나지 않아 치태가 많이 축적된다. 상악의 제 1 대구치에서 근심면이 원심면보다 우식감수성이 높은 것은 상악의 제 1 대구치가 원심으로 경사되어 맹출하면서 노출된 근심면에 치태

가 축적되고 원심면은 치은에 덮여 있기 때문이라고 해석될 수 있을 것이다. 또한, 치열의 맨 뒤에서 맹출하는 제 1 대구치는 어린이나 보호자의 눈에 잘 띄지 않고 유치열의 칫솔질 습관과 해부학적 구조 및 경사되어 맹출하는 특성 때문에 칫솔이 충분히 접근하지 못하여 치태 제거가 어렵다.

치아 구성 성분에서는 제 1 대구치 치관이 출생 시에 석회화되기 시작하여 생후 2년 반 ~ 3년에 석회화가 완료되므로 출생 후 약 3년 동안이 가장 중요한 시기이다. 이 시기에 전신적으로 건강하고 충분한 무기질, 비타민, 단백질, 불소를 공급받아야 한다. 한편, 치아 표면의 구성 성분으로 보았을 때 치아는 맹출 후 수 년 동안 타액으로부터 불소와 무기질을 계속 공급받는 '성숙' 과정을 거친다. 따라서, 치아의 일생에서 가장 우식에 이환될 위험이 높은 시기는 맹출을 시작한 직후이다.

그밖에, 제 1 대구치의 우식감수성은 어린이의 빈번한 감미 식품 섭취와 같은 환경 요인의 영향을 받는다.

II. 제 1 대구치 치아우식증의 역학적 고찰

제 1 대구치의 우식감수성은 맹출 시작 후 법랑질의 성숙이 진행되는 처음 2~3년 동안이 가장 높으며, 조직학적 병소가 임상적 외동으로 진행되는 시간 때문에 우식발생율은 맹출 후 수 년이 지나서 가장 높아진다. 교합면 우식이 먼저 발생하고 다음에 인접면 우식이 발생한다. 핀란드 아동을 대상으로 한 연구에서 모든 대구치의 10 ~ 25%가 맹출하는 그 해에 충전되었고 충전율은 맹출 후 5~8년간 계속 증가하였다.

제 1 대구치의 우식발생을 예측하는 지표로서, 5세 때 3개 이상의 유구치에 우식경험이 있으면 7세 때 제 1 대구치에 우식이 존재할 가능성이 높다고 보고되었다. 한편, 7세 때 제 1 대구치 열구에 우식이 있는 것은 7세에서 11세 사이에 우식이 증가할 대상을 선별하는 기준이 된다.

제 1 대구치의 우식 유병률

Walsh & Smart (1948)

	하악	상악
7 세	25 %	12 %
9	50	35
12	70	52

대한치과의사협회 (1989)

	하악	상악
7 세	17 %	9 %
9	34	15
12	45	22

제 1 대구치 우식발생율의 8년간 추적 결과

치면	연간 우식발생율	정점
교합면	5.9%	7 - 9 세
인접면	1.3%	11 - 13

Vehdalahti 등(1991)

III. 제 1 대구치 치아우식증의 예방

제 1 대구치 치아우식증의 예방은 출생 시부터 시작된다. 제 1 대구치는 출생 시점에 치관의 석회화가 시작되어 생후 2년 반 ~ 3년 경에 완성된다. 따라서, 이 기간에 전신 건강을 잘 유지관리하고 영양을 균형있게 섭취하는 것이 중요하다. 최근의 동물 연구에 따르면 어미가 카페인을 섭취하면 어미의 젖을 먹고 자란 새끼의 제 1 대구치가 석회화 부전 현상을 일으키는 것으로 보고되었다. 따라서, 아기에게 모유를 먹이는 어머니들은 가급적 카페인을 섭취하지 않는 것이 바람직하다. 생후 3년간 섭취해야 하는 것 중에 필수적인 것은 불소로서 음료수 중에 적정 농도의 불소가 함유되어 있지 않을 경우에는 아기에게 불소보충제를 먹이는 것이 권장된다.

현대의 구강미생물학 연구에 따르면 치아우식증은 분명히 전염성 질환으로 간주될 수 있으며, 치아우식증을 일으키는 대표적인 원인균인 *S. mutans*는 생애 초기에 주로 어머니로부터 자녀에게 전염되는 것으로 나타났다. 우식활성이 높은 어머니들은 자녀에게 우식성 세균을 전염시키지 않기 위하여 자신이 우식예방진료를 받아야 한다. *S. mutans*는 치아가 맹출한 후에 구강에 살 수 있기 때문에 어머니들의 예방진료는 아기의 치열이 완성되기 전에 수행되어야 한다.

*S. mutans*가 아기의 구강에 정착하기 위하여는 설탕의 공급이 필수적이므로, 생애 초기에 설탕의 공급을 가급적 제한하는 것이 중요하다. 대체감미료로서 아스파탐은 우식을 일으키지 않을 뿐만 아니라 우식을 정지시키는 효과도 있는 것으로 알려져 있다.

유구치에 우식이 발생하면 장차 제 1 대구치에 우식이 발생할 확률이 증가하므로, 유구치 우식을 예방하는 것은 제 1 대구치 우식을 예방하는 효과가 있다. 그 밖에, 유년기에 보호자가 아이의 이를 잘 닦아주고 구강위생관리능력을 키워주는 것도 중요하다.

제 1 대구치가 맹출을 시작한 후에는 교합면에 도달하여 저작기능을 수행하게 될 때까지 치태 제거에 특별한 노력을 기울여야 한다. 맹출 중인 제 1 대구치는 자정 작용에 의한 치태 제거가 이루어지지 않기 때문에 치태 축적이 매우 잘 일어난다. 맹출 중인 제 1 대구치는 교합면 일부가 치은판에 덮여 있어 칫솔질하기가 어려운 경우가 많다. 이 시기에는 부드러운 모의 칫솔을 비스듬히 세워서 치열의 최후방을 닦는 노력이 필요하다.

제 1 대구치의 우식은 먼저 교합면에 발생하고 나중에 인접면에 발생하며 교합면의 우식발생율이 월등히 높으므로, 맹출 직후에는 열구전색으로 교합면 우식을 예방하고 그 후에는 정기적으로 불소를 도포하여 인접면 우식을 예방하여야 한다. 열구전색은 현재까지 제 1 대구치의 우식을 예방하는 가장 효과적인 수단이다. 미국에서 열구전색을 한 7838명의 아동을 8년간 추적한 결과 78%가 성공적이었고 13.2%가 재전색이 필요하였고 나머지 약 9%가 충전 치료를 하였다.

열구전색의 시기와 관련하여, 일찍 할수록 좋다는 의견과 맹출이 완료된 후에 해야 한다는 의견이 있다. 일찍 하는 것이 좋다는 의견은 맹출을 시작한 직후가 가장 우식에 이환될 위험이 높으므로 되도록 빨리 예방을 해야 한다는 것이다. 맹출이 완료된 후에 해야 한다는 의견에 따르면 맹출 중인 제 1 대구치의 원심면이 치은판에 덮여 있을 때 열구전색을 하게 되면 방습의 불완전 등으로 인해 실패율이 두 배로 높아진다고 한다. 우식예방율을 높이기 위해서는 일찍 할수록 좋지만 일찍 할수록 열구전색 자체의 성공률이 낮아진다고 볼 수 있다.

열구전색의 대상과 관련하여, 건전 열구를 전색해야 한다는 의견과 초기 우식이 발생한 열구를 전색해야 한다는 의견이 있다. 건전 열구를 전색해야 한다는 의견에 따르면 일단 우식이 발생한 열구를 전색하면 전색제 아래에서 우식이 진행되어 결국 충전 치료를 받게 될 가능성이 높으므로 아직 우식이 발생하지 않은 건전 열구를 전색해야 한다고 한다. 반면에, 건전 열구가 4년 내에 우식에 이환될 확률은 20% 이하이고 갈색이나 검은색으로 착색된 열구가 우식에 이환될 확률은 40% 이상으로서, 착색되지 않은 건전 열구는 우식으로 진

행될 확률이 낮기 때문에 전색의 타당성이 낮으며 전색은 초기 우식이 발생된 열구에 시행하는 것이 효율적이라는 주장이 있다. 이것은 한정된 자원을 가지고 많은 사람에게 열구전색을 하고자 할 때 열구전색의 효율성을 제고시키기 위해 고려해야 할 사항이다.

또 한 가지 의문으로서 성인의 제 1 대구치도 전색할 필요성이 있는가에 대하여 영국 공군 입대병들을 대상으로 4년간 조사한 바에 따르면 젊은 성인들에서도 10개의 건전 제 1 대구치들 중에 1개의 비율로 새로 우식이 발생하였기 때문에 열구전색의 필요성이 있다고 하였다. 같은 기간 중 소구치들 중에서는 120개 중 1개의 비율로 우식이 적게 발생하였다.

한편, 열구전색 대신에 철저한 구강보건교육과 전문적 치아 청소를 시행한 아동들에서 3년 동안 9%가 전색되고 2%가 충전되었으나 대조군에서는 65%가 전색되고 6%가 충전되었다. 따라서, 정기적이고 지속적인 구강위생관리가 수행될 수 있다면 열구전색만 한 경우보다 더 나은 결과를 얻을 수 있다고 볼 수 있다.

우식예방의 기본적 방법

- 모든 활동성 우식병소를 치료함
- 설탕 섭취량을 낮춤
- 구강위생을 좋게 함
- 불소를 이용함
- 열구전색(홈 메꾸기)를 함

제 1 대구치 치아우식증의 예방 시간표

- 출생 시부터 3년간 - 전신건강 유지와 충분한 영양 섭취 (불소 포함)
 - 모유를 먹이는 경우 모친은 카페인 섭취를 절제할 것
 - 모친의 우식활성이 높은 경우 모친이 예방진료를 받을 것
 - 설탕 대신에 아스파탐과 같은 대체감미료를 사용할 것
- 유치열기 - 유구치 우식을 예방할 것
- 맹출 중 - 치태 제거가 특히 중요함
- 맹출 직후 - 열구 전색(교합면 우식 예방)
- 맹출 후 수 년간 - 정기적 불소 도포(인접면 우식 예방)

제 1 대구치의 맹출, 교합의 발육, 기능 및 특성

부산대학교 치과대학 소아치과학 교실 교수 김 신

학
술

I. 서론

사람의 구강에 있어서 제 1 대구치가 가지는 중요성은 그 막대함에 비하여, 기능적 중요성과 특성에 관해 심층적인 학술적 검토를 시도해 본 예가 그리 많지 않은 것 같다. 특히, 어린이에 있어서 건강한 영구치열로의 이행을 큰 목표로 하고 있는 소아치과학 분야에서는 이에 대한 각별한 학술적, 임상적 관심이 요구된다고 하겠다.

제 1 대구치는 불가사의한 숙명을 가진 치아이다. 발생적으로 보면 태생 초기(3~4 개월)에 치배형성이 시작되고 개체의 출생과 거의 같은 시기에 석회화가 개시되며, 학령기에 도달하면 맹출을 시작하여 일생을 통해 가장 장기간 동안 교합에 관여한다. 관점에 따라서는, "계승치를 가지지 않는 유치"라고 부를 수 있어 영구치적인 역할을 다 하는 유치로 볼 수도 있다. 치열내에서 점하고 있는 위치적 관계와 교합력의 크기를 보아서도, 제 1 대구치는 교합의 성립 및 유지에 있어 항상 지표로 간주되는, 인간에 있어서 핵심적으로 중요한 치아이다. 반면, 이 치아는 형태학적 특징 및 맹출과정과 시기에 기인하여 우식이환율이 어느 치아보다도 높은 임상적 특성을 나타내고 있다.

제 1 대구치는 임상치의학 뿐 아니라, 인류학, 법의학, 유전학, 특히 진화와 관련하여 다방면의 연구대상이 되어 왔다. 사람의 구강내에는 어느 하나 중요하지 않은 치아가 없고, 각각의 치아는 나름대로의 존재이유와 독특한 기능을 가지고 있어 오랜 세월의 진화과정을 나름대로 견디어 왔으나, 제 1 대구치는 다른 치아와는 달리 형태학적인 변이나 선천결손, 또는 부분적 무치증에 포함되는 경우를 거의 찾을 수 없어, 유전학적으로 그리고 진화과정상에서 매우 안정된 위치를 점하고 있는 특수한 치아로 간주할 만하다.

전술한 바와 같이, 제 1 대구치는 유치이다. 엄밀히 말하면,

이것은 제 1 치열에 속하는 치아이다. 즉, 이것은 선행치도 계승치도 아니다. 일생동안 사용하는 치아이므로 이것을 영구치라고 할 수 있으나, 우식이환성이 높은 점은 유치와 흡사하다. 형태학적으로도 제 1 소구치, 제 2 소구치, 제 1 대구치, 제 2 대구치로 이어지는 것보다는 제 1 유구치, 제 2 유구치, 제 1 대구치, 제 2 대구치로 이어지는 쪽이 더 유사하다. 그리고 치배형성시기를 보더라도 그 시기가 유치열 형성시기와 더욱 가깝다(그림 1).

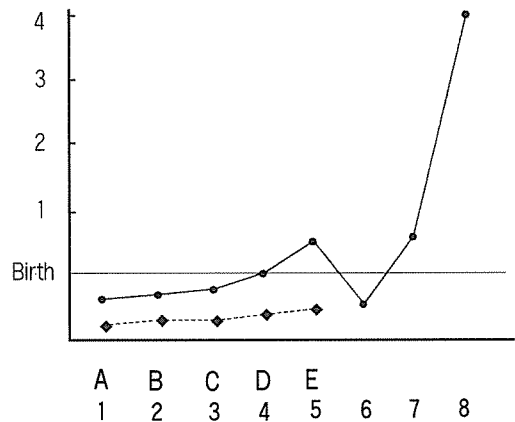


그림 1. 유치와 영구치의 치배형성시기

포유류의 치아는 유치와 영구치가 있어서 일생중에 한 번은 치열교환을 하는 것으로 알려져 있으나, 자세히 보면 그 예외의 치아가 있는데, 그것은 돼지의 하악 제 1 소구치, 개의 상하악 제 1 소구치 등이 그 예이다. 사람의 경우 모든 대구치는 여기에 해당하며 그 중에서도 제 1 대구치는 처음부터 일생치였던 유치라고 칭하여도 별 무리가 없을 만 하다¹⁾.

한편, 모든 영구치중에서 제 1 대구치가 우식이환성이 가장 높은 치아라는 것은 잘 알려진 사실이다.

그중에서도 맹출중과 맹출직후에 우식이환성이 가장 높음에도 불구하고 이에 대항하기 위한 공식적인 예방체계가 확

립되어 있지 않다. 보건당국이나 치의학계 전체, 특히 소아치과학계에서는 이에 대한 문제에 정면으로 대응할 자세를 가지는 것이 당연하며, 학교보건을 강화하여 이에 대한 제도를 시급히 마련하여야 할 것이다.

II. 제 1 대구치의 맹출

제 1 대구치의 치관이 완성되고 치근형성이 시작되면 치관 상부를 덮고 있던 치조골의 흡수가 시작되면서 상방으로 움직이기 시작하고, 퇴축법랑상피와 구강상피의 사이에 존재하던 결합조직도 서서히 소실된다.

교두 부위가 치은에 접근하면 치은은 치관의 크기보다 약간 크게 팽윤되어 조직의 압박상과 함께 약한 발적상을 보이고, 이어서 혈관이 압박되면서 빈혈상태를 보이게 된다.

그리고 치관이 이동하여 고유층의 세포는 흡수, 파괴되고, 치관표면의 퇴축법랑상피와 구강상피가 융합되며, 이어서 퇴축법랑상피를 남기고 치은상으로 교두정이 맹출을 개시한다.

"맹출"이라는 용어는 엄밀히 말하여 구강을 향한 치관의 상방으로의 움직임을 의미하기 때문에, 임상적으로 "맹출"이라고 칭하는 현상과 치은 상방으로 교두정이 일부가 처음으로 노출되는 순간을 의미하는 "출은"(Supragingival emergence)과는 구별되어야 할 것이다. 그러나 우리는 출은과 동일한 개념으로 맹출을 파악하기도 한다.

1. 제 1 대구치의 치관형성 및 맹출방향

상악 제 1 대구치와 하악 제 1 대구치는 악골내에서의 치관형성방향에 있어서 각각 특이성을 가지고 있다. 상악 제 1 대구치의 치배는 제 2 유구치의 원심위에 있으면서 교합면은 원심, 협축을 향하면서 발육한다. 즉, 치배 자체가 처음부터 원심을 향해 있다. 그래서 출은에 앞선 골내맹출의 시기부터 그 교합면이 근심으로 향하면서 경사되어 치배가 하방으로 내려간다. 이 움직임에는 Pterygopalatine suture 부위의 첨가성 골성장이 관여한다. 출은 이후에도 치아는 전체적으로 근심을 향하여 치체이동을 지속하면서 제 2 유구치의 원심면에 밀착될 때까지 움직여 맹출을 지속한다. 우리는 출은 도중의 상악 제 1 대구치의 교합면이 원심 협축을 향하고 있는 것을 임상적으로 흔히 보게 된다. 요컨대, 상악 제 1 대구치의 맹출로는 원심에서 근심으로 향하는 치체이동이라 할 수 있다. 아울러, 상악

제 2, 3 대구치도 같은 모양의 맹출경로를 보이게 된다²⁾.

이에 반해, 하악 제 1 대구치의 치배는 상악의 경우와는 달리, 제 2 유구치의 원심위에 위치하면서, 교합면이 근심 설축을 향해 발육한다. 즉, 치배 전체가 근심경사를 보이고 있다. 이것은 상악 대구치의 치배가 원심방향을 하고 있는 것과 극히 대조적이다. 출은을 향해 맹출이 진행됨에 따라, 제 2 유구치 원심면을 유도면으로 하여 수직방향으로 맹출경로를 바꾸어 맹출한다. 이때 하악골의 성장의 일환으로 하악지 전연이 흡수됨에 따라 대구치가 맹출할 공간이 확보된다. 하악 제 2, 3 대구치도 같은 모양의 맹출경로를 보이게 되지만, 제 3 대구치의 경우에는 하악골의 성장이 이미 종료되어 하악지 전연의 흡수가 더 이상 진행되지 않는 단계이므로 공간을 확보하지 못 하여 수직맹출에 실패하고 근심경사된 채로 출은하거나 매복되는 일이 발생한다. 이것이 수평매복 지치인 것이다.

위와 같은 기전에 의하여, 전방 치아인 제 2 유구치가 조기 상실된 경우에, 하악에서는 제 1 대구치의 근심경사가 일어나는 반면, 상악에서는 제 1 대구치의 근심 치체이동이 일어나는 것이다.

2. 제 1 대구치의 맹출시기

L.M. Carr³⁾의 방법에 따라 Sato 등⁴⁾이 제 1 대구치의 맹출개시시기를 조사한 바에 의하면, 상악의 경우 남아 6.59±0.78세, 여아 6.34±0.63세이고, 하악의 경우에는 남아 6.28±0.77, 여아 6.06±0.67세로서, 남아보다는 여아, 상악보다는 하악의 경우에 맹출이 더 빨리 진행된다는 지금까지의 이론과 일치하였다. 악별, 성별, 연령별 맹출의 분포를 분석해 본 바는 표 1에 나타난 것과 같다.

표 1. 제 1 대구치의 맹출시기의 분포 (%)

조사대상		연령				
		4.0~ 4.11	5.0~ 5.11	6.0~ 6.11	7.0~ 7.11	8.0~ 8.11
상악	남 98	0.0	13.3	54.1	29.6	3.1
	여 112	0.9	16.1	58.0	23.2	1.8
	계 210	0.5	14.8	56.2	26.2	2.4
하악	남 98	2.0	24.5	53.1	17.3	3.1
	여 112	1.8	37.5	50.9	8.9	1.9
	계 210	1.9	31.4	51.9	12.9	1.9

빨리 맹출하는 어린이는 4세, 늦게 맹출하는 경우 8세에 맹출하였다. 그리고 4~8 세의 기간중 5세와 6세에 맹출하는 경우가 가장 많고, 지연맹출보다는 조기맹출의 쪽이 조금 우세한 것으로 분석된다.

3. 제 1 대구치의 맹출순서

그 시기로 보아 제 1 대구치의 맹출은 절치 특히 중절치와 경합을 보이는 경우가 있어, 일부 어린이들에서는 중절치가 제 1 대구치보다 먼저 맹출하는 것을 볼 수 있다. 그러나 일반적으로 아직까지는 제 1 대구치가 중절치보다 먼저 맹출하는 편이 많다고 할 수 있다.

상악악 제 1 대구치와 절치를 합한 6 개 치아의 맹출순서를 관찰한 결과는 표 2 와 같다.

표 2. 제 1 대구치와 전치의 맹출순서의 분포

<u>6</u>	<u>6</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	65.4%
<u>6</u>	<u>6</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	19.9
<u>1</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	2.8
<u>1</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	2.3

4. 최초의 출은으로부터 교합선상에 도달하는 기간

모든 치아는 해부학적으로 가장 상부에 위치한 근심협측 교두정부터 구강에 나타나기 시작한다. 이러한 최초 출은단계로부터 교합면이 전부 노출되기까지 소요되는 시간은 치아마다 다소 차이가 있으며, 대구치인 경우 그 면적이 넓기 때문에 가장 긴 시간이 경과된다. 제 1 대구치의 경우 11-18 개월 이 소요되는 것으로 보고되고 있다⁹⁾.

이 기간중에는 치은조직(치은판개, Gingival Operculum)이 교합면의 일부를 덮고 있기 때문에 어린이들은 이 부위로 저작할 경우 심한 통증을 느껴 저작을 회피하고, 또한 잇솔질을 할 경우에도 이 부위를 회피하게 되어 만성적으로 치태가 심하게 축적될 양상을 흔히 볼 수 있다. 제 1 대구치의 우식발생율이 맹출 직후에 가장 높게 나타나는 것은 이러한 이유에 기인하는 것으로 생각된다.

교합면이 전부 노출된 이후에도 이 치아가 교합선에 도달

하여 본격적인 저작기관으로서의 역할을 담당하기까지에는 상당한 시간이 소요되는데, 최초 출은으로부터 교합선에 도달하기까지의 기간이 제 1 대구치의 경우 대략 4년이 경과되는 것으로 보고되어 있다. 제 1 대구치의 맹출로부터 4년후는 측방치군 교환기에 해당하는 시점이 된다.

5. 신체발육과 치아맹출의 연관성

치아도 신체의 일부 장기에 해당하므로 신체의 전신적 발육과 밀접한 관계가 있다. 이와 관련해서는 치아의 맹출을 역령과 관련지어 파악하기 보다는 신체의 생리적 연령과 관련시켜 맹출을 파악하는 것이 합리적일 것으로 생각된다. 신장의 발육과 맹출간의 관계에 대하여 지금까지 많은 사람들이 보고한 바 있으나, 최근의 연구에 의하면, 신장이 110 cm 에 도달한 무렵 제 1 대구치가 맹출개시하는 것으로 보고되어 있다(표 3. 그림 2).

표 3. 제 1 대구치의 맹출개시기와 신장발육의 관계

	연령 (세)		신장(Cm)	
	남성	여성	남성	여성
상악	6.59	6.34	111.6±3.32	110.5±4.56
하악	6.28	6.06	110.1±3.14	109.8±3.93

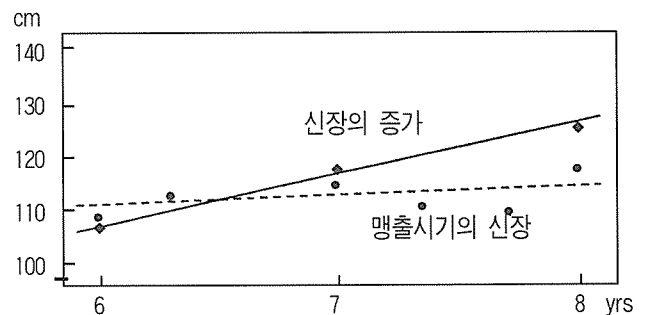


그림 2. 제 1 대구치의 맹출시기와 신장 및 연령의 관계

여기에 따르면, 제 1 대구치의 맹출이 늦거나 이르거나 거의 일정한 신장에서 맹출한다는 사실이다. 환언하면, 신장의 발육이 느리면 제 1 대구치의 맹출도 늦고, 신장발육이 빠르면 맹출도 함께 빨라진다고 해석할 수 있다. 결과적으로, 제 1 대구치의 맹출은 신장의 발육, 즉 전신적 발육과 일치하는 경

향을 보이며, 전신발육곡선중 일반장기의 발육곡선과 일치한다고도 볼 수 있는 것이다⁴⁾.

6. 과거와 비교한 제 1 대구치의 맹출시기

동일 연구자에 의한 보고는 아니지만, 지금까지 제 1 대구치의 맹출시기에 관하여 많은 연구보고가 있었다. 이들을 상호비교해 보면 명확히 드러나는 것은, 제 1 대구치의 맹출이 세월이 갈수록 점차 빨라지고 있다는 사실이다. 임상적으로도 이러한 사실을 쉽게 체감하게 되지만, 과학적으로도 그 증거는 확연히 드러나고 있다. 교과서상에 기록된 치아맹출연령에 대한 대대적인 수정이 불가피한 시점이다.

III. 제 1 대구치의 교합의 발육과정

제 1 대구치는 교합에 있어서 극히 중요한 치아이다. Angle은 제 1 대구치를 "Key to occlusion"이라고 칭한 바 있다. "Dentistry is occlusion"이라는 말과 같이, 치과치료의 궁극적인 목표는 교합이며, Angle은 그 기초가 제 1 대구치라고 생각하였다. 특히 상악 제 1 대구치는 유치열의 후방에 맹출하기 때문에 항상 안정된 위치를 점한다는 이론(상악 제 1 대구치의 위치불변설이라 칭함)을 주장하였다. 물론 현대 치의학의 관점에서 이 가설에는 오류가 있고, 상악 제 1 대구치가 근심이동을 일으키는 경우를 흔히 보게 된다. 여러 비판에도 불구하고 제 1 대구치간 교합관계를 기준으로 한 Angle의 분류는 아직도 널리 사용되고 있다.

우리는 상악 제 1 대구치의 근심설측 교두정이 하악 제 1 대구치의 중앙와에 대합되는 관계를 정상교합, 혹은 이상적인 교합이라고 생각하고 있다. 그러나 상하 유구치가 심한 우식으로 붕괴되거나 조기 상실되어 상하 제 1 대구치가 함께 근심이동한 경우에도 상하 제 1 대구치간 관계는 정상을 유지할 수도 있다. 이 경우 상하 치열 전방부에 공간상실로 인하여 총생이 일어나더라도 교합관계는 정상으로 간주할 수 밖에 없다. 이러한 결점에도 불구하고, 위치적, 시기적 관계에서, 그리고 교합상태의 판정의 용이함 때문에 제 1 대구치를 상하 교합관계의 판정의 기준으로 사용하고 있음은 제 1 대구치의 중요성을 시사하는 일이고, 또한 그 치아의 숙명을 의미한다고 하겠다.

앞에서 논의한 바와 같이, 매우 상반된 맹출경로를 가진 상

하 제 1 대구치가 올바른 교합관계로 유도되어 가는 과정은 매우 흥미롭다. 즉, 상하 치열궁 전체의 교합형성의 관건이 되는 제 1 대구치 자신은 도대체 어떤 과정을 통하여 교합이 성립되는 것일까 하는 것은 매우 중요한 문제이다. 이에 관한 설명으로 오늘날 가장 널리 받아들여지고 있는 것은 L. J. Baume의 학설에 기초를 둔 것들이다.

Baume⁹⁾은 1950년 Journal of Dental Research에 4 편으로 나누어 40 page에 달하는 논문을 발표하였는데, 여기에서 그는 제 1 대구치의 교합성립과정에 관하여 상세히 기술한 바 있다. 그는 제 1 대구치의 교합형성에 관여하는 요소로서 primate space, leeway space, terminal plane의 3 가지를 제시하였다.

요컨대, terminal plane이 mesial step type인 경우라면, 제 1 대구치는 제 2 유구치의 원심면을 guide로 하여 맹출하므로 상하 대구치는 곧 바로 하악 제 1 대구치가 1 교두 근심에 머무는 1치대 2치의 교합, 즉, Angle I 급과 유사한 교합관계로 이행된다. 그러나, 실제로 Mesial step type은 20%에 불과하며, 수직단계형(vertical step type)이 60%에 달하는 것으로 알려져 있다.

대다수를 점하는 수직형의 개체에서는 상하 제 1 대구치가 교두대 교두의 관계로 교합되는 수밖에 없다. 원심단계형의 경우에는 더욱 곤란해 지지만, 이러한 경우를 조정하는 기전이 primate space와 leeway space이다. 어떤 개체에서는 영장류 공간이 이용된다. 즉, 맹출중인 제 1 대구치가 전방으로 강한 힘을 가하면 전방의 제 1, 2 유구치가 또 다시 근심으로 힘을 가하여 영장류 공극이 폐쇄되면서 제 1 대구치와 제 1, 2 유구치는 그만큼 근심이동하게 된다. Baume은 이것을 Early shift(조기 이동)이라고 칭하였다.

그러나 영장류 공극이 모든 개체에 존재하는 것은 아니다. 동경의과치과대학의 히로시 오노 교수가 일본 어린이들을 대상으로 조사한 바에 의하면, 영장류 공극은 상악에서는 85%, 하악에서는 64%의 어린이에서만 나타났으며, 나머지 어린이들은 공극이 없는 폐쇄형 유치열궁을 가지고 있다고 보고한 바 있다. 이와 같이 영장류 공극이 없는 개체에서는 측방치군 교환기까지 교두대 교두의 교합관계가 지속되다가 leeway space가 나타남으로써 이를 이용하여 전방이동을 하게 되는데, 이를 Late shift(후기 이동)이라고 부른다. 하여튼, Baume은 상하 제 1 대구치가 맹출중 혹은 맹출후에 다소의 근심이동을 함으로써 올바른 교합관계를 얻게 된다고 생각하였다.

그의 이론은 이후 많은 연구자들에 의한 정밀관찰결과와 다소의 차이를 보여 논란은 있었으나, 아직까지 가장 일반적인 통설로 받아들여지고 있다.

이에 대해서 가장 대표적인 반론에는 다음의 것이 있다. 즉, C.F.A. Moorrees⁷⁾(1959) 등이 행한 동일 개체의 치열궁 성장과정 에 대한 계측결과를 기초로 하여, T.K Barber⁸⁾ (1974)는 primate space와 leeway space는 본래 제 1 대구치의 근심이동을 위한 것이 아니고 영구 절치의 배열을 위한 공간이라고 주장하였다. 즉,

$C + D + E > 3 + 4 + 5$ 이지만, 치열궁 전체로 보면

$A + B + C + D + E \approx 1 + 2 + 3 + 4 + 5$ 가 된다고 하였다.

그리고 영구 전치부의 총생을 막기 위해서도 제 1 대구치를 맹출위에서 고정시켜 결코 근심이동되지 못 하도록 임상적인 배려가 필요하다고(예를 들면, 유구치가 건전하더라도 설측호선을 장착하는 등) 주장하였다.

그렇다면 대다수를 점하는 Terminal plane이 수직형인 경우와 원심단계형인 개체에서는 어떻게 해서 하악근심위의 제 1 대구치관계를 얻게 되는 것일까 ?

이에 대해서 Barber는 cephalogram의 연구결과를 통하여, 상악악골의 성장의 차이를 가지고 설명하였다. 즉, 상악골과 하악골은 두개저에 대하여 전하방으로 성장하는 것은 주지의 사실이지만, 그 성장량과 속도에 있어서 차이가 있고, 하악골의 쪽이 상악골에 비해 더 빠르게 많이 전하방으로 성장하는데에 주목하였다. 즉, 하악 제 1 대구치를 실은 하악골 전체가 상악골보다 많이 전하방으로 성장함으로써 올바른 제 1 대구치 관계를 얻게 된다고 주장하였다⁹⁻¹⁰⁾.

요컨대, 제 1 대구치의 올바른 교합을 위해 Baume은 치조돌기상의 공간이 이용되고 제 1 대구치는 어느 정도 근심이동한다고 주장한데 반하여, Barber는 하악골 전체의 근심이동을 들어 전치부의 총생을 막기 위해 제 1 대구치는 절대로 근심으로 접근시켜서는 안 된다고 주장하였다. 제 1 대구치의 교합의 성립에 악골발육이 관여한다는 설은 사실 과거부터 Friel 등이 주장한 바 있다.

이와 같이, 제 1 대구치의 올바른 교합의 성립에 대해서는 많은 요소가 복잡하게 얽혀 있으며, 이러한 사실들은 임상적으로 교합유도과정에 많은 고려사항이 될 수 있을 것이다.

IV. 제 1 대구치의 기능

전세계 절반 이상의 국가에서는 아직도 국민의 호적이 정확히 파악되지 않고 있다. 예를 들면, 일부 중동국가들에서는 자녀의 출생신고를 정확히 하는 부모가 적으며 국가적으로도 그러한 채비가 갖추어져 있지 않다. 따라서 어린이의 정확한 연령을 모르기 때문에 학령기에 달한 경우 어린이를 학교에 입학시키는 자격은 6세 구치가 맹출되었는가의 여부로 판정한다고 한다. 이것은 제 1 대구치의 구강내 출현이 치의학적인 사건일 뿐 아니라, 전신생리적, 정신적인 측면에서도 의미가 있음을 반영하는 일이라 할 것이다.

일반적으로 제 1 대구치는 영구치열중에서 최대, 최강이고 가장 조기에 맹출하며, 우식에 가장 많이 이환되는 등 몇 가지 두드러진 특징을 가지고 있어 예로부터 많은 주목을 받아 온 바, 발생학, 형태학, 교합학, 치과보철학, 치과교정학, 예방치과학 등 다방면으로 연구되어 많은 논문이 보고되어 왔으나, 제 1 대구치의 기능적 특성과 생리적 의의에 관한 연구는 그리 많지 않았다.

1. 제 1 대구치의 맹출과 저작기능

제 1 대구치를 6세 구치라고 일컫는 것처럼, 이것은 영구치 중 가장 먼저인 6-7 세경에 맹출하여 저작기능에 참가한다. 따라서 제 1 대구치가 저작기관으로서 점하고 있는 역할을 명확히 알기 위해서는 제 1 대구치 맹출전인 완전유치열과 제 1 대구치 맹출후의 어린이의 저작기능을 비교할 필요가 있다.

초등학교 1학년 어린이들을 대상으로 땅콩의 분쇄능력을 측정하여 저작기능을 평가하는 Manly의 mastication ability test를 시행한 Nishihara 등의 연구에 의하면, 유치열 완성군에서는 56%의 분쇄능력을 보인 반면, 제 1 대구치의 맹출후에는 71%로 증가되었음을 알 수 있었다. 이에 대해 그는 제 1 대구치의 맹출에 의해 교합면적이 확대되었고, 둘째, 연령증가에 따른 교합력의 증가에 기인한 것으로 해석하였다¹¹⁾.

성인중 완전영구치열자와 제 1 대구치상실자를 대상으로 저작능률(Masticatory efficacy)을 비교분석한 Manly의 연구에 따르면 전자의 경우를 100으로 하였을 때, 후자는 44%에 불과하였다고 보고한 바 있다. 또한 Ishihara 등은 제 1 대구치가 결손된 경우, 미립자의 분쇄에서는 27%, 중립자 37%, 대입자

의 저작에서는 52%의 저작능률의 감소를 보였다고 하였다¹⁴⁾.

한편, 제 1 대구치 결손자들을 대상으로 보철적 치료 전후의 저작능률의 면화를 조사한 바에 의하면, 제 1 대구치 결손자의 경우에는 20.8% 였던 것이 Bridgework후에는 저작능률이 50.3%로 증가하여, 제 1 대구치가 30%의 저작능률을 부담하고 있음을 시사하였다¹⁵⁾.

이와 같이, 제 1 대구치의 저작능력이 높은 이유로서, 첫째, 형태학적으로 구치열의 중앙에 위치하여 자연적으로 저작에 있어서 중심적인 역할을 하게 되고, 둘째, 제 1 대구치의 전체 교합면 면적은 50mm², 교합접촉면적이 17mm²로서 전 치열중 최대이며, 편측 치열의 35~40%의 저작능률을 담당한다. 셋째, 치근표면적이 260~350mm²로서 전 치열중 최대로 강한 하중에 잘 견딜 수 있도록 되어 있다. 따라서 교합력도 60~80Kg으로 전체 치열중 최대이다. 건강한 성인남성을 대상으로 치아별 교합력을 비교한 결과는 표 4에 제시된 바와 같다.

제 1 대구치의 맹출후 일생을 통한 교합력의 변화를 추적해 본 바에 의하면, 교합력은 20대 중반까지 지속적인 증가추세를 보이나, 이후에는 지속적으로 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다(표 5).

표 4. 건강한 성인남성의 치아별 교합력 (Kg)

치아	1	2	3	4	5	6	7
교합력 (M±SD)	15.50±1.33	14.98±1.44	26.60±1.86	39.28±2.77	47.78±3.45	64.26±4.85	60.22±4.68

한편, 제 1 대구치는 저작근계에도 깊은 영향력을 가지는 것으로 보고된 바 있다. Schwarz¹⁶⁾, Pruzansky¹⁷⁾, Ahlgren¹⁸⁾, Nishino¹⁹⁾ 등의 연구에 의하면, 제 1 대구치가 교합선상에 도달하기 전단계인 Hellman 치령 IIC 기까지는 측두근 주동형의 저작을 보이지만, 제 1 대구치가 본격적으로 저작에 참여하게 되는 Hellman 치령 IIIA기 이후부터는 교근주동형의 저작 pattern을 보이는 것으로 나타났다. 그리고 치열이나 교합의 발육과정에 비정상이 있는 경우에는 성인이라도 측두근 주동형의 저작형태를 보인다고 하였다.

표 5. 제 1 대구치 교합력의 연령에 따른 변화 (Kg)

		6세	10세	15세	17세	20대	30대	40대	50대	60대
교합력	남성	24.8	32.9	51.8	59.0	65.4	62.0	58.5	47.0	38.7
	여성	20.1	26.4	36.6	39.6	46.8	42.7	38.4	34.7	32.0

2. 제 1 대구치의 감각기능

제 1 대구치의 감각은 치열중에서 역치가 가장 높아 가장 둔한 치아라고 할 수 있다. 치아의 촉각역치로 보아 가장 예민한 중절치가 약 1g 인 반면, 제 1 대구치는 8~10g으로 가장 높다. 치아의 압각역치는 표 6과 그림 3에 나타난 바와 같다. 상하 치아간에 놓인 물건의 두께를 식별하는 최저역치로 보아서도 중절치는 0.015mm인데 반하여, 제 1 대구치는 0.052mm를 보인다. 이러한 촉각과 압각을 기초로 하여 더욱 고도화된 기능이 위치감각이다. 이것은 치아가 어떤 자극을 받았을 때 그것이 어느 치아에 가해진 것인지를 인지하는 공간감각의 일종이다.

치아의 위치감각에 대한 검사는 피검자를 의자에 앉히고 눈을 감고 입을 벌리도록 한 상태에서 한번에 1 개의 치아씩 일정한 강도로서 압박을 가하여 피검자에게 어느 치아에 자극을 느꼈는지를 답하도록 한다. 이러한 검사를 수십회 반복하여 피검치아가 일정 회 시험에 몇 회 자극을 느꼈는지를 측정하는 것이다²⁰⁾.

표 7에 유치열군, 혼합치열군, 영구치열 및 최고령자치열군의 각 치아에 대한 위치감각을 비교하여 제시하였다. 그 특징

을 보면 연령대에 무관하게 근심의 중절치에서 가장 정답율이 높았고 원심으로 갈수록 낮아진다는 점이다. 또한, 어느 치아에서도 위치 감각의 정답율은 어린이, 고령자, 성인의 순으로 높음이 나타났다. 제 1 대구치에 관하여 살펴보면, 각 연령대에서 가장 낮은 정답율을 보였고, 성인, 고령자, 혼합치열기, 유치열기의 순으로 높게 나타났다.

표 6. 치아별 압각역치

치아	압각 역치	
	상악	하악
중절치	0.95	0.77
측절치	1.09	0.98
견치	1.81	1.34
제 1 소구치	2.00	1.77
제 2 소구치	2.48	2.03
제 1 대구치	4.88	5.03
제 2 대구치	4.53	4.74

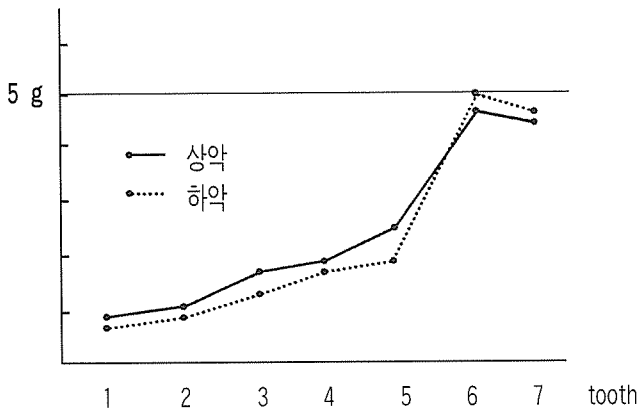


그림 3. 치아별 압각역치 (Leovenstein, et al.)

표 7. 치아의 위치감각의 비교. (정답율 %)

	연령	1	2	3	4	5	6	7
		A	B	C	D	E		
유치열	2-5세	78.2	65.8	34.3	38.8	27.1		
혼합치열	6-7세					38.6	34.5	
영구치열	23-25세	86.7	81.8	78.6	62.3	54.4	49.1	33.7
영구치열	55-83세	80.0	71.3	64.2	53.8	46.8	43.0	35.9

V. 우식과 관련된 어린이의 제 1 대구치의 특성

초기 영구치라는 용어는 맹출 직후(통상 3년 이내)의 형태적, 구조적으로 미성숙한 영구치를 가리키는 임상적인 용어로서, 간혹 유약(幼若) 영구치, 신생 영구치라는 표현도 사용된다. 소아치과 임상에서 유약 영구치의 수복치료를 실시해야 하는 경우는 적지 않으며, 내원환자의 연령으로 보아 혼합치열전기의 환자가 많고, 제 1대구치를 대상으로 한 치료가 압도적으로 많은 것이 현실이다. 수복치료와 관련하여 염두에 두어야 할 유약 영구치상태의 제 1 대구치의 특성은 다음과 같이 요약될 수 있다²¹⁾ :

① 교모가 없기 때문에, 절단의 결절(전치의 mamelon 등), 교두정, 구치부의 accessory ridges와 groove 등이 발생상태의 해부학적 형태를 그대로 간직하고 있다. 즉, 교모와 마모 등의 가령적인 변화가 없다. 소와열구가 복잡하고, accessory groove & ridge가 많아 음식물 잔사가 저류하기 쉽고, 외동형성과정에서도 이를 모두 쫓아가다가는 와동외형이 너무 확대되거나

복잡해 질 가능성이 있다. 예방확대를 고려한 와동의 설계가 곤란하고, 수복재료의 과잉충전에 의한 변연과절이 2차 우식을 초래하기 쉽다.

② 2차 상아질의 형성이 거의 없는 상태이기 때문에, 근단은 미완성이고 치수강과 근관이 넓으며, 치수각이 첨예하게 돌출되어 있다. 치아외형에 비하여 치수강이 큰 반면, 치수각이 높은 위치에 올라와 있다. 깊은 와동에 대해서는 철저한 이장(basing & lining)이 요구된다.

③ 맹출완료전이므로, 해부학적 치경부는 치은연하에 존재하며 임상치관장이 짧다. 치은연의 하강과 퇴축이 지속되고 있고 아직 안정기에 도달하지 않았다. 전장관수복을 시도할 경우 곤란한 문제로 대두된다.

④ 맹출중이므로 아직 교합선에 도달하지 않은 경우가 많다. 수복후의 occlusal check를 할 수 없다. 또한 저작에 의한 대합치로부터의 기계적인 자정작용이 되지 않고 있다. 이에 따라 수복후의 이차 우식이 빈발할 수 있다.

⑤ 조직구조가 미숙하고 치수조직도 유약한 상태이며, 2차 상아질의 형성이 나타나지 않은 상태이다. 따라서, 임상적인 취급에 있어서는 유치와 유사한 수준으로 조심스럽게 임하는 것이 좋다. 상아세관은 두꺼우며 외부자극의 전달이 빠르다. 이로 인하여 와동형성과정에서 치수가 노출될 위험이 크며, 치질삭제시의 자극이나 약제 및 수복재료로부터 자극을 받기 쉽다. 즉, 외부로부터의 물리화학적 자극에 반응하기 쉽고, 환경변화에 취약하다.

⑥ 이 연령의 아동들은 아직 성인수준의 정교한 양치질이 불가능하다. 특히 구치부의 양치질은 자력으로서는 거의 불가능한 일이다.

⑦ 교합이 완성되어 있지 않으며, 악골발육에 따라 교합이 얼마든지 달라질 수 있다. 만일 부적절한 수복을 해주어도, 그에 맞추어 교합이 형성된다. 제 1 대구치의 교합관계가 아직 flush terminal plane의 vertical step을 보이고 있고 mesial shift에 의한 I급 Key관계가 이루어지지 않은 경우가 많다.

⑧ 저작근이 아직 성장중이어서 저작의 강도와 근육력이 매우 약하다.

⑨ 법랑질의 석회화도가 아직 성인의 수준에 도달하지 못하여 낮은 산도에도 용해가 빨리 일어날 수 있다. 특히 맹출 직후의 영구치는 치질이 미성숙상태에 있으므로 구강환경의 영향을 받기 쉬우며, 특히 소와열구부와 치경부에는 저석회화 지역(Hypomineralized area, HMA)이 존재하고, 맹출후의 성숙

(post-eruptive enamel maturation)이 완료되지 못한 상태이다. 치질의 맹출후 성숙(Posteruptive maturation)현상에는 Ca, P, F 등의 함량증가, 유기질함량의 감소, 법랑질 투과성의 감소, 경도 및 내산성의 증가, 법랑질 결정성의 향상, 그리고 비중의 증가 등이 동반된다.

⑩ 제 1 대구치의 맹출은 구강내의 최후방부에서 일어나므로, 상당기간동안 치은판개(operculum)에 덮혀 있고, 교합관계가 성립되기 이전이므로 저작에 의한 자정작용이 되지 않아 만성적으로 치태가 축적되는 소견을 보이게 된다.

참고 문헌

- 1. 栗山純雄, 落合靖一 : 第一大臼齒 意義, 第一大臼齒, 醫齒藥出版, p.1-8, 1986.
- 2. Orban B. : Growth and movement of the tooth germs and teeth, J. Am. Dent. Assoc. 15:1004, 1968.
- 3. Carr. L.M. : Eruption age of permanent teeth, Aust. Dent. J., 367-373, 1962.
- 4. Sato S., Parsons P. : Eruption of permanent teeth, Ishiyaku EuroAmerica Inc. Pub., 1990.
- 5. Moyers R.E. : Handbook of orthodontics for the student and general practitioner, 3rd ed., Yearbook Med. Pub. Chicago, 1975.
- 6. Baume L.J. : Physiologic teeth migration and its significance for the development of occlusion, J. Dent. Res., 29:123-132, 331-337, 338-348, 440-447, 1950
- 7. Moorrees, C.F.A. : The dentition of growing child, Harvard Univ. Press, 1959.
- 8. Barber T.K. : Pedodontic orthodontics, Proceedings in Seminar for preventive orthodontics, Tokyo, 1974.
- 9. Arya B.S. et al. : Prediction of first molar occlusion, Am J. Orthod., 63:610-621, 1973.
- 10. 小野博志 : 乳齒列 發育變化, 小兒齒科學總論, 醫齒藥出版, 1977. p.184.
- 11. 落合靖一 : Dr. Barber의 豫防矯正論, 齒界展望, 44:393, 1974.
- 12. 西川 有 : 第一大臼齒 機能 關 研究, 小齒誌, 34:123-131, 1985.
- 13. Manly R.S., Braley, L.C. : Masticatory performance and efficiency, J. Dent. Res., 29:448-462, 1950.
- 14. 佐藤貞勝 : 永久齒 萌出, 醫齒藥出版, 1986.
- 15. 石原壽郎 : 第一大臼齒缺損例 咀嚼能力 一本義齒 咀嚼效果, 日本齒科評論, 177:5-13, 1957.
- 16. Schwarz A.M. : Lehrgang der Gebissere gelung, I Verlag Urban und Schwarzenberg, Wien- Innsbruck, 1961, p.419-422.
- 17. Pruzansky S. : The application of electromyography to dental research, J. Am. Dent. Assoc.,44:67 -70, 1952.
- 18. Ahlgren J. : Mechanism of mastication, A quantitative cinematographic and EMG study of masticatory movements in children with special reference to occlusion of the teeth, Acta Odontol. Scan., 24:5-109, 1966.
- 19. Nishino M. : Muscle action potential and masticatory rhythm of anterior temporal and masseter muscles in children and adults, Jap. J. Pedod., 27(4):895-906, 1989.
- 20. 西山 亨, 船越正也, 河村洋二郎 : 齒牙 位置感覺 . 日本口科誌, 14:352-355, 1965.
- 21. 後藤讓治 : 幼若永久齒齒冠修復時 注意事項, 齒根未完全永久齒-基礎 臨床, Dental Diamond, p.102- 109, 1986.