

## 감사의 말씀

이 논문이 만들어지기까지 많은 격려와 함께 시종 지도 편달하여 주신 송영복 교수님께 감사드립니다. 아울러 많은 조언과 격려를 아끼지 않으시고, 이 논문의 계획부터 완성까지 세세하게 지도 편달하여 주신 연세대학교 의과대학 해부학교실의 박형우 교수님께 감사드립니다. 또한 이 연구에 관심과 도움을 주신 손병화 교수님, 이충국 교수님, 김형곤 교수님 그리고 교합학 교실, 해부학 교실 여러분께도 진심으로 감사드립니다.

오늘이 있기까지 사랑으로 돌보아 주신 부모님과 형제들 그리고 온 식구들에게 감사드리며 아들 성복, 딸 지영에게 이 논문을 선물합니다.

2000년 6월

저자 씀

## 목 차

국문요약 .....	1
I. 서 론 .....	3
II. 재료 및 방법 .....	6
1. 재료 .....	6
2. 방법 .....	6
가. 배자 .....	6
나. 태아 .....	6
다. 근육 섬유면적 측정 .....	7
라. 근육 조직 표본 제작 .....	7
마. 조직 표본 관찰 .....	7
III. 결과 .....	9
1. 하악궁의 초기 발생 및 분화 .....	9
2. 발생 19기 .....	10
3. 발생 20기 .....	10
4. 발생 21기 .....	11
5. 발생 22기 .....	11
6. 발생 23기 .....	12
7. 발생 9주 .....	12
8. 발생 10주 이후 .....	12
IV. 고찰 .....	23
V. 결론 .....	28
참고 문헌 .....	30
영문 요약 .....	34

## 표 목차

표 1. 연구에 사용된 배자 및 태아 .....	8
----------------------------	---

## 그림 목차

그림 1. 발생 4주의 하악궁 .....	14
그림 2. 발생 5주의 하악궁 .....	14
그림 3. 발생 13기 하악궁의 조직 단면 .....	15
그림 4. 발생 16기 하악궁의 조직 단면 .....	15
그림 5. 발생 17기 하악궁의 조직 단면 .....	16
그림 6. 발생 18기 하악궁의 조직 단면 .....	16
그림 7. 발생 19기의 저작근 .....	17
그림 8. 발생 20기의 저작근 .....	18
그림 9. 발생 21기의 저작근 .....	18
그림 10. 발생 22기의 저작근 .....	19
그림 11. 발생 23기의 저작근 .....	19
그림 12. 발생 9주의 저작근 .....	20
그림 13. 발생 12-13주의 저작근 .....	20
그림 14. 발생 16-20주의 저작근 .....	21
그림 15. 발생 24-28주의 저작근 .....	21
그림 16. 태아기 중 근육섬유 직경의 변화 .....	22
그림 17. mATPase 염색 조직 표본 .....	22

## 국문요약

### 인태아에서 저작근의 초기 발생 및 분화에 관한 연구

골격근의 기능에 따라 발생하는 부하는 뼈의 형태나 크기, 방향을 다르게 성장시킴으로써 생역학적으로 기능에 적합한 모양을 유지하게 한다. 이러한 물리적 부하에 대한 뼈의 기능적 적응은 두개안면부의 악골에도 적용되며 하악의 기능이 미치는 영향을 이해하기 위하여 많은 실험적 연구와 임상적 연구가 있어 왔으며 저작근이 악골의 성장 발달과정에 어떻게 영향을 미치는 지는 많은 연구의 초점이 되어 왔다. 그러나 이들 연구의 대부분은 출생 이후의 성장에 관한 것이며, 저작근과 악골성장 사이의 관계가 출생 이전에서도 같은 현상을 보이는가에 관하여는 보고된 바 거의 없다.

저작근육의 출생 전의 발생 과정을 이해하는 것은 악골의 발생 및 발달과정을 이해하는 데 반드시 선행되어야 함에도 불구하고 아직까지 배자 및 태아기에 걸쳐 저작근이 어느 시기에 어떻게 형태적으로 발생되고 악골 및 악관절의 발생과 어떤 관계를 갖는지에 대하여 체계적으로 연구된 바 없다.

따라서 이 연구에서는 발생 중인 인간 배자 및 태아를 이용해 연골, 동맥궁, 하악신경, 저작근 등 하악궁 성분의 초기 발생 및 분화, 저작근의 초기 발생, 저작계통을 이루는 근육, 골 및 관절 성분의 관계, 태아기 중 근육섬유의 초기 성장, 그리고 근육 섬유형의 초기 분화 등을 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 하악궁은 발생 10기에 처음 출현하여 발생 15기에 완전히 병합되었고, 발생 16-18기에 동맥궁이 발달하고 하악신경이 분포되며 치아의 원기가 출현하고 맥켈연골이 형성되는 등 근육 이전에 여러 구조들의 발생이 시작되었다.
2. 저작근은 발생 19기에 하악궁 중간엽의 축합으로 처음 관찰되었고, 발생 20

기에 내측익돌근을 제외하고 모두 근세사가 관찰되었으며 내측익돌근의 근세사가 관찰되는 발생 22기에 저작근의 근세사가 분명한 방향성을 나타내었다.

3. 저작근은 발생 23기에 골격 성분과 관절 성분이 아직 발달하지 않은 상태에서 분명한 범위를 갖고 있었다. 발생 12-13주에 교근, 측두근 및 외측익돌근은 성인에서의 특징을 나타내었으나, 내측익돌근은 발생 17주 이후 맥켈연골이 퇴화하면서 점차 하악골에 밀착되었다.
4. 저작근 근육섬유의 면적은 발생 20주부터 급격히 증가하였다.
5. 발생 28주 이후에는 근육 섬유형의 분화가 활발하였다.

---

핵심되는 말 : 인체, 발생, 배자, 태아, 저작근, 교근, 측두근, 내측익돌근, 외측익돌근

# 인태아에서 저작근의 초기 발생 및 분화에 관한 연구

연세대학교 대학원 치의학과

< 지도 송 영 복 조교수 >

장 영 준

## I. 서 론

두개안면 근육골격계의 성장을 이해하는 것은 악안면 영역의 기능 및 형태 이상의 진단과 치료에 매우 중요하다. 뼈는 출생 후에 끊임없이 재형성되어 생역학적 기능에 적합한 모양을 유지한다(Hall, 1992). 골격근의 작용에 따라 발생하는 부하는 뼈의 형태나 크기, 방향을 다르게 성장시킬 수 있으며 이러한 골격근과 뼈의 밀접한 관계는 근육으로부터 뼈로 가는 혈관 분포(Herring, 1993)와 골막과 건에 의하여 전달되는 근육의 장력이 전체 뼈에 응력을 초래하기 때문이다(Dorfl, 1980). 이러한 물리적 부하에 대한 뼈의 기능적 적응은 두개안면부의 악골에도 적용되며 하악의 기능이 미치는 영향을 이해하기 위하여 실험적 연구(Beecher, 1981; Corruccni, 1982; Kiliaridis, 1989)가 있어 왔다. 따라서 저작근이 악골의 성장 발달 과정에 어떻게 영향을 미치는 지는 많은 연구의 초점이 되어 왔다.

치과 영역에서 중요한 저작계통(masticatory system)은 골성분, 근육성분 및 악관절 등의 성분으로 이루어지는데, 이들 성분 중 골성분과 근육성분은 서로 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. Moore(1965, 1973)는 음식물의 종류에 따라 악골의 크기와 형태가 달라지고, 근육을 실험적으로 제거하여 저작근육의 기능을 제한하였을 경우 하악골의 형태발생에 영향을 미침을 관찰한 바 있다. 또한 교근과 측두근이 발달될 수록 하악각이 작고 교합평면과 하악평면이 평행한 특징을 갖는 점, 질기고 딱딱한 음식물 섭취가 현대인에 비하여 상대적으로

많았던 고대인에서 악골이 넓고 부정교합이 적게 발견되는 점은 모두 두개안면의 형태가 하악에 부착되어 힘을 발생시키는 저작근육의 발달과 관계됨을 보여준다.

저작근육의 기능과 악골의 성장에 관한 이들 연구의 대부분은 출생 이후의 성장에 관한 것이었다. 저작근과 악골 성장 사이의 인과관계가 출생 이전에 어떤지에 관하여는 Spyropoulos(1977), Burdi(1978)의 연구 외에는 보고된 바 거의 없다. Spyropoulos(1977)는 측두근과 교근이 부착될 악골보다 먼저 발생되기 시작하며 근돌기가 측두근의 덩어리 안에서 분화되기 시작하고 하악골체와 후에 연결됨을 보고하였다. Burdi(1978)는 출생 전에 교근과 하악골의 형태가 어떤 관계를 갖고 있는지 연구하여 교근의 넓이 성장이 하악지의 성장보다 선행되며, 근육섬유의 발생이 재설정 된 후에 하악지의 방향 설정이 뒤따라 변화됨을 보고하여 개체발생과 성장은 연속된 과정이며 출생전과 출생후의 골격성장에 공통점이 있음을 주장하였다.

주된 저작근육으로 측두근, 교근, 내측익돌근 및 외측익돌근이 있으며, 그외 설골의 안정과 하악골의 개구에 관여하는 설골상·하근육, 저작 중에 두개저의 안정에 관여하는 후방 경부근육이 있다. 저작근은 측두하악관절의 운동에 관여하며 성인에서는 부착된 뼈와 함께 기능을 수행하지만, 발생 중에는 이들 성분들이 각기 독립적으로 형성된다. 발생학적 측면에서 하악골의 발생에 관해서는 이미 1900년대 초부터 연구가 시작되어 국내에도 일부 보고가 있으며 최근에도 연구 결과가 보고되고 있다(Low, 1909; 김명국, 1962; Bem Ami 등, 1991). 악관절은 Symons(1952)의 연구를 필두로 최근 연용흠(1997)은 한국인에서 발생을 연구하여 보고한 바 있다.

이에 비해 저작근에 관해서는 보고가 거의 없다. 저작근의 발생에 관한 몇 문헌을 고찰해 보면, Baume(1962)는 크기가 24 mm인 배자에서 저작근을 관찰했다고 보고하였고, Furstman(1963)은 발생 중 저작근의 부착에 대해 연구하였다. 한편 Spyropoulos (1977)는 측두근과 교근이 하악골 보다 먼저 발생함을 보고하

였고, Burdi(1978)는 발생 중 교근과 하악골의 관계를 보고한바 있다. 한편 연용  
흠(1997)은 관절강 형성 이전에 방향성을 갖는 근육섬유가 골화된 하악골에 부  
착되어 있음을 관찰하였다. 관절강이 처음 관찰되는 발생 10주 이전에 개구근에  
의해 맥켈연골과 하악골체가 움직여, 발생 중인 하악골의 배측단이 발생중인 관  
절원판과 멀어지는 운동이 일어난다면 관절강의 형성을 촉진시킬 수 있을 것으  
로 추측할 수 있다. 따라서 저작근이 언제 발생하는지, 또 이것이 하악골 및 측  
두하악관절의 발생과 어떤 연관이 있는지 정립할 필요가 있다.

이와 같이 저작근육의 출생전의 발생과정을 이해하는 것은 악골의 발생 및  
발달과정을 이해하는 데 반드시 선행되어야 함에도 불구하고 저작근의 발생에  
관해서는 체계적인 보고가 없는 실정이다.

따라서 이 연구에서는 발생 중인 인간 배자 및 태아를 이용해 연골, 동맥궁,  
하악신경, 저작근 등 하악궁 성분의 초기 발생 및 분화, 저작근의 초기 발생, 저  
작 계통을 이루는 근육, 골 및 관절 성분의 관계, 태아기 중 근육섬유의 초기  
성장, 그리고 근육 섬유형의 초기 분화 등을 연구하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

실험 재료로는 연세대학교 의과대학 해부학교실에 보관되어 있는 배자 25예와 태아 19예를 사용하였다(표 1). 배자는 발달 정도를 정하는데 현재 국제적으로 활발히 사용되고 있는 카네기 발생기(Carnegie stage: O'Rahilly와 Müller, 1987)로 분류하여 사용하였다. 태아령은 태아의 머리둔부길이(crown rump length)와 발길이(foot length)를 기준으로 추정하였다(Iffy 등, 1975).

### 2. 방법

#### 가. 배자

배자는 전체 혹은 머리 부위를 떼어 사용하였다. 배자는 10% formalin으로 고정한 후 70%, 80%, 95% 및 100% alcohol로 조직의 크기에 따라 30분-1시간씩 단계별로 탈수하고 histoclear 혹은 xylene으로 30분에서 1시간씩 2회 투명 처리하였다. 이어 배자를 파라핀으로 수 시간 침투시킨 후 배자 축에 대해 횡단면 혹은 시상면으로 잘리도록 포매하였다. rotary microtome을 사용하여 파라핀 블록을 5-10 $\mu$ m 두께의 연속절편으로 만들어 10% alcohol 용액에 띄운 후 다시 45 $^{\circ}$ C의 물에 띄워 조직이 잘 펴지도록 하고, 이 조직을 silane을 입힌 slide glass 위에 붙였다. 그리고 hematoxylin과 eosin 염색 및 Masson's trichrome 염색을 시행하였다.

#### 나. 태아

태아는 우선 피부를 벗기고 교근과 측두근을 해부하여 전체 모양을 관찰한 후 사진을 찍고 기시부와 정지부 중간의 일부를 떼어내어 횡단면으로 잘리도록

조직표본을 제작하였다. 이어 하악골의 일부를 제거한 후 내측익돌근과 외측익돌근을 노출시켜 역시 전체 모양을 관찰한 후 사진을 찍고 기시부와 정지부 중간의 일부를 떼어내어 횡단면으로 잘리도록 조직표본을 제작하였다.

#### 다. 근육 섬유면적 측정

근육섬유의 면적은 영상분석기를 이용해 측정하였다. 400배의 배율 하에서 Optimas<sup>®</sup> 컴퓨터 프로그램을 이용하여 측정하였다. 1개의 조직표본에서 400×400 μm의 현미경 시야를 정하고 각 근육섬유의 면적을 측정하였다. 측정된 자료는 Microsoft Excel 컴퓨터 프로그램을 이용하여 처리하였다.

#### 라. 근육 조직 표본 제작

신선한 태아에서 적출한 저작근은 액체질소에서 넣어 냉각시킨 isopentane에 담가 약 10초간 급속히 냉동시키고 -20℃의 냉동절편기 속에서 10 μm의 두께로 횡절편을 제작하였다. 근육섬유형의 분류를 위하여 Myofibrillar adenosine triphosphatase (mATPase) 염색과 Reduced nicotinamide adenine dinucleotide(NADH) 염색을 시행하였다.

#### 마. 조직 표본 관찰

만들어진 조직 표본 관찰을 통해 배자에서 저작근의 초기 발생 및 골격, 관절과의 관계, 태아에서 저작근의 형태 형성, 그리고 근육형의 분화를 관찰 분석하였다.

표 1 연구에 사용된 배자 및 태아

age(week)	Carnegie stage	No. of Specimen
4	10	1
11	1	
12	2	
13	1	
5	14	2
15	2	
6	16	2
17	2	
18	2	
19	2	
8	20	2
21	2	
22	2	
23	2	
9		2
10		2
11		1
12		2
14		2
16		2
20		2
24		2
28		3
30		1
		<b>44</b>

### III. 결 과

#### 1. 하악궁의 초기 발생 및 분화

저작근이 발생하는 것으로 알려진 하악궁(mandibular arch)은 발생 10기에 구강오목(stomatodeum)의 하외측 경계를 이루는 구조로 처음 관찰되었으며(그림 1A), 발생 11기에 뚜렷해졌고 이때 정중의 경계부는 잘록하였다(그림 1B). 양쪽의 하악궁은 발생 12-13기에 복측정중부의 미측  $\frac{2}{3}$  정도가(그림 1C, 1D), 발생 14기에는  $\frac{3}{4}$  이상이 병합(merging)되었으며(그림 2A), 발생 15기에 완전히 병합되었다(그림 2B).

이 시기 배자의 조직 관찰에서 하악궁은 중간엽(mesenchyme)으로 이루어졌으며, 동맥궁(aortic arch)이 포함되어 있는 점을 제외하고 특별한 소견이 관찰되지 않았다(그림 3). 발생 12-14기의 하악신경(mandibular nerve)은 상악신경(maxillary nerve)과 함께 상악하악부(maxillomandibular division)를 이루었으며, 하악궁의 치밀한 중간엽으로 없어졌다. 발생 15기에 하악신경은 섬유성이었으며, 하악궁의 중간부 높이까지 분명하게 관찰되었다. 하악신경은 끝나는 곳 근처에서 두 주요 가지인 하치조신경(inferior alveolar nerve)과 설신경(lingual nerve)으로 나뉘었다.

발생 16기(그림 4)에 완전히 병합된 하악궁의 구강상피가 함입되어 치아의 원기인 일차상피대(primary epithelial band)를 형성하였다. 하치조신경은 상당히 짧았고 설신경은 더 멀리 하악궁을 하행하였다.

발생 17기(그림 5)에 맥켈연골의 원기(primordium)가 하악궁의 중간 부분에서 경계가 뚜렷하지 않은 중간엽의 축합(mesenchymal condensation)으로 처음 관찰되었으며, 하치조신경과 설신경 사이에 놓여 있었다. 하치조신경은 별 다른

가지를 내지 않고 구강 바닥의 외측부를 따라 주행하였다. 설신경은 시작하자마자 안면신경의 고실끈신경(chorda tympani)과 만나 악하선신경절(submandibular ganglion)로 주행하였다. 이후의 하악신경은 3개의 가지로 나뉘었다.

발생 18기(그림 6)에 맥켈연골의 원기를 둘러싸는 연골막(perichondrium)이 연골 원기의 중간엽 세포들이 여러 층의 띠를 이루는 형태로 주위와 확연히 구별되었다. 설신경은 발생중인 혀로 들어갔다. 하치조신경은 맥켈연골 외측을 따라 주행하였으며, 악설골근신경(mylohyoid nerve)과 턱신경(mental nerve)으로 나뉘었다. 이외에 하악신경의 근위부에서 이개측두신경(auriculotemporal nerve)과 이름을 확실히 정하기 힘든 많은 가지도 관찰되었다.

## 2. 발생 19기

하악궁의 중앙 부분 근처에서 연골 원기의 외측으로 하악골의 발생을 나타내는 골양조직(osteoid)의 형성을 나타내는 변화가 처음으로 관찰되었다(그림 7A, 7B). 원시구강의 바닥에서는 이설골근(mylohyoid muscle)의 원기에서 근세사(myofibril)이 분명하게 형성되었다(그림 7C).

하치조신경과 설신경으로 나뉘는 부위의 맥켈연골 원기에서는 세포간질이 많아지면서 연골 세포들 사이의 간격이 커지는 초기 연골화가 관찰되었다(그림 7D). 또한 이 시기에 저작근의 원기가 하치조신경과 설신경으로 나뉘는 부위 내측부 및 외측부에서 다소 치밀한 중간엽의 축합(mesenchymal condensation)으로 처음 관찰되었다(그림 7D, E). 내측부의 중간엽 축합은 내측 및 외측익돌근의 원기로 추정되었으며 약간의 근세사가 관찰되었다(그림 7E). 외측부의 중간엽 축합은 교근 및 측두근의 원기로 추정되었으며 근세사는 관찰되지 않았다.

## 3. 발생 20기

맥켈연골 원기 중앙의 세포가 비대되고 세포들 사이의 간격이 넓어지는 등

연골화가 뚜렷하였다(그림 8). 하악골은 정중부 근처부터 하악골체의 중간 부위 정도까지는 연골의 외측에서 불규칙한 모양을 하고 있었으며, 하악골체 중간 부위 보다 더 후방에서는 상당히 얇고 작은 한 층의 판 모양이었다.

저작근 중 교근, 측두근 및 외측익돌근은 근세사가 발달했으나(그림 8A, 8B), 내측익돌근은 아직 중간엽의 축합 상태였다(그림 8C). 이 근육들은 전체적으로 성인에서와 같은 외형을 갖추지 못하였고, 근육이 부착하게 될 하악골, 관골궁, 측두골 등의 골격 성분이 아직 발달해 있지 않아 골격과는 상당히 떨어져 있었다. 교근은 하악골지 하측부와 피부 사이에서 단면상 타원형의 구조를 이루었고(그림 8B), 측두근은 하악골지 높이 보다 상측에서 교근보다 작은 구조로 관찰되었다(그림 8A). 내측익돌근은 하악골지 하측부에서 맥켈연골과 악하선신경질 사이의 중간엽 축합으로 관찰되었다(그림 8C). 외측익돌근은 하악골지 높이보다 상측에서 다소 거리를 두고 맥켈연골을 덮는 구조로 관찰되었다(그림 8A).

#### 4. 발생 21기

하악골의 골양조직은 하악골체 부위에서 특징적으로 하치조신경을 감싸면서 발생중인 치배를 향하여 V자 모양을 이루어 성인에서의 모양을 나타내기 시작하였다. 또한 하악골의 배측부 끝에서 하악과두(condyle)의 원기가 중간엽의 축합으로 분명하게 관찰되었다(그림 9A).

하악과두의 상측에서 관절원판(articular disk)의 원기가 축합된 상태로 구별되었으며 내측으로 외측익돌근으로 이어졌다. 저작근은 발생 20기에 비해 전체적으로 크기가 커졌으나(그림 9B), 내측익돌근에서는 아직 근세사가 관찰되지 않았다(그림 9C).

#### 5. 발생 22기

하악골의 중간부분은 V자를 이루는 각도가 더 예각을 이루어 하치조신경이

두 골판에 의해 거의 감싸고 있는 형태를 이루었다.

내측익돌근에서 근세사가 관찰되었고, 모든 저작근은 근육섬유가 방향성을 나타내었다. 교근은 하악골이 발달하면서 이에 상당히 가까워졌으나 접촉되어 있지는 않았다(그림 10). 또한 하측부는 넓고 얇았으나(그림 10B) 상측부는 상대적으로 좁고 두터웠다(그림 10C). 외측익돌근과 측두하악관절 원판의 연결이 더욱 분명해졌다(그림 10D).

## 6. 발생 23기

발생 23기에 하악골체의 전방부는 골화가 상당히 진행되어 하치조신경이 뼈로 완전히 둘러싸였다. 이 시기의 모든 저작근은 특히 기시부와 정지부에서 분명한 범위를 갖고 있었으나 근육이 부착하는 골격 성분은 아직 제대로 발달해 있지 않았다(그림 11). 근육은 부착부가 섬유성 조직판에 의해 확실한 경계를 갖고 있었지만 교원섬유 염색에서 특별한 반응을 나타내지는 않았다. 또한 발생 22기에 비해 근육섬유들의 분화가 매우 뚜렷했으며, 섬유들이 분명한 여러 근육 섬유다발을 이루었다.

## 7. 발생 9주

발생 9주의 저작근은 발생 23기에 비해 근육섬유다발 사이의 간격이 넓어졌으며 전체적으로 크기가 커졌다(그림 12). 측두골이 관찰되는 등 골격 성분은 이전에 비해 뚜렷했으나 저작근의 부착부와 사이에는 아직도 골격 성분이 발달해 있지 않았다. 특히 내측익돌근은 넓게 맥켈연골을 싸고 있어 하악골과 상당히 떨어져 있었다.

## 8. 발생 10주-32주

발생 10주에 악관절에서 관절강이 처음 관찰되었다. 발생 10주 이후 모든 저

작근은 하악골, 측두골 등의 골격성분에 분명하게 부착되었다. 발생 12-13주(그림 13)에 측두근에 비해 교근은 발달이 미약했는데, 하악골의 과(condyle)와 지(ramus)가 덜 발달된 것이 기인하는 것으로 생각되었다. 이 시기의 교근은 천부(superficial part)와 심부(deep part)가 분명하게 구별되었다. 외측익돌근과 이어진 측두하악관절의 관절원판은 두 관절강 사이에 놓인 얇은 구조로 관찰되었다. 내측익돌근은 상대적으로 더욱 발달했으나 아직 존재하는 맥켈연골 및 이를 둘러싸는 조직을 덮고 있어 부착부를 제외한 나머지 부분은 하악골과 상당히 떨어져 있었다. 특징적으로 교근과 측두근의 근육섬유다발 중간에서는 뚜렷하게 두터운 근막이 발달하였으며, 이에 반해 익돌근에서는 결합조직 성분이 다소 임의로 퍼져 있었다. 이들 결합조직은 tirschrome 염색에서 양성 반응을 나타내었다. 발생 17주 이후 맥켈연골이 퇴화되기 시작하여 성장하는 하악골의 바로 내측에 놓이며 하악골 소설(lingula) 상측의 부분이 접형하악인대(sphenomandibular ligament)로 되면서 내측익돌근이 하악골에 밀착되었다.

발생 16주 이후 모든 저작근은 발달하여 점차 성인과 유사해졌다(그림 14, 15). 특히 발생 20주가 되면서 근육의 섬유다발이 분명해지는 특징을 관찰하였다. 태아기에서 근육섬유의 단면적은 발생이 진행될수록 점차 커지는 경향을 나타냈는데, 발생 20주 이후 빠르게 증가하는 경향을 보였다(그림 16).

한편 근육섬유를 관찰해 본 결과, 발생 28주에는 크고 길게 염색되는 미분화된 IIc 형 섬유 및 열게 염색되며 큰 II 형 섬유가 많이 관찰되고, 일부의 길게 염색되며 작은 I 형 섬유가 관찰되었다(그림 17A). 발생 30주에는 미분화된 IIc 형 섬유는 수가 대폭 감소한 반면 II 형 섬유가 많이 관찰되었고 약간의 I 형 섬유가 관찰되었다(그림 17B).

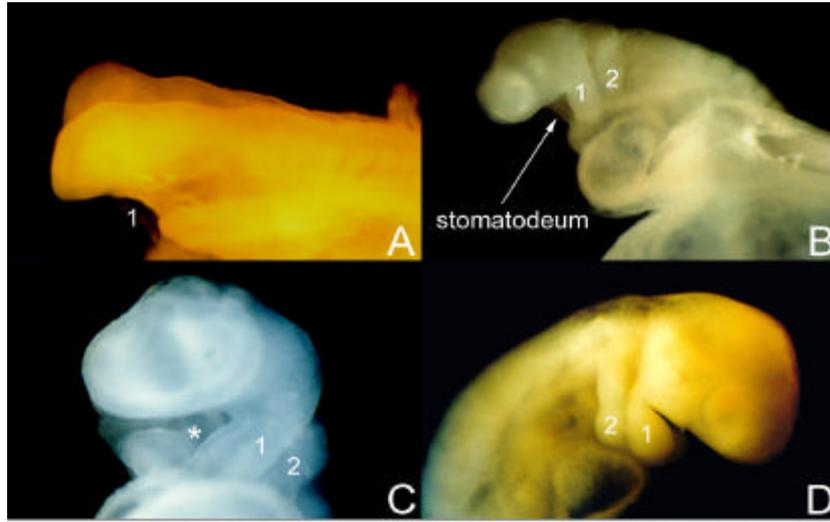


그림 1. 발생 4주의 하악궁. A. 발생 10기. 하악궁이 구강오목(stomatodeum)의 하외측 경계를 이루는 구조로 처음 관찰된다. B. 발생 11기. 하악궁이 뚜렷하며, 정중의 경계부는 잘록하다. C. 발생 12기. 하악궁은 복측정중부의 미측  $\%$  정도가 병합되었다(\*). D. 발생 13기. 1: 제1인두궁, 2: 제2인두궁

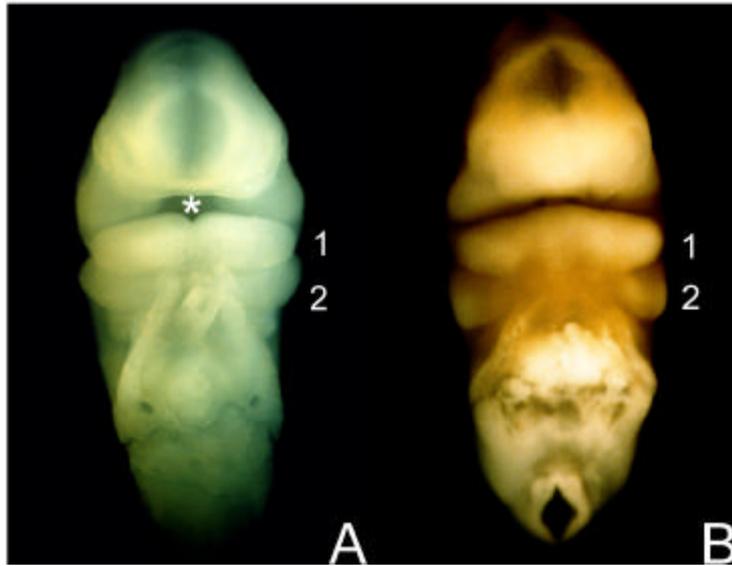


그림 2. 발생 5주의 하악궁. A. 발생 14기. 하악궁이  $\frac{3}{4}$  이상 병합되었다(\*). B. 발생 15기. 하악궁이 완전히 병합되었다.

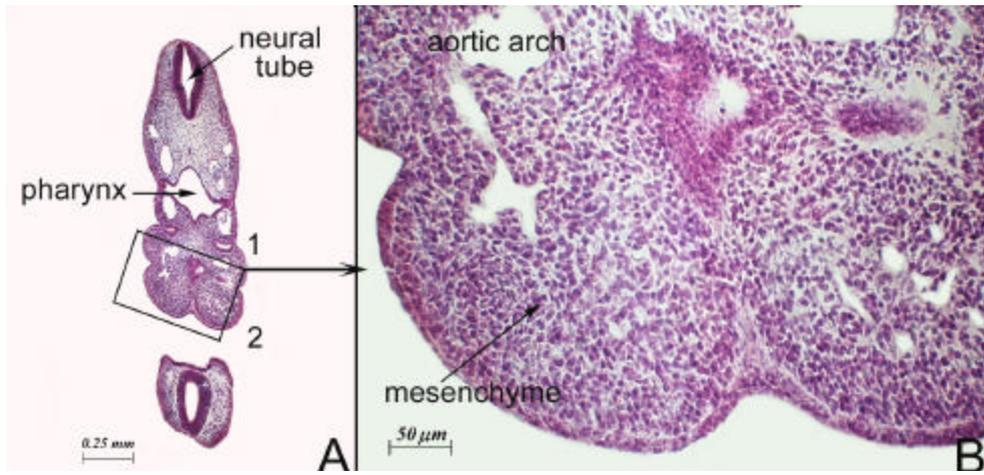


그림 3. 발생 13기의 하악궁. 하악궁은 중간엽(mesenchyme)으로 이루어졌으며, 동맥궁(aortic arch)이 포함되어 있는 점을 제외하고 특별한 소견이 관찰되지 않는다.

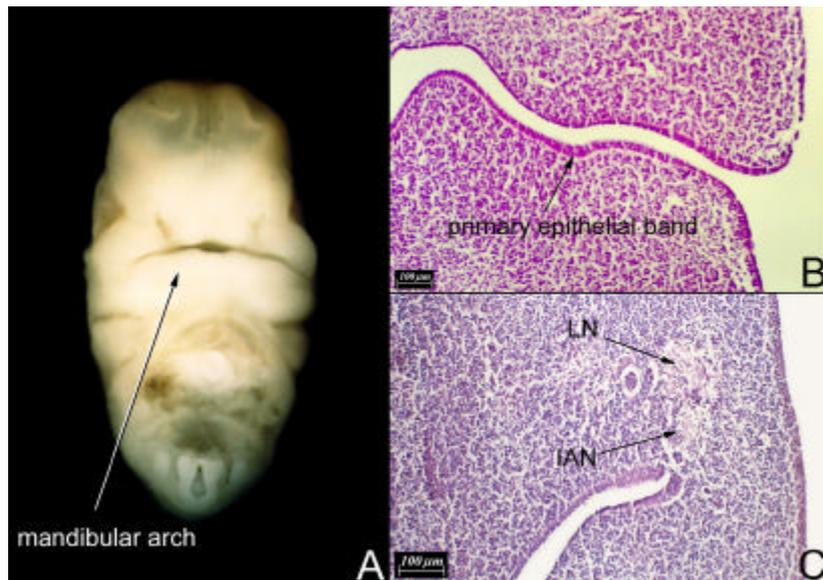


그림 4. 발생 16기의 하악궁. 일차상피대가 처음 관찰되며(A), 하악신경이 설신경(LN)과 하치조신경(IAN)로 나뉜다.

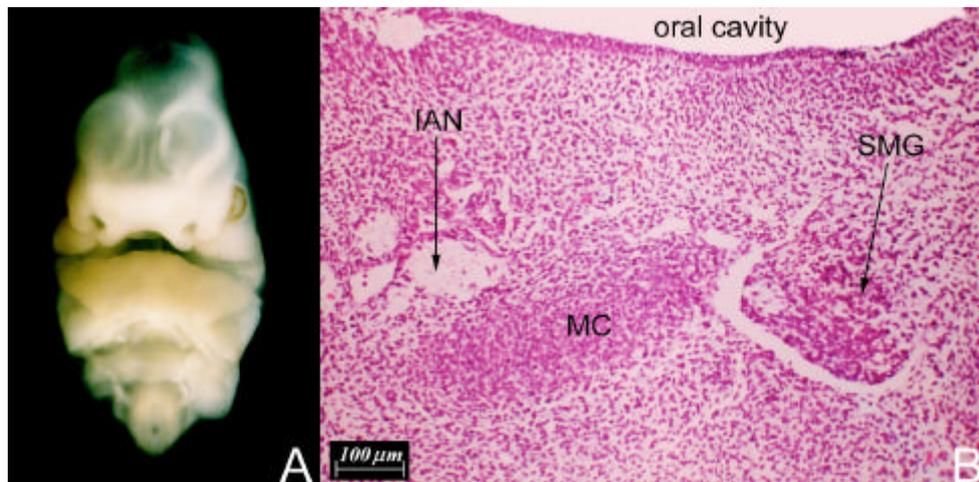


그림 5. 발생 17기의 하악궁. 하악궁에서 맥켈연골(MC)의 원기가 처음 관찰된다. 설신경은 고삭신경과 만나 하악신경절(SMG)을 형성하였다.

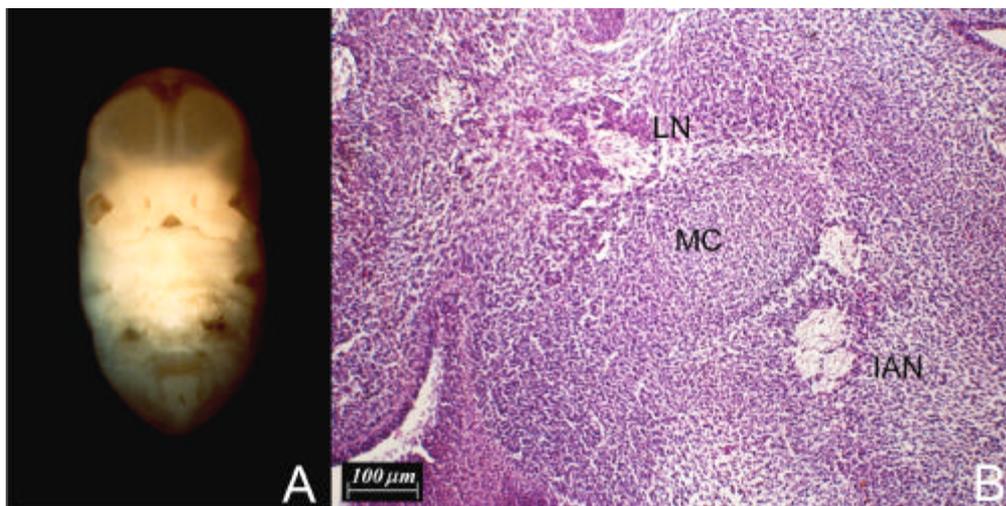


그림 6. 발생 18기의 하악궁. 맥켈연골이 분명해졌으나, 저작근의 원기는 관찰되지 않았다

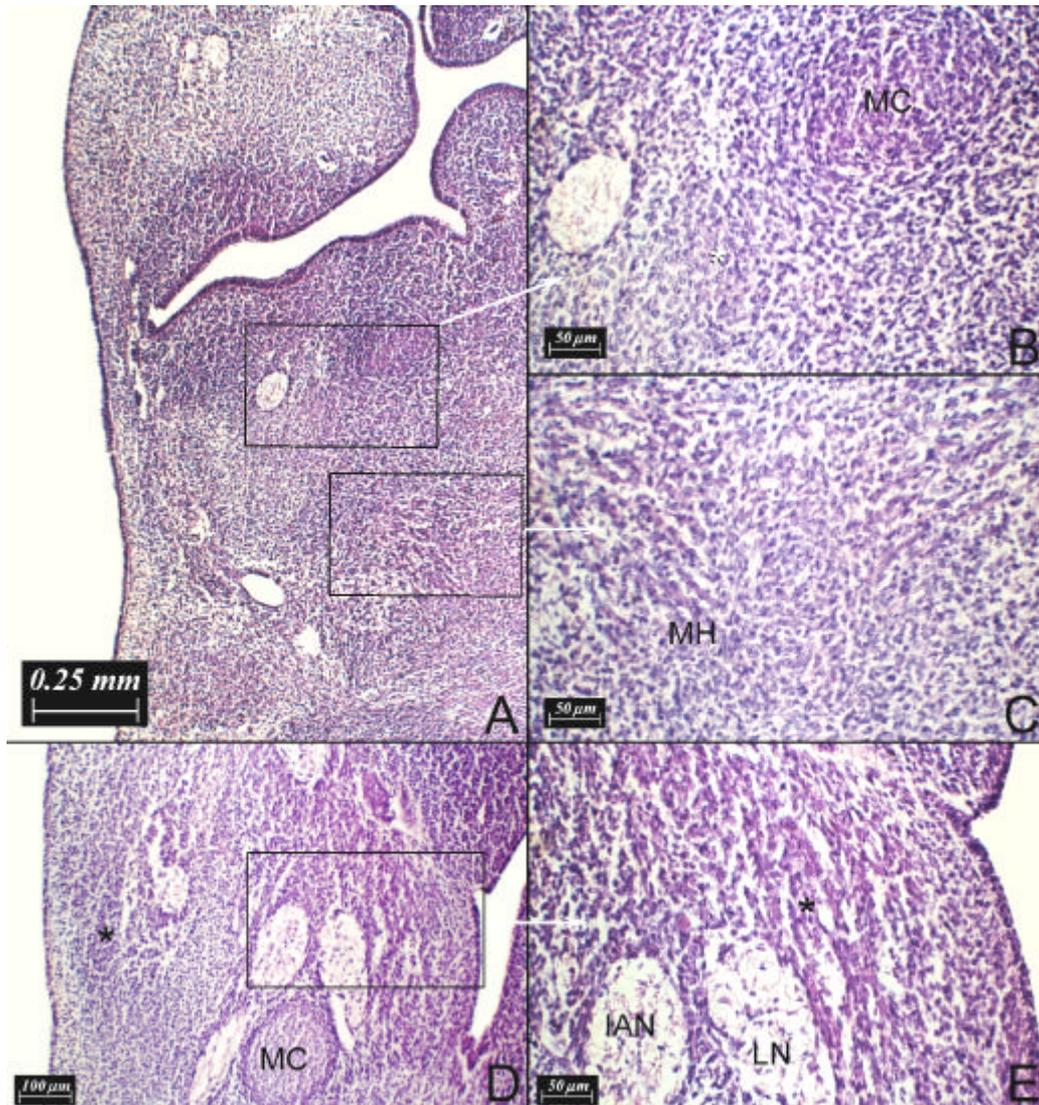


그림 7. 발생 19기의 하악궁. A. 발생 19기 두경부의 관상단면. B. 메켈연골의 원기 외측에서 하악골의 골양조직의 형성을 예고하는 변화가 처음 관찰되었다(\*). C. 이 시기에 악설골근(MH)의 근세사가 처음 관찰되었다. D. E. 하악신경이 하치조신경과 설신경으로 나뉘는 부위의 내측부 및 외측부에서 다소 치밀한 중간엽의 축합(\*)이 관찰되며, 내측부의 축합은 내측 및 외측익돌근의 원기로, 외측부의 축합은 교근 및 측두근의 원기로 추정된다.



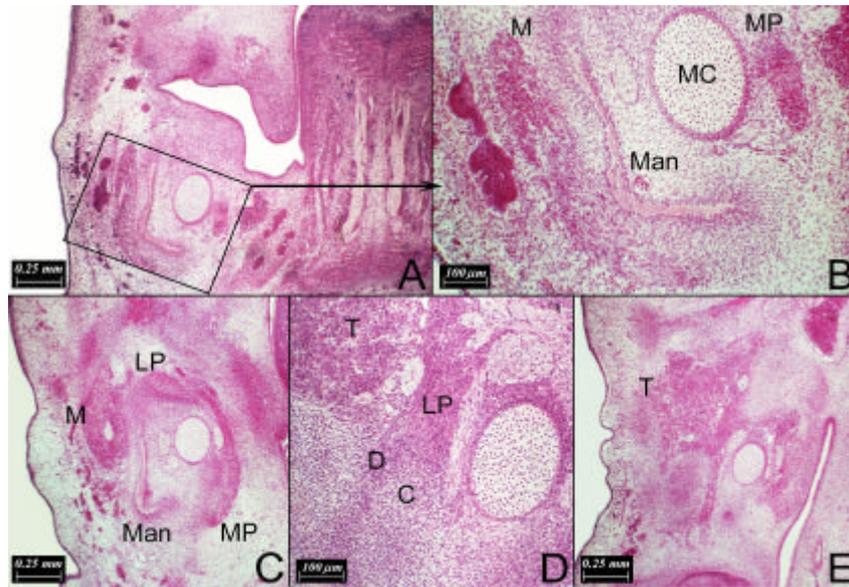


그림 10. 발생 22기. 내측익돌근에서 근세사가 관찰되고, 모든 저작근은 근육섬유가 방향성을 나타낸다. 교근은 하악골에 상당히 가까워졌으며, 외측익돌근과 측두하악관절 원판의 연결이 더욱 분명하다. C : mandibular condyle, D : articular disc, LP : lateral pterygoid muscle, M : Masseter muscle, Man : mandible, MC : Meckel's cartilage, T : temporalis muscle

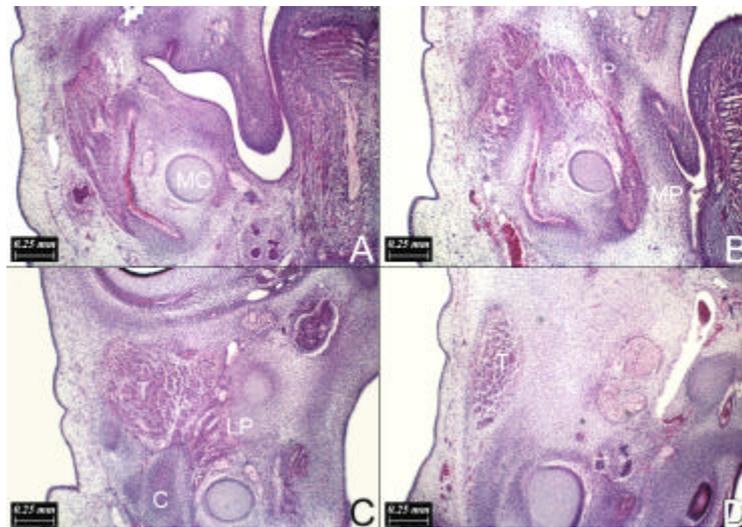


그림 11. 발생 23기. 모든 저작근이 특히 기시부와 정지부에서 분명한 범위를 갖고 있으나 근육이 부착하는 골격 성분은 아직 제대로 발달해 있지 않다

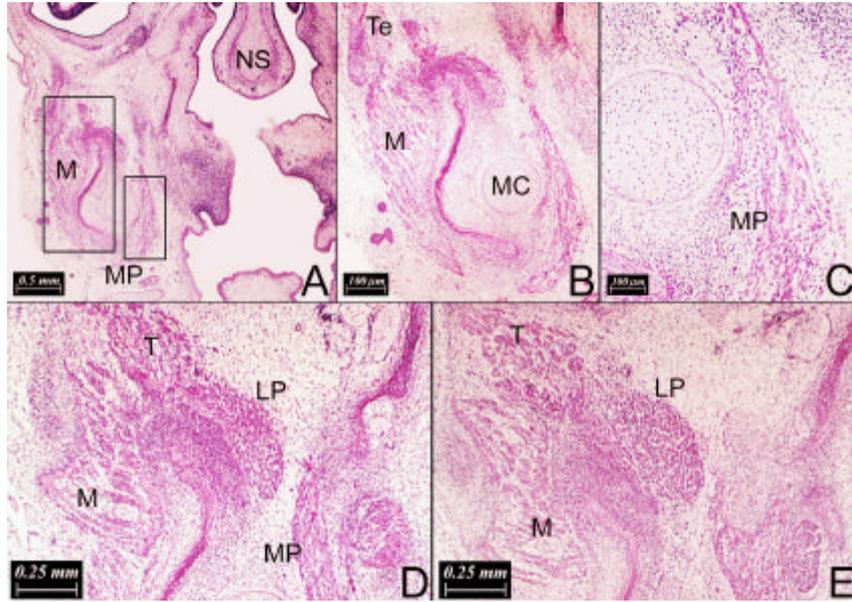


그림 12. 발생 9주. A. B. 발생 9주 태아의 해부도. C. D. 저작근은 발생 23기에 비해 근육섬유다발 사이의 간격이 넓어졌으며 전체적으로 크기가 커졌다.

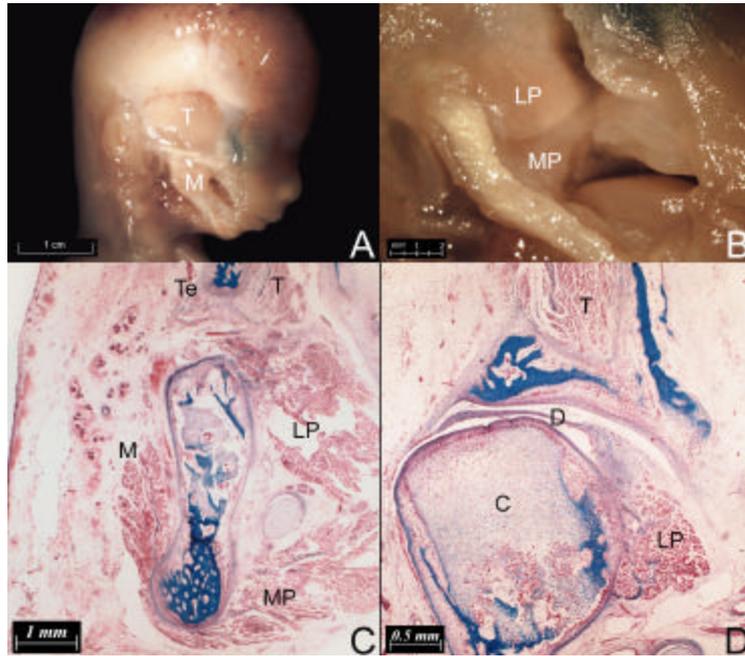


그림 13. 발생 12-13주. A. B. 발생 12주 태아의 해부도. C. D. 발생 13주의 저작근.

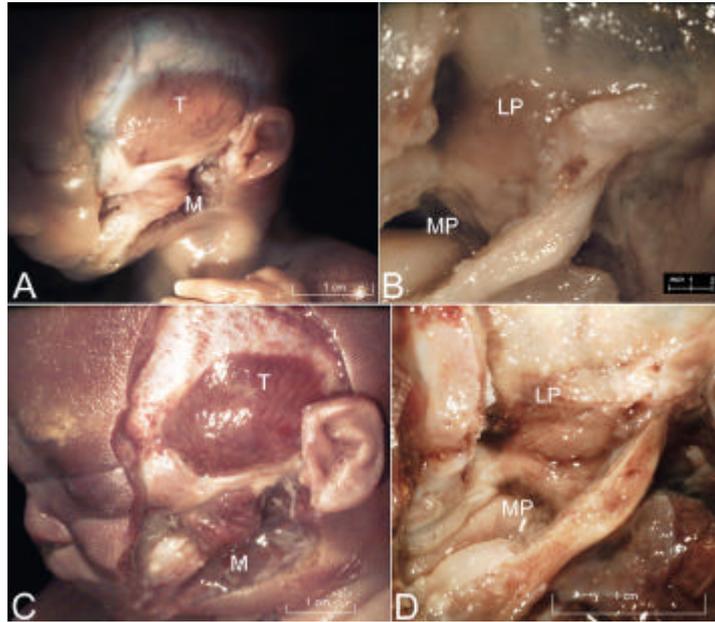


그림 14. A. B. 발생 16주. C. D. 발생 20주의 저작근.

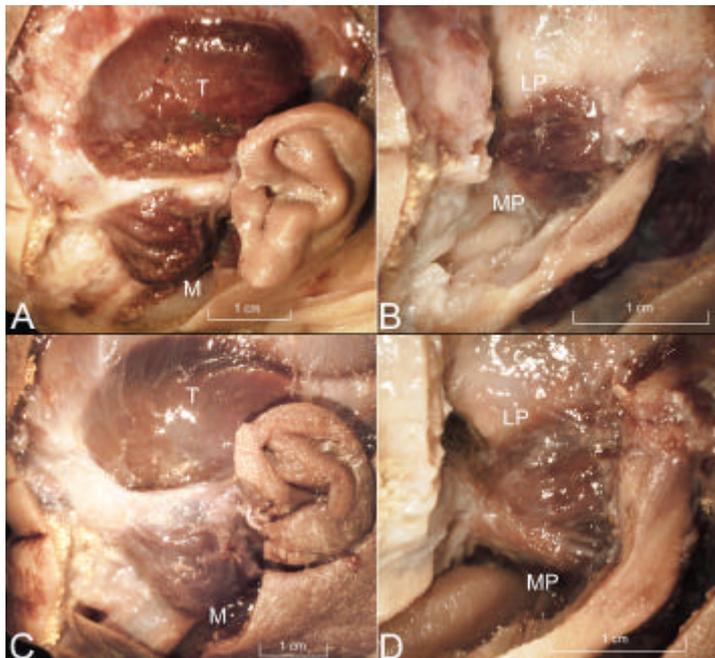


그림 15. A. B. 발생 24주. C. D. 발생 28주의 저작근

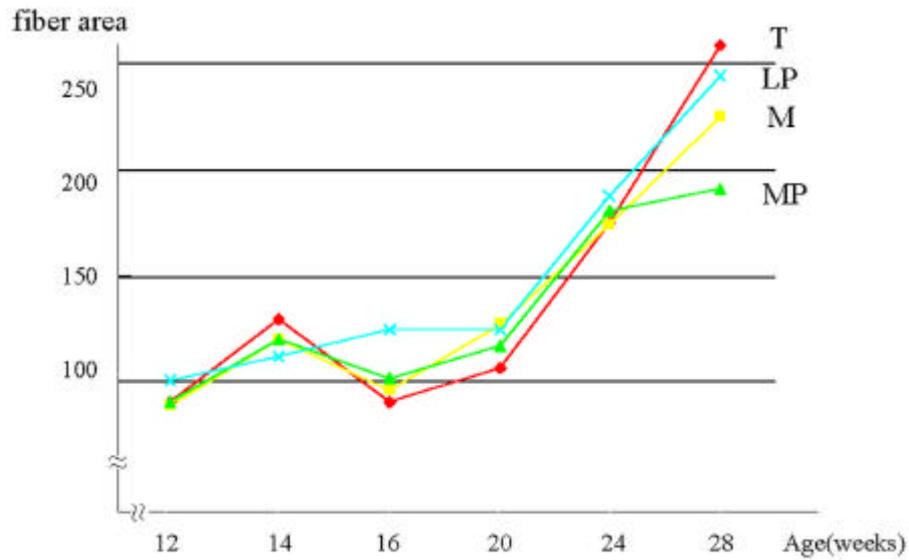


그림 16. 태아기 초 근육섬유의 성장 경향. 400배로 확대하여 근육섬유의 면적을 계측하였던 바 각 근육섬유의 평균 면적이 발생 20주 이후 빠르게 증가하는 경향을 보였다.

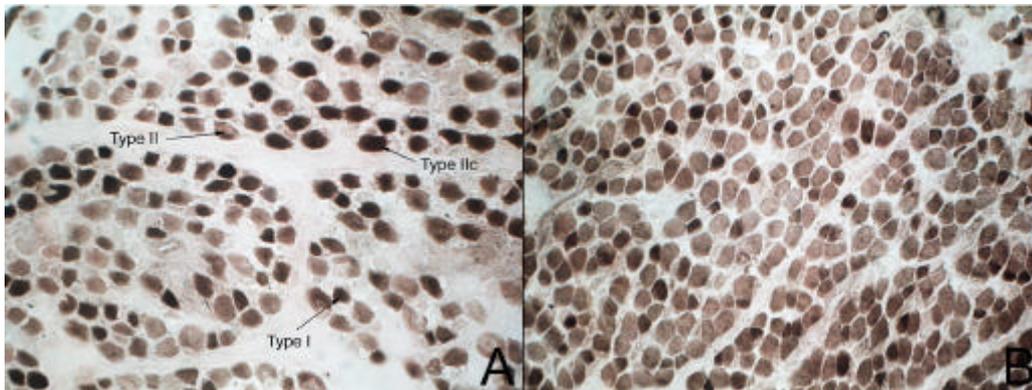


그림 17. mATPase 염색 결과. A. 발생 26주 태아. 크고 짙게 염색되는 미분화된 IIc 형 섬유, 짙게 염색되며 작은 I 형 섬유, 그리고 얇게 염색되며 큰 II 형 섬유가 관찰되어 근육섬유의 분화가 진행되고 있음을 관찰할 수 있었다. B. 발생 30주 태아. 미분화된 IIc 형 섬유의 수가 대폭 감소하였고 분화된 많은 II 형 섬유와 이 보다 적은 I 형 섬유가 관찰되었다.

## IV. 고찰

저작근은 교근, 측두근, 내측익돌근 및 외측익돌근으로 이루어지며, 하악골, 관골궁, 측두골 등에 부착하여 측두하악관절에서 턱을 열거나 닫는 운동을 일으킴으로써 음식물을 씹거나 발성에 중요한 역할을 수행한다. 또한 이 근육들의 작용은 부착된 뼈의 성장에 중요한 역할을 수행하기 때문에 두개안면부의 전체적인 성장에도 중요하며, 따라서 저작근이 악골의 성장 발달 과정에 어떻게 영향을 미치는지는 연구의 초점이 되어 왔다(Moore, 1965; Kiliaridis, 1995).

저작근육의 발달에 관한 연구는 대부분 출생 이후의 성장에 관한 것이며, 출생 전의 발생을 체계적으로 다룬 연구는 거의 없다. 저작근육의 발생을 다룬 연구들도 언제 뼈에 부착하는가, 근육형이 언제 처음 분화하는가 등 특정 관점에서만 분석한 것이 대부분이며(Baume, 1962; Furstman, 1963; 1977; Spyropoulos, 1977; Burdi, 1978), 저작근육이 언제 어떻게 발생하는가를 발생 초부터 체계적으로 다룬 연구는 없다. 또한 측두하악관절의 운동에는 뼈, 근육, 신경 등이 복합적으로 모두 관계되지만 이들 성분들이 각각 독립적으로 형성되기 때문에, 이들 성분들이 언제 어떤 순서로 발달하는가는 악안면분야의 성장을 이해하는데 중요한 이론적 배경을 제공해 준다.

저작근육의 출생전의 발생과정을 이해하는 것은 악골의 발생 및 발달과정을 이해하는 데 반드시 선행되어야 함에도 불구하고 아직까지 배자 및 태아기에 걸쳐 저작근육이 어느 시기에 어떻게 형태가 발생되고 악골 및 악관절의 발생과 어떤 관계를 갖는지에 대하여 체계적으로 연구된 바 없다.

따라서 이 연구에서는 발생 중인 인간 배자 및 태아에서 저작근육의 초기 발생 및 악안면에서 일어나는 중요한 초기 발생의 관찰을 통해 이들 사이의 상호관계를 분석하며, 효소-조직화학적 방법을 이용하여 초기 근육섬유형이 분화되는 양상을 연구함으로써 저작근육의 출생 전 발생을 이해하는데 필요한 기초적

자료를 제공하고자 하였다.

이 실험에서는 배자령(embryonic age)을 추정하는데 단순히 머리둔부길이(crown rump length)나 월경력(menstrual history) 등을 기준으로 추정하였을 때 나타날 수 있는 오차를 막기 위해, 카네기 발생기(Carnegie stage)를 이용해 배자의 외부 형태와 기관의 발생 정도에 따라 추정하였다(O'Rahilly와 Müller, 1987; 박형우 등, 1992). 카네기 발생기는 최근 인체발생학 연구에서 세계적으로 보편적으로 사용되는 추세에 있다. 이 기준에 의하면 발생 4주는 발생 10기-13기, 발생 5주는 14기와 15기, 발생 6주는 16기와 17기, 발생 7주는 18기와 19기, 그리고 발생 8주는 20기-23기에 해당한다. 한편 태아는 우리나라의 경우 태아령(fetal age)을 추정하는 기준이 확립되어 있지 않기 때문에 Iffy 등(1975)의 보고를 기준으로 머리둔부길이와 발길이(foot length)를 이용함으로써 태아령의 추정이 객관적이 되도록 최선을 다 하였다.

저작근육이 발생하기 이전에 하악궁에서 일어나는 주요 분화는 동맥궁의 형성, 하악신경의 분포(발생 12-14기), 양쪽 하악궁의 병합(발생 15기), 치아의 원기인 일차상피대의 출현(발생 16기), 맥켈연골의 출현(발생 17기), 하악신경으로부터 여러 가지의 출현(발생 18기) 등의 순서로 진행되었다.

이를 분석해 보면 저작근육이 발생하기 이전에 혈관, 신경, 외형, 그리고 골격 성분 등이 이미 출현함을 알 수 있다. 두경부의 발생에서 저작근육의 분화에 이들 성분이 어떤 역할을 하는가는 확실하지 않다. 그러나 발생 중인 사지의 경우 첨외배엽능선(apical ectodermal ridge)이 근육의 분화에 중요한 것으로 알려져 있으며(O'Rahilly 등, 1956), 인간 배자에서 신경이 사지로 들어간 후에 근육이 분화하는 것이 보고되었다(이승헌 등, 1997). 한편 동물을 이용한 실험에서 Bonner와 Adams(1982), Vivarelli와 Cossu(1986) 등은 상지에서 근모세포(myoblast)의 초기 분화에 신경의 존재가 중요하다고 보고하였다. 이 실험만으로 신경과 근육 분화의 관계를 직접 분석하기는 곤란하지만, 저작근육의 분화가 시작되기 이전에 이미 신경이 분포해 있어 상지에서와 같이 근육의 초기 분화

에 신경이 모종의 역할을 할 가능성이 충분할 것으로 추측할 수 있었다.

신경이 근육을 지배해 수축을 제어한다면 골격은 근육을 부착시켜 운동이 가능하게 한다. 두경부의 발생에 중요한 역할을 수행하는 인두궁에는 특징적으로 연골이 포함되어 있다(박형우, 1999). 하악궁의 연골은 맥켈연골이라 부르는데 발생 과정 중 일시적으로 존재하다가 퇴화되며 성인에서 하악궁에 해당하는 부위에 형성되어 있는 하악골과는 직접 관계가 없는 것으로 알려져 있다(조영준, 1998).

인간의 악관절은 맥켈연골이 아닌 하악골과 관계되며 저작근육은 하악골에 부착된다. 따라서 인간에서 발생 17기에 맥켈연골이 출현한 것으로 골격 성분이 먼저 형성되었다고 생각할 수 없다. 이 연구의 관찰 결과에 의하면 실제 골격 성분인 하악골은 발생 20기에 이르러 골양조직이 본격적으로 형성되기 시작했고 이후 상당히 느리게 발달했지만, 저작근육은 이보다 앞선 발생 19기에 처음 원기가 구별되고 골격 성분보다는 빠르게 발달하는 특징을 나타내었다. 또한 측두근의 경우 관골궁의 성분이 아직 발달하지 않은 상태에서 발생되었다. 이러한 결과는 교근과 측두근이 후에 부착될 하악골 보다 먼저 발생하며, 측두근 덩어리 안에서 형성된 근돌기가 후에 하악골체와 연결되는 결과와 일치하는 소견이었다(Spyropoulos, 1977).

저작근육이 처음 출현하고 분화하는 시기나 순서에 대해서는 별로 알려진 것이 없다. Spyropoulos(1977)는 머리둔부길이가 17.8-20 mm인 배자(크기로만 단순 비교하면 발생 7주말이나 8주초가 될 텐데 저자는 발생 6주초로 추정하였음)에서 교근과 측두근의 원기가 처음 출현함을 보고하였고, Ögütçen-Toller와 Juniper(1993)는 머리둔부길이가 20 mm인 배자(저자는 7주초 추정)에서 외측익돌근을, 머리둔부길이가 23 mm인 배자(저자는 7.5주로 추정)에서 측두근을 처음으로 구별할 수 있다고 보고하였다. 이 실험에서는 발생 19기에 두 개의 큰 중간엽 축합으로 저작근이 출현하였고, 발생 20기에 교근을 제외한 나머지 근육에서 근세사가 관찰되었고 발생 23기가 되면 근육의 분화가 뚜렷하게 관찰되었다.

성인에서 저작근은 측두하악관절의 운동에 관여하며 성인에서는 부착된 뼈와 함께 기능을 수행하지만, 발생 중에는 각기 독립적으로 형성된다. 따라서 각각 성분의 발생도 중요하지만 기능적으로는 두 성분이 언제 서로 연관되느냐가 중요하다. Furstman(1963)은 외측익돌근이 발생 8주에, 내측익돌근과 교근이 발생 13주에 부착된다고 하였으나 실제로 교근과 내측익돌근이 보다 일찍 부착될 가능성을 제시한 바 있다. 한편 Baume (1962)는 머리둔부길이가 24 mm인 배자에서 내측익돌근이 맥켈연골 내측에서, 교근이 골화중인 하악골에 부착되는 것을 관찰하였고, 외측익돌근과 측두근의 원기를 관찰하였다. 이 실험에서는 발생 10주가 되어야 저작근육이 골격 성분에 부착되었는데, 골격 성분이 불충분하게 발달되었기 때문이다. 골격이 충분하게 발달하기 이전인 발생 23기에 저작근육은 섬유성 조직대에 의해 골격에 부착하는 기시부와 정지부가 분명한 경계를 갖고 있었다. 이때 조직대는 골화중인 골격과 다소 간격을 두고 있었고 결국 뼈와 근육을 잇는 결합조직 성분으로 발달하게 되므로, 근육은 뼈와 관계없이 먼저 독자적으로 발달하며 이 섬유성 조직대를 통해 뼈의 발달에 간접적으로 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있었다.

윤활관절인 측두하악관절에서 관절강은 중요한 의미를 가지며, 발생 9주말-10주초에 형성되는 것으로 알려져 있다(연용흠, 1997). Furstman(1963)은 외측익돌근이 발생 8주에 측두하악관절에 부착된다고 보고한 바 있는데, 이 연구에서는 발생 21에 이를 확인할 수 있었다. 또한 발생 22기에는 근육섬유가 분명한 방향성을 나타내는 등 관절강이 형성되기 이전에 근육이 더 분화되어 있었다. 발생 12주 이후 저작근육은 무게나 섬유 직경이 점차 증가하는 것으로 보고되었다(Sato 등, 1994). 이 연구에서는 각 근육의 중간부위를 횡으로 절단하여 태아에서 근육섬유의 직경 변화를 관찰하였던 바 발생 16주까지는 큰 변화가 없었으나 발생 20주 이후 직경이 크게 증가하는 경향을 나타내었다.

일반적으로 인태아에서 근육의 발달은 세 시기로 구분할 수 있다(Dubowitz, 1966; Brooke 등, 1971). 제1기는 발생 12주에서 20주까지이며 미분화된 IIC형

섬유로 이루어지며, I형 섬유가 명확하게 구별되는 시기는 보고에 따라 차이가 많다(Fenichel, 1966; Ringqvist 등, 1974 ; Farkas-Bargeton 등, 1977; Collin-Saltin, 1978). 제2기는 발생 20주에서 26주까지이며, 많은 II형 섬유와 약간의 I형 섬유를 명확하게 구분할 수 있다. 제3기는 발생 30주 이후이며 성인에서와 같은 바둑판 모양의 분화양상을 보이고, I형 섬유와 II형 섬유의 분포도 서로 비슷하다고 한다.

저작근은 다른 골격근과 달리 type IIc와 intermediate fiber가 상대적으로 많이 관찰되는 특징이 있으며(Cate, 1994), 교근과 측두근에서 발생 22주까지도 뚜렷한 근육섬유의 분화가 관찰되지 않았다는 보고가 있다(Ringqvist, 1977). 이 실험에서 특수염색을 통해 연구한 발생 28주 및 30주 태아에서 근육섬유의 분화가 뚜렷한 것을 관찰할 수 있었는데, 저작근에서 근육섬유형의 분화에 대해서는 보다 많은 예수를 이용한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

이상과 같이 이 실험에서는 발생 중인 인간 배자 및 태아에서 연골, 동맥궁, 하악신경, 저작근 등 하악궁 성분이 어떤 순서로 발생되고 분화되는지, 저작근이 언제 처음 발생되는지, 저작 계통을 이루는 근육, 골 및 관절 성분이 발생학적으로 어떤 순서로 형성되는지, 태아기에 근육섬유의 성장이 어떻게 일어나는지, 그리고 근육 섬유형의 초기 분화를 연구하였다. 이를 바탕으로 초기 발생에 이어 언제, 어떻게 성인의 특징을 나타내게 되는가하는 연구로 이어지기를 기대한다.

## V. 결 론

저작근의 출생 전의 발생 과정을 이해하는 것은 악골의 발생 및 발달과정을 이해하는 데 반드시 선행되어야 함에도 불구하고 아직까지 배자 및 태아기에 걸쳐 저작근이 어느 시기에 어떻게 형태적으로 발생되고 악골 및 악관절의 발생과 어떤 관계를 갖는지에 대하여 체계적으로 연구된 바 없다.

따라서 이 연구에서는 발생 중인 인간 배자 및 태아를 이용해 연골, 동맥궁, 하악신경, 저작근 등 하악궁 성분의 초기 발생 및 분화, 저작근의 초기 발생, 저작계통을 이루는 근육, 골 및 관절 성분의 관계, 태아기 중 근육섬유의 초기 성장, 그리고 근육 섬유형의 초기 분화 등을 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 하악궁은 발생 10기에 처음 출현하여 발생 15기에 완전히 병합되었고, 발생 16-18기에 동맥궁이 발달하고 하악신경이 분포되며 치아의 원기가 출현하고 맥켈연골이 형성되는 등 근육 이전에 여러 구조들의 발생이 시작되었다.
2. 저작근은 발생 19기에 하악궁 중간엽의 축합으로 처음 관찰되었고, 발생 20기에 내측익돌근을 제외하고 모두 근세사가 관찰되었으며 내측익돌근의 근세사가 관찰되는 발생 22기에 저작근의 근세사가 분명한 방향성을 나타내었다.
3. 저작근은 발생 23기에 골격 성분과 관절 성분이 아직 발달하지 않은 상태에서 분명한 범위를 갖고 있었다. 발생 12-13주에 교근, 측두근 및 외측익돌근은 성인에서의 특징을 나타내었으나, 내측익돌근은 발생 17주 이후 맥켈연골이 퇴화하면서 점차 하악골에 밀착되었다.

4. 저작근 근육섬유의 면적은 발생 20주부터 급격히 증가하였다.

5. 발생 28주 이후에는 근육 섬유형의 분화가 활발하였다.

## 참고 문헌

- 김명국, 한국인 태아에 있어서 하악골체의 발육에 관한 연구. 종합의학 1962: 7: 697-713.
- 박형우, 인체 발생학. 제2판, 군자출판사, 1999.
- 박형우, 이규석, 김원규: 인간 배자 두경부의 외형 발생에 관한 연구. 대한해부학회지 1992: 25: 213-218
- 이승헌, 설은영, 박명철, 김관식, 김명희, 박형우: 사람 배자 상지의 신경발생과 주위 구조와의 관계. 대한성형외과학회지 1997; 24: 926-934.
- 연용흠, 인배자와 태아에서 측두하악관절의 발생에 관한 형태학적 연구. 연세대학교 대학원 논문 1997.
- 조영준, 사람 배자와 태아에서 맥켈연골이 하악골 발생에 미치는 영향에 관한 형태학적 연구. 연세대학교 대학원 논문 1998.
- Baume LJ : Ontogenesis of the human temporomandibular joint. 1. Development of the condyles. J dent Res 1962: 41: 1327-1339.
- Beecher RM, Corruccini RS : Effects of dietary consistency on maxillary arch breath in macaques. J Dent Res 1981; 60 : 68.
- Ben Ami Y, von der Mark K, Franzen A, de Bernard B, Lunazzi GC, Silbermann M: Immunohistochemical studies of the extracellular matrix in the condylar cartilage of the human fetal mandible: Collagens and noncollagenous proteins. Am J Anat 1991: 190: 157-166.
- Bonner PH, Adams TR: The involvement of nerves in chick myoblast differentiation. Proc Clin Biol Res 1982: 110: 349-358.
- Brooke MH, Williamson E, Kaiser KK: The behavior of four fiber types in developing and reinnervated muscle. Arch Neurol 25: 360-366, 1971

- Burdi AR, Spyropoulos MN : Prenatal growth patterns of the human mandible and masseter muscle complex. *Am J Orthod* 7: 380-387, 1978
- Cate AR, *Oral Histology, Development, Structure and Function*, 4th edn. St. Louis: Mosby Co., 1994.
- Colling-Saltin AF: Enzyme histochemistry on skeletal muscle of the human fetus. *J Neurol Sci* 39: 169-185, 1978b.
- Corruccini RS, Beecha RM : Occlusal variation related to soft diet in a nonhuman primate. *Science* 218:74-5, 1982.
- Dorfl J, Migration of tendinous insertions. I. Cause and mechanism. *J of Anat.* 131(1):179-95, 1980.
- Dubowitz C: Histochemistry, enzyme histochemistry of developing human muscle. *Nature* 1966: 211: 884-885.
- Farkas-Bargeton E, Diebler MF, Arsenio-Nunes ML, Wehrle R, Rosenberg B: Etude de la maturation histochemique, quantitative et ultrastructurale du muscle foetal humain. *J Neurol Sci* 31: 245-259, 1977
- Fenichel GM, A histochemical study of developing human skeletal muscle. *Neurology* 1966: 16: 741-745.
- Furstman L, The early development of the human temporomandibular joint. *Am J Orthod* 1963: 49: 672-682.
- Hall B, Historical overview of studies on bone growth and repair. In: *Bone*, Vol 6: Bone growth - A. Boca Raton: CRC Press, 1992: 1-19.
- Herring SW, Epigenetic and functional influences on skull growth. In: Hanken J, Hall BK, editors. *The skull*, Vol 1: Development. Chicago: The University of Chicago., 1993
- Iffy L, Jakobovits A, Westlake W, Wingate M, Caterini H, Karofsky P,

- Menduke H: Early intrauterine development: I. The rate of growth of caucasian embryos and fetuses between the 6th and 20th weeks of gestation. *Pediatrics* 1975; 56: 173-186.
- Kiliaridis S, Muscle function as a determinant of mandibular growth in normal and hypocalcemic rat. *Eur J of Orthod* 11(3):298-308, 1989.
- Kiliaridis S, Masticatory muscle influence on craniofacial growth. *Acta Odontol Scand* 1995; 53: 196-202.
- Low A, Further observations on the ossification of the human lower jaw. *J Anat* 1909; 44: 83-95.
- Moore WJ, Muscular function and skull growth in the laboratory rat (*Rattus norvegicus*). *J Zool* 1965; 152: 287-296.
- Moore WJ, An experimental study of functional components of growth in the rat mandible. 1973: *Acta Anat* 85: 378-385.
- O'Rahilly R, Gardner E, Gray DJ: The ectodermal thickening and ridge in the limbs of staged human embryos. *J Embryol Exp Morphol* 1956; 4: 254-264.
- O'Rahilly R, Müller F: *Developmental Stages in Human Embryos*. Carnegie Institution of Washington, 1987
- Ogutchen-Toller M : The Embryologic Development of the Human Lateral Pterygoid Muscle and Its Relationships With the Temporomandibular Joint and Meckel's Cartilage. *J Oral Maxillofac Surg* 1993; 51: 772-778.
- Ringqvist M, Ringqvist I, Thornell LE : Differentiation of fibres in human Masseter, Temporal, Temporal and Biceps Brachii muscle. *Journal of the Neurological Sciences*, 1977, 32: 265-273.
- Ringqvist M, Fiber types in human masticatory muscles-Relation to function ,

- Scand J Dent Res 82:333-355, 1974.
- Sato I, Ishikawa H, Shimada K, Ezure H, Sato T : Morphology and Analysis of the Development of the Human Temporomandibular Joint and Masticatory Muscle. *Acta Anat* 1994; 149: 55-62.
- Spyropoulos MN, The Morphogenetic Relationship of the Temporal Muscle to the Coronoid Process in Human Embryos and Fetuses. *Am J Anat* 150: 395-410
- Symons NBB, The development of the human mandibular joint. *J Anat* 1952: 86: 326-333.
- Vivarelli E, Cossu G: Neural control of early myogenic differentiation in cultures of mouse somites. *Dev Biol* 1986: 117: 319-325.

ABSTRACT

Early Development and Differentiation of Masticatory Muscle  
in Human Fetus

Young Jun Chang

*Department of Dentistry,  
The Graduate school, Yonsei University*

**(Directed by Assistant Professor Yeong-Bok Song, D.D.S., M.S., Ph.D.)**

The maintenance of form of skeletal muscle in relation to biomechanical functions is determined by the load it produces and the subsequent changes that occur in the morphology and size of bone and the direction of its growth. This functional adaptability of the bone in relation to physical load can be demonstrated in the jaw bone of the craniofacial region and ample studies have shown the influence of the function of the mandible and the masticatory muscles in relation to the growth of the jaw bone.

The limitation of the studies was owing to the fact that most of them were carried out in subjects after birth and only few studies are available regarding the relationship between masticatory muscles and the development of jaw bone paralleling previous reports.

The understanding of the developmental process of masticatory muscles prenatal must precede the understanding of the developmental process of jaw bone but little knowledge is available as to the chronological and morphological pattern of masticatory muscle development of embryo and fetus, and its relationship to the development of the jaw bone and the temporomandibular joint.

The purpose of this study was to observe the early development and differentiation of the fetal cartilage, aorta, mandibular nerve, and the

masticatory muscles. Also, the relationship between bone and joint components, the early development of muscle fibers in fetal period and early differentiation of muscle fiber types were examined.

The results were as follows.

1. The mandible arch appeared first at stage 10 and completely fused at stage 15. Between stages 16 and 18, the aorta, mandibular nerve and primary epithelial band for the tooth germ appeared and the Meckel's cartilage was observed, which preceded the development of muscles.
2. The masticatory muscle was first observed at stage 19 in the mesoderm of the mandible arch. At stage 20, most of the muscle fibers except the fibers of the medial pterygoid muscle appeared. The fibers showed obvious directional pattern during the developmental stage of the medial pterygoid muscles at stage 22.
3. The masticatory muscles at stage 23 was observed to be in a defined range. At 12th and 13th week the masseter, temporalis and the lateral pterygoid muscle appeared to resemble those seen in adults whereas the medial pterygoid muscle attached readily to the mandible after 17th week during the degeneration of the Meckel's cartilage.
4. The masticatory muscle fiber area increased rapidly after 20th week of development.
5. After 28th week of development, active differentiation of muscle fiber type was noted.

---

Key Word : human body, development, embryo, fetus, masticatory muscle, masseter muscle, temporalis muscle, medial pterygoid muscle, lateral pterygoid muscle.