

태아의 두부안면 성장과 발육에 관한 연X선학적 연구*

서울대학교 치과대학 교정학교실

양원식 · 서정훈 · 남동석 · 장영일

- 목 차 -

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 연구방법
- III. 연구결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌

I. 서 론

인체 안면부위의 성장은 배아로부터 시작하여 출생후의 일생을 통해서 지속되는 동적, 생물학적 연속성을 나타내며 이루어지는데, 여기에는 세포, 조직, 기관의 분화 기능의 발육, 그리고 크기, 모양의 형태적인 변화 등이 포함된다. 1937년 Broadbent²⁾에 의하면, 안면성장에 있어서 그 일반적인 형태가 확립되는 시기는 유치가 완전히 맹출된 후라고 언급한 바 있으며, Brodie⁴⁾는 생후 3개월부터 안면의 형태가 안정되어 나타나기 시작한다고 발표하였다. 그러나 그후 Ortiz와 Brodie²⁵⁾는 안면의 기하학적인 형태의 안정된 모습을 더 이른 시기에 즉, 출생시부터 확인할 수 있으며, 동시에 생후의 안면성장을 보다 완전하게 이해하기 위해서는 태생기의 안면성장 양상을 더욱 밝혀내야 할 필요성을 강조하였다.

한편, Scammon과 Calkins(1929)²⁸⁾에 의해

서 태생기의 인간신체의 일반적인 성장발육에 관한 고전적인 논문이 나온 이래, 태생기의 두부계측 및 전신계측에 대해서 많은 연구가 이루어지지 않고 있으며, 이와 관련되어 발표된 문헌들은 주로 국소적인 특정구조의 형성이나 그 발육에 주관심을 두어 왔는데, 근래에 들어서면서 Inoue¹⁸⁾, Kobayashi and Inoue (1961)²¹⁾, Ewers¹⁴⁾, Levhin(1967)²³⁾등에 의해서 태아 두부의 성장에 대한 연구가 진행되면서 크기, 형태, 성장방향에 대한 관심이 커지고 있다. 즉, 태생전에 얼마나 형태의 변화를 일으키면서, 어떤 방향으로 인체의 안면이 성장하고 있는지를 밝혀내는 것이 최근의 연구동향이라 할 수 있다. Birch¹⁾는 10주에서 27주에 이르는 태아들을 이용한 논문에서, 두둔장의 증가에 따라 각 구조들의 직선 길이가 일정하게 증가하면서, 이시기에는 급격한 변화는 나타나지 않으며, 하악연골결합에서 구개저의 3점(N, S, Ba)까지의 직선 길이증가가 유사한 것으로 보아 이 시기에 일정한 구조관계를 유지하고 있으며, 하악골과 상악골의 전방 성장량(basion-ANS, basion-symphysis)이 거의 유사하며, 또 이 시기에는 전두개저길이(anterior cranial base length)가 후두개저길이(posterior cranial base length)보다 두 배 빠르게 길이가 증가하게 되며, 상안면에서 수직 정중선 길이 증가는 전후방 길이증가(S-ANS, B-ANS)의 절반보다 적다고 하였으

*본 논문은 1988년도 서울대학교 병원 대단위 연구비 보조로 이루어진 것임.

며, 하악골의 성장이 전하방으로 이루어진다고 보고하였다.

또한, Ford(1956)¹⁵⁾의 주장과 마찬가지로 시기에는 하악골 후퇴 상태가 일반적인 형태로서, 일정하게 그 모양이 유지되는 것을 발표하였다. 그리고 Diewert(1985)¹¹⁾는 9-10주에 하악전돌이 가장 현저하게 나타났다가 12-20주에 Meckel 연골 위측으로 하악골이 형성되기 시작하면서 하악성장이 상악성장보다 지연되게 된다고 설명하였다. 한편, Scott(1958)²⁹⁾는 태아의 성장에 있어서 일정한 형태는 없으며, 여러 시기에 있어서 급속성장부위가 서로 뒤바뀌어질 수 있다고 보고한 바 있으며, Burdi(1965)⁸⁾는 배아의 정중시상면 절단의 사진촬영을 이용하여 출생전 두부의 크기와 형태의 변화에 대한 연구를 진행하였으며, 그후에도 태생기 두개계측과 출생전 성장의 일반적인 양상을 밝혀내기 위한 노력을 계속하였다. 이렇게하여 밝혀진 태생기 성장양상과 출생후 1년간의 성장양상을 비교한 결과, 태생기 및 생후의 성장간에 성장과 발육의 양상이 서로 유사하며 연속성을 가지고 있다는 것을 보고하였다. 그러나 이에 대한 국내의, 특히 교정학 분야에서의 연구는 표본채집의 어려움등으로 인해 그동안 거의 전무하지만 한국인 태아의 두부의 일반적인 성장양상과 다른 종족과의 비교연구는 반드시 필요하다고 사료된다. 본 논문에서는 태아두부의 고경, 길이, 형태의 변화에 큰 영향을 미치는 악안면 성장양상을 관찰하여, 두부의 각 악안면 골격구조의 성장양상을 태생기 경과 기간별로 비교조사해 봄으로써 두개저나 상하악골 등의 상대적인 관계를 관찰하고 태생학적인 연구를 시도하여 흥미 있는 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 연구방법

1. 연구재료

본 연구에 사용된 재료는 서울대학교 의과대학 병리학 교실에서 부검으로 확인되어 정상 한국인 태아로 등록된 태아들 중에서 태령 13

주에서 41주에 이르는 총 64례의 태아의 두부로서, 두개 악안면부위의 병적소견이 나타나지 않으면서 정상적으로 성장중이던 태아를 선택하였는데(Table 1), 석회화가 덜 된 태아들이므로 선명한 방사선 사진을 얻기 위해서 soft x-ray로써 촬영한 측모 두부방사선 계속 사진을 이용하였으며(Fig. 1, 2), 이중에서 촬영상태가 좋지 않거나, 두개안면두위의 형태가 손상된 sample은 제외하였다.



Fig. 1. Softex equipment.

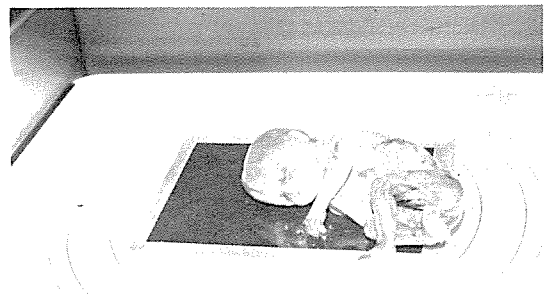


Fig. 2. Fixing the fetal head on the soft X-ray film cassette.

Table 1. Human fetuses used in this study.

Gestational Age (weeks)	Numbers	Cases
13 - 14	1	R1371
15 - 16	5	R1372, A87-146, R1373, A87-61, EU87-474
17 - 18	3	R1520, R1375, R1370
19 - 20	5	R1374, R1391, R1394, R1619, R1403
21 - 22	7	A87-108, A89-2, R1399, R1398, R1390, R2, A89-54
23 - 24	5	A87-39, R1419, R1506, R1518, A89-92
25 - 26	10	R1379, A87-72, R1389, F1, R1395, R1400, R32, R1392, R1480, R1401
27 - 28	6	A89-11, A88-20, R1483, A87-83, R1484, R1402
29 - 30	6	A89-61, R1487, R1396, A87-63, R1521, R1535
31 - 32	2	A1420, A89-90
33 - 34	4	A88-87, A87-56, R31, A89-91
35 - 36	3	A88-6, R66, R1423
37 - 38	3	A88-86, A87-57, A87-67
39 - 40	3	A87-58, R1393, A89-70
41 - 42	1	A89-8
Total	64	

Abbreviation: E (ESR); Embryonal Serial Section Registry
R (RCM); Registry of Congenital Malformation
A (CHA); Children Hospital Autopsy

2. 연구방법

성장양상을 조사하기 위한 계측점을 다음과 같이 선정하였으며,

1. S(Sella Turcica)
2. N(Nasion)
3. Ba(Basion)
4. Sym(Mandibular Symphysis)
5. Ar(Articulare)
6. Go(Gonion)
7. ANS(Anterior Nasal Spine)
8. PNS(Posterior Nasal Spine)

계측 항목들을 크게 두가지로 나누어 분류하였다.

- 1) Cephalometric Linear Measurements (mm)
 1. S-N(Anterior Cranial Base)
 2. S-Ba(Posterior Cranial Base)
 3. S-Sym(Facial Depth)

4. N-Sym(Anterior Facial Height)
5. S-Go(Posterior Facial Height)
6. ANS-PNS(Maxillary Length)
7. N-ANS(Maxillary Height)
8. Go-Sym(Mandibular Length)
9. Ar-Go(Mandibular Height)

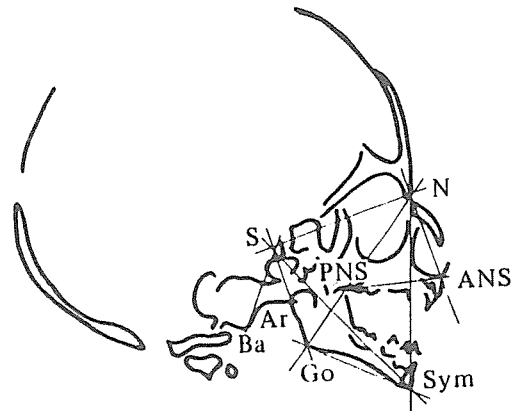


Fig. 3. Schematic drawing demonstrating cephalometric landmarks and measurements.

2) Cephalometric Angular Measurements (°)

1. S-N-ANS
2. S-N-Sym
3. S-Ar-Go
4. N-S-Ar
5. N-S-Ba
6. N-S-Sym
7. Symphysis Angle
8. SN-Palatal Plane Angle
9. Gonial Angle
10. Upper Gonial Angle
11. Lower Gonial Angle

III. 연구결과

1. 태아에서의 악안면 길이성장양상

전두개저의 길이성장을 보면, 태아초기에는 태령의 증가에 따라서 비교적 일정하게 길이가 증가되었는데, 즉 13주경에 그 길이가 8mm에 지나지 않다가 17주경에 16mm로 2배 커지게 되며, 그 후 점차 완만한 증가율을 보이면서 태아말기에 약 36mm로 성장하였다. 후두개저의 경우는, 13주경에 7mm에서 19주경 13mm로 약 2배 증가한 후, 태아말기에 약 24mm로 성장하였다. 하악골의 전하방 성장량을 나타내는 S-Symphysis의 길이는, 13주경의 10mm에서 태생말기에 약 53mm로 증가하였다. 상악골의 전후방적 길이를 나타내는 구개평면 (palatal plane ; ANS-PNS)의 변화는 13주경에 약 6mm에서 19주경에 13mm로 약 2배로 증가하였으며 그 후 태령증가에 따라 비교적 일정한 증가율을 나타내면서 출생기에 이르러서는 약 30mm로 그 크기가 증가하였다. 상악골의 전방고경을 나타내는 N-ANS의 계측치를 보면, 13주경에 그 수치가 구개면의 전후방 길이와 거의 비슷한 5mm에서, 19주경에 10mm증가하다가 그 후 증가율이 완만해지는 경향을 보였으며, 태아말기에 이르러 약 22mm로 그 길이가 성장하였다. 하악골의 길이성장

에 있어서 수직적인 성장과 수평적인 성장으로 나누어 볼 때, 수평적인 성장에 해당되는 Go-Sym은 13주경에 7mm에서 19주경에 15mm, 25주경에 23mm로 증가하면서, 출생시기에 이르면 35mm로 그 길이가 성장하였으며, 수직 성장에 해당되는 Ar-Go는 13주경에 2mm에서 19주에 4mm, 25주에 7mm, 출생시기에 이르러 14mm로 증가하였다. 안면부의 수직성장을 나타내는 안면고경 (facial height)을 전후방으로 나누어 조사해 본 결과, 우선 전안면고경에 해당되는 N-Sym의 증가양상을 보면, 그 길이가 13주경에 10mm였으나, 19주경에 20mm, 30주에 40mm로 증가하여 출생시기에 이르면 50mm까지 증가하였으며, 후안면고경 (S-Go)은 13주경에 7mm였다가 21주에 14mm로 커지며 출생시기에 이르면 약 26mm로 증가하였다 (Table 2).

2. 태아에서의 악안면 각도변화양상

전두개저와 후두개저가 이루는 두개저각 (N-S-Ba)은 태생초기인 13주경에 126°, 태생말기인 40주경에 135°로서 평균각도 130°정도를 나타내었으며, 각 N-S-Ar의 수치는 태생기별로 약간의 변이를 보이면서 100°에서 116°사이를 나타내었다.

전두개저를 기준으로, 상악골의 전하방 성장양상을 조사하기 위한 각 SN-palatal plane의 계측치를 보면 태생초기인 13주경에 약 11°정도였다가 태생기 경과에 따라 26주경에 9°, 34주경에 7°로 감소하여 태생말기에 이르면 약 5°정도를 나타내었다. 전두개저를 기준으로 상악골의 전후방적 위치관계에 해당하는 각 S-N-ANS은 13주경에 82°를 보이다가, 15주경에서 39주경까지는 90-95°사이를 나타내었고, 하악골의 전후방적 위치관계에 해당하는 각 S-N-Sym는 전 태생기동안 67-75°사이를 나타내었으며, 각 N-S-Sym은 60-66°사이를 나타내었다.

하악각에 해당하는 gonial angle은 전 태생기에 걸쳐서 128°에서 144°사이를 나타내었다 (Table 3).

Table 2. Cephalometric Linear Measurements (mm), (mean \pm std)

(a)

weeks	S-N	S-Ba	S-Sym	S-Ar	N-Sym
13-14	8,3 \pm 0,00	6,5 \pm 0,00	10,0 \pm 0,00	3,2 \pm 0,00	10,2 \pm 0,00
15-16	12,5 \pm 0,75	9,5 \pm 0,77	15,1 \pm 1,53	4,9 \pm 0,87	13,8 \pm 0,10
17-18	15,6 \pm 1,19	12,1 \pm 1,33	18,8 \pm 1,81	5,2 \pm 0,54	18,3 \pm 1,51
19-20	17,9 \pm 0,95	12,9 \pm 0,26	22,6 \pm 1,89	6,3 \pm 0,76	20,3 \pm 1,80
21-22	23,1 \pm 1,54	16,8 \pm 1,34	29,7 \pm 2,26	8,2 \pm 1,78	28,0 \pm 2,51
23-24	22,1 \pm 2,72	16,7 \pm 0,45	31,2 \pm 2,03	9,4 \pm 1,67	27,8 \pm 1,28
25-26	27,2 \pm 3,61	18,3 \pm 2,28	35,4 \pm 5,45	9,0 \pm 1,60	33,8 \pm 5,26
27-28	28,9 \pm 3,82	18,6 \pm 1,95	35,6 \pm 5,96	8,6 \pm 1,98	35,6 \pm 5,17
29-30	30,5 \pm 2,74	21,7 \pm 2,43	43,5 \pm 5,92	10,1 \pm 1,09	41,2 \pm 6,19
31-32	31,6 \pm 0,85	20,9 \pm 2,60	40,3 \pm 3,25	9,2 \pm 1,55	39,9 \pm 1,30
33-34	31,6 \pm 1,38	21,1 \pm 1,81	42,1 \pm 1,61	11,4 \pm 1,22	43,0 \pm 2,74
35-36	32,3 \pm 1,17	22,7 \pm 2,13	46,7 \pm 1,84	11,0 \pm 1,98	47,4 \pm 2,12
37-38	35,8 \pm 1,48	22,7 \pm 0,66	49,1 \pm 4,12	13,0 \pm 1,83	47,7 \pm 4,65
39-40	36,0 \pm 0,19	24,0 \pm 0,62	48,7 \pm 1,77	12,6 \pm 1,18	47,0 \pm 3,52
41-42	36,0 \pm 0,00	23,7 \pm 0,00	53,2 \pm 0,00	13,7 \pm 0,00	49,2 \pm 0,00

(b)

weeks	S-Go	ANS-PNS	N-ANS	Go-Sym	Ar-Go
13-14	6,7 \pm 0,00	6,1 \pm 0,00	4,9 \pm 0,00	7,1 \pm 0,00	2,3 \pm 0,00
15-16	7,1 \pm 0,87	9,4 \pm 0,78	6,5 \pm 0,29	10,6 \pm 0,56	2,7 \pm 0,56
17-18	9,3 \pm 1,43	10,3 \pm 0,76	8,7 \pm 0,92	11,5 \pm 0,60	4,8 \pm 0,74
19-20	10,2 \pm 1,66	13,4 \pm 1,68	9,6 \pm 0,58	14,7 \pm 0,99	4,4 \pm 1,21
21-22	13,9 \pm 2,12	17,0 \pm 1,87	12,2 \pm 0,92	18,4 \pm 1,91	5,8 \pm 1,28
23-24	15,0 \pm 1,78	15,6 \pm 2,10	12,0 \pm 1,82	18,4 \pm 2,19	6,5 \pm 1,74
25-26	16,2 \pm 2,89	20,0 \pm 3,17	14,6 \pm 1,90	22,6 \pm 3,83	7,2 \pm 1,69
27-28	17,0 \pm 3,49	20,8 \pm 3,70	15,9 \pm 2,39	22,8 \pm 4,06	9,0 \pm 2,56
29-30	21,6 \pm 2,70	23,4 \pm 3,58	17,0 \pm 2,32	26,8 \pm 3,78	11,1 \pm 1,31
31-32	18,0 \pm 1,25	24,5 \pm 1,20	17,2 \pm 0,30	27,9 \pm 4,35	9,2 \pm 0,20
33-34	20,2 \pm 1,69	24,6 \pm 1,62	17,5 \pm 0,88	27,1 \pm 2,58	9,8 \pm 2,32
35-36	22,1 \pm 4,07	27,5 \pm 2,45	18,9 \pm 0,33	30,6 \pm 1,62	11,8 \pm 2,45
37-38	26,7 \pm 3,15	26,5 \pm 1,45	19,3 \pm 1,10	27,9 \pm 1,07	13,8 \pm 1,96
39-40	24,7 \pm 0,39	26,0 \pm 1,10	16,6 \pm 2,18	31,1 \pm 0,94	13,5 \pm 1,45
41-42	25,5 \pm 0,00	32,7 \pm 0,00	21,9 \pm 0,00	35,3 \pm 0,00	11,4 \pm 0,00

Table 3. Cephalometric Angular Measurements (°), (mean ± std)

(a)

weeks	S–N–ANS	S–N–Sym	S–Ar–Go	Sym Angle	SN–PP
13-14	82.0 ± 0.00	67.0 ± 0.00	155.0 ± 0.00	75.0 ± 0.00	11.0 ± 0.00
15-16	90.2 ± 6.68	67.9 ± 6.77	151.3 ± 11.47	79.7 ± 3.04	9.5 ± 4.30
17-18	89.3 ± 2.54	66.6 ± 3.31	154.3 ± 7.90	72.7 ± 3.06	12.4 ± 1.14
19-20	90.0 ± 2.66	68.0 ± 4.14	155.1 ± 9.43	75.2 ± 3.37	9.6 ± 2.61
21-22	93.4 ± 2.50	70.5 ± 3.86	163.6 ± 22.00	69.3 ± 7.53	8.5 ± 2.48
23-24	90.7 ± 2.26	68.8 ± 4.18	171.3 ± 4.41	68.0 ± 7.15	9.8 ± 1.20
25-26	94.0 ± 2.79	69.3 ± 3.00	166.5 ± 6.64	67.0 ± 4.85	7.4 ± 2.03
27-28	88.6 ± 3.74	65.7 ± 2.00	166.6 ± 4.89	70.1 ± 2.72	93. ± 2.29
29-30	95.1 ± 7.24	72.8 ± 3.15	165.3 ± 6.22	65.3 ± 6.26	7.6 ± 1.40
31-32	95.0 ± 3.00	73.0 ± 0.00	164.5 ± 10.50	66.0 ± 1.00	7.5 ± 1.50
33-34	89.9 ± 5.39	65.8 ± 4.87	150.8 ± 6.42	69.5 ± 2.29	9.4 ± 2.38
35-36	92.8 ± 6.91	68.5 ± 4.42	159.2 ± 10.47	63.5 ± 6.01	7.0 ± 1.00
37-38	90.0 ± 1.47	70.7 ± 2.87	164.8 ± 4.94	69.0 ± 4.95	6.8 ± 3.09
39-40	94.7 ± 1.45	71.8 ± 1.84	147.5 ± 10.73	67.7 ± 4.50	4.8 ± 0.24
41-42	104.5 ± 0.00	75.5 ± 0.00	170.0 ± 0.00	62.5 ± 0.00	4.8 ± 0.00

(b)

N–S–Ba	N–S–Ar	N–S–Sym	Gonial A.	Up Go A.	Low Go A.
136.0 ± 0.00	115.0 ± 0.00	66.0 ± 0.00	128.0 ± 0.00	62.0 ± 0.00	66.0 ± 0.00
130.7 ± 6.78	113.7 ± 16.24	60.8 ± 6.19	133.8 ± 6.33	71.3 ± 7.11	62.5 ± 5.22
130.7 ± 5.79	106.7 ± 10.62	64.0 ± 4.95	139.6 ± 2.05	69.3 ± 4.81	70.3 ± 3.68
130.1 ± 6.87	109.9 ± 7.88	60.8 ± 3.45	131.3 ± 5.35	67.1 ± 3.20	64.2 ± 6.49
126.1 ± 3.61	100.4 ± 5.40	62.9 ± 3.19	140.2 ± 4.92	66.6 ± 8.15	73.6 ± 6.34
128.7 ± 4.04	102.4 ± 13.00	65.8 ± 9.40	133.3 ± 6.78	58.1 ± 7.84	75.2 ± 7.24
130.0 ± 2.50	99.7 ± 7.60	63.6 ± 3.19	138.1 ± 5.53	64.9 ± 4.85	73.2 ± 5.81
128.6 ± 2.21	105.4 ± 2.88	62.5 ± 7.38	132.6 ± 5.82	60.8 ± 2.78	71.8 ± 4.40
132.4 ± 2.88	101.3 ± 7.55	64.0 ± 2.81	135.0 ± 7.11	59.6 ± 5.96	75.3 ± 6.37
128.0 ± 8.00	107.5 ± 12.50	61.5 ± 2.50	137.0 ± 8.00	66.5 ± 4.50	70.5 ± 3.50
133.4 ± 3.11	112.1 ± 3.78	66.8 ± 1.60	144.0 ± 5.79	70.5 ± 5.22	73.5 ± 1.80
136.8 ± 2.59	115.4 ± 7.36	71.0 ± 3.94	134.7 ± 8.06	57.3 ± 4.50	77.3 ± 6.13
132.7 ± 0.47	99.8 ± 2.72	66.3 ± 4.19	136.1 ± 5.39	59.6 ± 2.00	76.5 ± 6.01
131.5 ± 3.63	114.8 ± 8.25	65.0 ± 4.24	138.6 ± 2.62	65.8 ± 3.57	72.8 ± 5.92
135.0 ± 0.00	101.5 ± 0.00	63.0 ± 0.00	131.0 ± 0.00	75.0 ± 0.00	55.0 ± 0.00

IV. 총괄 및 고안

1. 태아기에서의 악안면 길이성장양상

상악골의 성장과 밀접한 관계를 가지고 있는 두개저 길이의 변화양상을 보면, 우선 전두개저의 길이가 태령 13주경에 약 8mm에 불과하다가 17주경에 16mm로 급속하게 성장하여 태아말기에 이르면 그 길이가 36mm까지 도달하게 되는데, 이 전두개저의 길이가 후두개저의 길이보다 훨씬 빠르게 성장하는 것으로 나타났다(Fig. 7). 이 결과는 Mestre²⁴⁾, Johnstone²⁰⁾, Burdi⁷⁾, Levihn²³⁾, Birch¹⁾, Houpt¹⁷⁾ 등의 연구 결과들과 일치하는 것으로서 상악골을 포함한 비상악복합체가 전방으로 상당량 성장해 나갈 수 있도록 전두개저의 성장이 크게 기여를 하는 것으로 생각할 수 있으며, 악안면 구조들이 전체적으로 수직적인 높이의 성장보다는 전후방적인 길이의 성장이 더 많이 일어나는 것으로 분석할 수 있다. 그리고 하악골의 전하방 성장을 보여주는 항목인 S-Sym계측치가 위의 전후 두개저 길이성장보다 더 크게 나타남으로써, 하악골의 전하방 성장이 매우 활발하게 이루어짐을 알 수 있다.

중안면부위 형태를 결정하는 주된 골격구조

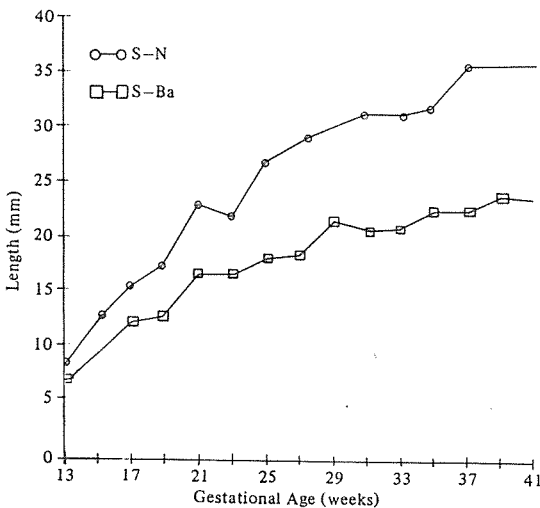


Fig. 4. Cephalometric Linear Measurement; Cranial base.

에 해당하는 상악골의 성장 양상을 알아보기 위해서, 상악골의 높이 성장과 전후방 길이 성장으로 나누어 분석해본 결과, 상악골의 높이 성장을 나타내주는 중안면고경(N-ANS)계측 항목보다 전후방 길이의 성장을 나타내는 구개평편(ANS-PNS)의 성장량이 더 빠르게 증가함으로써(Fig. 5), 구개평편의 빠른 성장이 중안면부위가 전방으로 빨리 성장해 나가는데 결정적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있는데, 이 결과는 Houpt¹⁷⁾, Scammon & Calkins²⁸⁾, Birch¹⁾ 등에 의한 상악골의 성장양상에 대한 연구결과와도 거의 유사하게 일치하였다. 그러나 Inoue¹⁸⁾는 안면부위성장에서 상악골의 높이가 전후길이보다 길이 증가율이 앞선다고 보고한 바 있다. 또한 N-ANS와 S-Ar의 계측치를 비교해 본 결과, 전방에서의 상악골 수직성장에 해당하는 N-ANS항목이 후방에서의 상악골 수직성장이라고 할 수 있는 S-Ar 항목보다 증가율이 더 크게 나타나는 것으로 보아 상악골의 전체적인 형태를 볼 때 후방에서보다 전방에서 수직성장이 더 많이 이루어진다고 할 수 있으며, 따라서 상악골의 전방부분이, 성장에 의해서 전하방으로 그 위치변화를 가져오는 것으로 해석할 수 있다.

하악골의 성장양상에 대해서도 많은 연구들이 진행되어 왔으며 또한 그 결과도 대개 일치

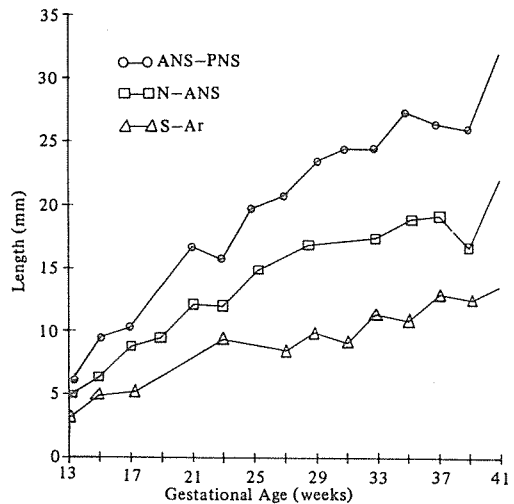


Fig. 5. Cephalometric Linear Measurements; Maxilla

된 것으로 나타나는데, Diewert¹¹⁾는 태령 9-10주경에 하악골의 전돌상태가 가장 현저하게 나타났다가 태령 12-20주경이 되면 Meckel 연골대신에 골 구조의 하악골이 형성되기 시작하면서 하악골의 성장이 상악골의 성장에 비해 뒤쳐지게 된다고 하였으며, Birch¹²⁾도 태령 10-27주 사이에는 하악골의 후퇴상태가 일반적인 모습이라고 발표한 바가 있다. 또한, 하악골 자체의 전후방성장과 수직성장을 조사비교하여 본 결과(Fig. 6), 전후방성장(Go-Sym)이 수직성장(Ar-Go)보다 훨씬 크게 나타났으며, 상하악의 전후방적인 성장량을 비교해 보기 위해서 ANS-PNS 계측치와 Go-Sym 계측치의 변화를 함께 비교해 본 결과(Table 2), 태령 13주에서 41주에 이르기까지 거의 비슷한 양의 성장속도를 나타냄으로써 상악골과 하악골의 성장이 거의 비슷한 양상을 나타내어, 태령의 증가에도 불구하고 상하악골 부위에 있어서 안면 구조관계의 변화없이 그 구조형태를 그대로 유지함을 알 수 있었다.

Birch¹³⁾는 태령 10주에서 27주까지의 태아를 대상으로 상하악의 전후방적인 위치관계를 조사하였는데, 이 시기에 상하악골이 비교적 균등한 전방 성장량을 보였으며 특히 상악의 ANS와 하악의 symphysis에서 두개저의 3점 악골 수직성장이라고 할 수 있는 S-Ar 항목보다 인 nasionm, sella, basion간의 거리 증가를 비교한 결과, 상하악의 전후방 성장을 나타내는, basion에서 ANS와 symphysis 사이의 길이가 거의 같은 비율로 성장하였으며 nasion에서 ANS와 symphysis간의 거리인 상하악의 고경의 성장은 상악보다 하악에서 더 많이 증가하는 것을 보고하였다. 본 연구에서는, 측두개면 촬영시 태아의 중심위 교합상태를 얻을 수 없으므로 계측상에 있어서 오차가 매우 클 것으로 예상하여 상악골과 하악골의 길이와 고경성장을 별도로 비교 관찰한 결과, 상악에서는 상악골의 전방고경(N-ANS)이 후방고경(S-Ar)보다 빠르게 성장하였고(Fig. 5), 하악에서는 길이와 고경의 비율인 Go-Sym/Ar-Go의 비율이 태령 13주경에는 약 2.0정도인데 비하여 태령 40주경에는 약 3.1정도로 증가됨과 함께 상

하악 전체적으로는 태생기중 상하악의 고경성장보다는 길이성장이 더 빠르게 진행되고 있음을 관찰하였다(Table 3).

안면측모에서 전안면고경(N-Sym)과 후안면고경(S-Go)의 증가양상 비교에 있어서는 비상악복합체에서의 수직고경의 증가와 하악연골결합의 전하방의 성장으로 인해서 전안면고경이 크게 증가한데 비해서 후안면고경의 성장에 있어서는 그 증가율이 상대적으로 저조하여 태령이 증가함에 따라 전안면고경과의 격차가 점차 커짐을 볼 수 있었다(Fig. 7). 따라서 전체

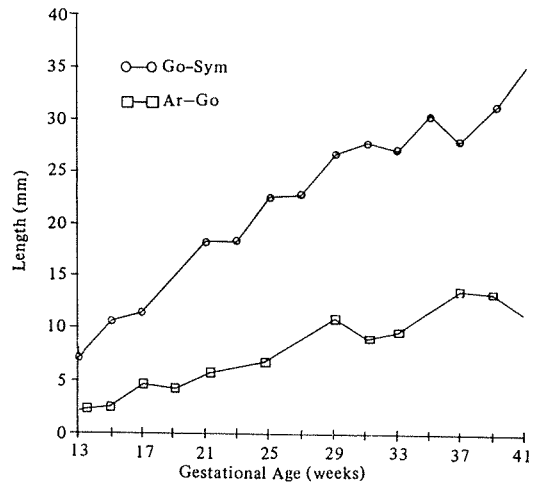


Fig. 6. Cephalometric Linear Measurements; Mandible.

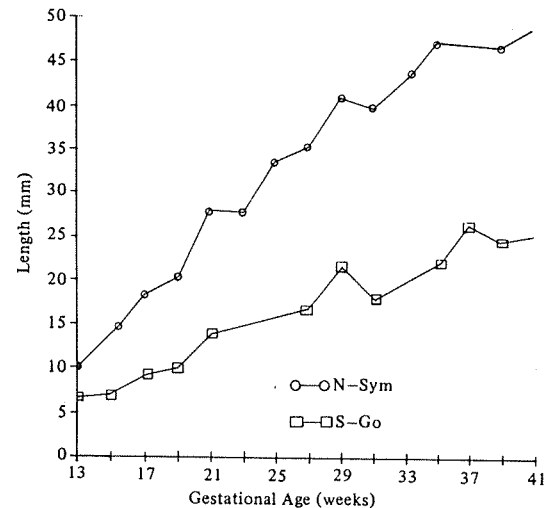


Fig. 7. Cephalometric Linear Measurements; Facial Height

안면측모의 형태가 점차 clockwise growth pattern을 보인다고 할 수 있으며, Birch¹⁾ 등이 주장한 바와 같이 하악연골결합의 상대적인 위치또한 전하방으로 이동됨을 알 수 있다.

2. 태아기에서의 악안면 각도 변화양상

Enlow¹²⁾, Björk³⁾ 등이 언급한 바와 같이, 인간의 안면부위의 출생후 성장과정을 통해서 볼 때 두개저의 성장과 그 각도변화는 안면의 성장양상과 악안면 형태의 관점에서 상당히 중요한 의미를 가지고 있는데, Björk³⁾의 연구결과에 의하면, 출생후의 두부성장을 분석한 결과, 두개저각(N-S-Ba)이 일반적으로 126-130°정도의 수치를 나타내고 있으며, 출생 1년 후에는 비교적 일정하게 유지하게 된다고 보고하였다. 태생기중 이 각도의 크기변화에 대하여도 많은 연구가 있었는데, Diewert¹¹⁾는 배아 말기와 태아 초기에 128°의 평균치를 유지하고 있음을 보고하였으며, 또한 Burdi⁷⁾는 second trimester시기에 126°-131°의 평균값으로써 일정하게 유지된다고 하였고, Johnston²⁰⁾도 약 132°의 값으로써 큰 변화없이 관찰되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 13주에서 41주에 이르는 동안 130°전후를 유지하고 있음을 관찰하였는데(Fig. 8), 이는 선학들의 연구결과와 일치하는 것으로서, 두개저각이 태생 초기에 안정되어서 이후의 태생기에는 거의 일정

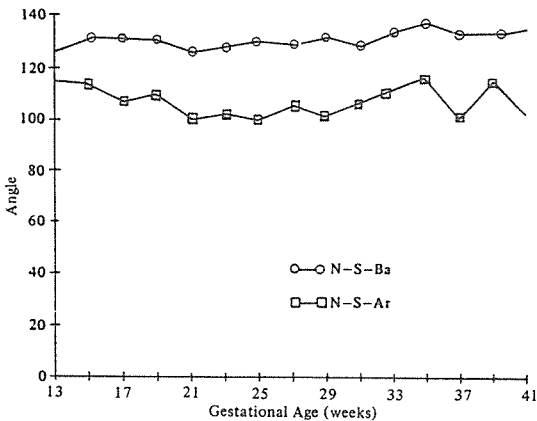


Fig. 8. Cephalometric Angular Measurements; Cranial base angle.

한 각도를 유지하고 있음을 나타내었다.

본 연구에서는, 또한 구개평면의 성장양상을 분석하기 위해서 전두개저를 기준으로 하여 구개평면이 이루는 각도의 변화를 관찰해 본 결과, 태령 13주경에 11°에서 태령의 증가에 따라 전체적으로 점차 감소하여 태생 말기에 이르면 5°로 감소된 것을 관찰할 수 있었는데(Fig. 9), 상악골 전방부위의 상악골고경(N-ANS)의 상대적인 높은 성장률에도 불구하고 이 각도가 감소한 이유는 전두개저의 전상방으로의 성장방향과, 상악골의 후방부위에서도 상당량의 수직성장이 이루어지고 있다는 것으로 나누어 생각할 수 있으며, nasomaxillary segment의 후방부위의 성장이 매우 활발해서 태생기에 비후강의 성장 발육이 뚜렷하게 이루어져서 양수의 연화작용 및 하악운동등이 원활하게 됨을 예상할 수 있다.

ANS와 하악연골결합의 전방으로의 위치적 변화를 전두개저와 비교하여 조사해 보았는데 두 가지의 특기할 만한 점을 발견하였다. 즉, 두 계측치가 전체적으로 매우 완만한 증가 추세를 보였으며 두 계측치가 태령 증가에 따라

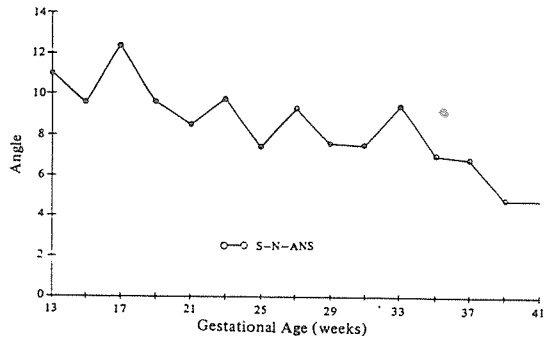


Fig. 9. Cephalometric Angular Measurements; SN-Palatal Plane

서로 일정한 간격을 그대로 유지하였다(Fig. 10). 이것은 상악골과 하악골이 전체적으로 전방으로 돌출되어 나오고 있으며 태령 13주에서 41주에 이르기까지 상하악골 관계는 거의 일정하게 유지된다고 볼 수 있으며, gonial angle과 N-S-Sym 각은 전체적으로 각도의 변화를 볼 수 없었고(Fig. 11, 12), symphysis angle

도 전체적으로 각도의 변화를 볼 수 없었다 (Fig. 12).

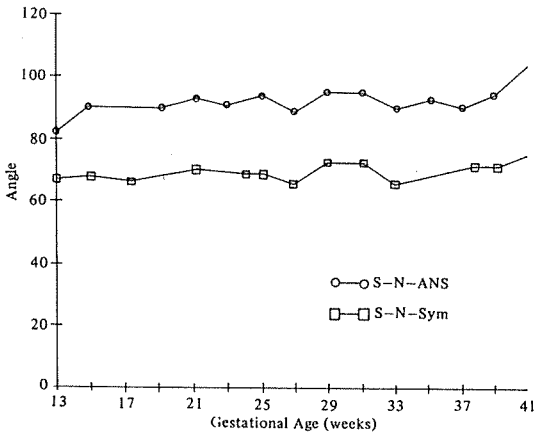


Fig. 10. Cephalometric Angular Measurements; Antero-posterior growth.

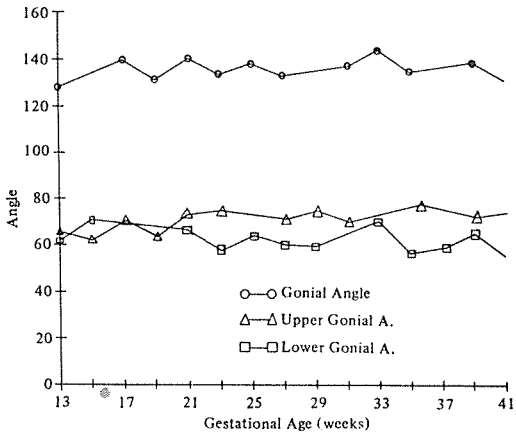


Fig. 11. Cephalometric Angular Measurements; Gonial Angle.

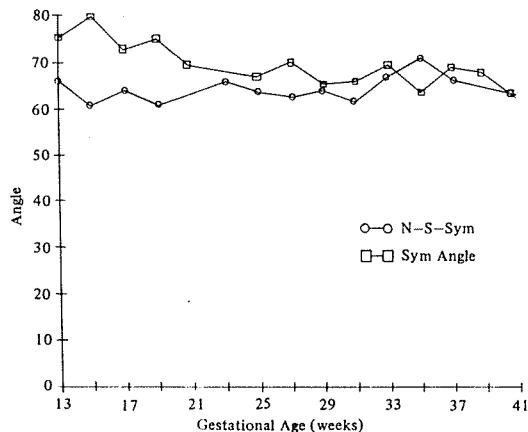


Fig. 12. Cephalometric Angular Measurements; Symphysis.

V. 결 론

한국인 태아 64례를 이용한 측모 두부 soft x-ray 관찰을 하였는데 태생기중의 성장 발육의 특징은 다음과 같다.

1. 전두개저의 길이성장량이 후두개저의 경우보다 크게 나타났다.
2. 상악골의 수직성장량보다 수평성장량이 더 크게 나타났다.
3. 두개저각이 13주 이후의 태생기동안 평균 각 약 130°로 큰 변화없이 유지되었다.
4. 전두개저와 구개평면이 이루는 작은 태령 증가에 따라 완만한 감소추세를 보였다.

REFERENCES

1. Birch, R.H. 1968. Foetal retrognathia and the cranial base. *Angle Orthod.* 38, 231-235.
2. Broadbent, B.H. 1937. The face of the normal child, *Angle Orthod.* 7:183-207.
3. Björk, A. 1955. Cranial base development. *Am. J. Orthod.* 41, 198-226.
4. Brodie, A.G. 1941. On the growth pattern of the human head. *Am. J. Anat.* 68, 209-262.
5. Brodie, A.G. 1955. The behaviour of the cranial base and its components as revealed by serial cephalometric roentgenograms. *Ang. Orthod.* 25, 148-160.
- 6; Burdi, A.R. 1941. On the growth pattern of human head from the third month to the eighth year. *Am. J. Anat.* 68, 209-262.
7. Burdi, A.R. 1969. Cephalometric growth analysis of the human upper face region

- during the last two trimesters of gestation. *Am. J. Anat.* 125, 113-125.
8. Burdi, A.R. 1965. Sagittal growth of the nasomaxillary complexes during the second trimester of human prenatal development. *J. Dent. Res.* 44, 112-125.
 9. Burdi, A.R., Silvey, R.G. 1969. Sexual difference in closure of the human palatal shelves. *Cleft Palate J.* 6, 1-7.
 10. Diewert, V.M. 1974. A cephalometric study of orofacial structures during secondary palate closure in the rat. *Arch Oral Biol.* 19, 303-315.
 11. Diewert, V.M. 1985. Development of human craniofacial morphology during the late embryonic and early fetal periods. *Am. J. Orthod.* 88, 64-76.
 12. Enlow, D.H. 1975. *Handbook of facial growth*, Philadelphia. W.B. Saunders Company, pp. 147-195.
 13. Enlow, D.H., McNamara, J. 1973. The neurocranial basis for facial form and pattern. *Angle Orthod.* 43, 256-270.
 14. Ewers, S.R. 1967. A study of prenatal growth of the human bony palate from 3 to 9 months. *Am. J. Orthod.* 53, 699. *Dent. Univ.* 8, 205-227.
 15. Ford, E.H.R. 1956. The growth of the foetal skull. *Am. J. Anat.* 90, 63-72.
 16. Ford, E.H.R. 1958. Growth of the human cranial base. *Am. J. Orthod.* 44, 498-506.
 17. Houpt, M.I. 1970. Growth of the craniofacial complex of the human fetus. *Am. J. Orthod.* 58, 373-383.
 18. Inoue, N. 1961. A study on the developmental change of dentofacial complex during fetal period by means of roentgenographic cephalometrics, Tokyo Med. Dent. Univ. Bull. 8, 205-227.
 19. Johnston, L.E. 1962. Sagittal growth changes in the fetal face; 12 to 22 weeks. Mimeographed material.
 20. Johnston, L.E. 1974. A cephalometric investigation of the Sagittal growth of the second trimester fetal face. *Anat. Rec.* 178, 623-630.
 21. Kobayashi, S. and Inoue, N. 1961. Radiological observations on the development and growth of the Japanese fetal cranium. *Bull. Tokyo med. dent. Univ.* 8, 165-181.
 22. Lee, S.K., Lim, C.Y. and Chi, J.G. 1989. Prenatal growth and development of tongue in Korean Fetuses. Unpublished.
 23. Levihn, W.C. 1967. A cephalometric roentgenographic cross-sectional study of the craniofacial complex on fetus from 12 weeks to term. *Am. J. Orthod.* 53, 699-700.
 24. Mestre, J.C. Jr. 1958. A cephalometric appraisal of cranial and facial relationships at various stages of human fetal development. *Am. J. Orthod.* 45, 473.
 25. Ortiz, M.H., and Brodie, A.G. 1949. On the growth of the human head from birth to the third month of life. *Anat. Rec.*, 103, 311-333.
 26. Pritchard, J.J., Scott, J.H. 1956. The structure and development of cranial and facial structures. *Am. J. Anat.* 90, 6.
 27. Samuel Pruzansky and Edward, F.L. 1958. *Cephalometric roentgenography of infants.* *Am. J. Orthod.* 44, 159-186.
 28. Scammon, R'E. and Calkins, L.A. 1929. *The development and growth of the external dimensions of the human body in the fetal period*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
 29. Scott, J.H. 1958. The analysis of facial growth. I. The anteroposterior and vertical dimensions. *Am. J. Orthod.* 44, 507-512.
 30. Scott, J.H. 1958. The analysis of facial

- growth. II. The horizontal and vertical dimensions. *Am. J. Orthod.* 44, 585-589.
31. Sicher, H. 1915. Die Entwicklung des sekundaeren Gaumens beim Menschen. *Ant. Anz.* 47, 513-523, 545-562.
32. Trasler, D.G., Fraser, F.C. 1963. Role of tongue in producing cleft palate in mice with spontaneous cleft lip. *Dev. Biol.* 6, 45-60.
33. Trenouth, M.J. 1985. Changes in the jaw relationships during human fetal cranio-facial growth. *British J. Orthod.* 12, 33-39.

— ABSTRACT —

SOFT X-RAY STUDY ON FETAL CRANIO-FACIAL GROWTH AND DEVELOPMENT

Won Sik Yang, Cheong Hoon Suhr, Dong Seok Nahm, and Young Il Chang

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

This study was undertaken to ascertain the changes of fetuses in craniofacial dimension and to evaluate the growth and development during fetal period.

Lateral cephalograms by soft X-ray were taken from 64 fetuses and were measured in linear and angular aspects.

The following conclusions were obtained.

1. The linear increase rates of anterior cranial base length exceeded those of the posterior cranial base length.
2. Growth increments on horizontal dimension were greater than vertical dimension in the maxilla.
3. The cranial base angle was almost constant after fetal period 13 weeks with the average angle of 130° .
4. The angle between anterior cranial base and palatal plane was decreased gently during fetal period.

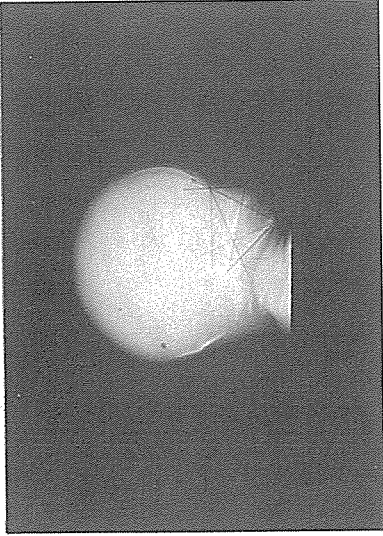


Fig. 13. Lateral radiograph of a 14-week fetus.

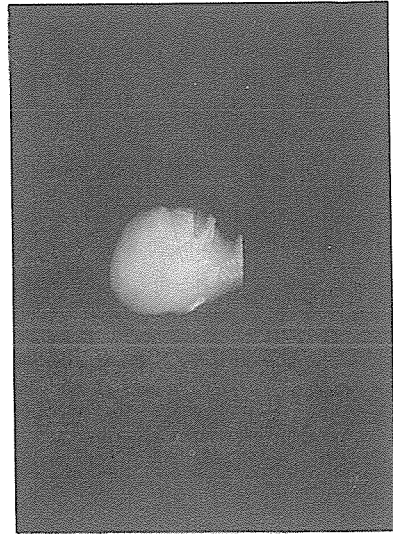


Fig. 14. Lateral radiograph of a 18-week fetus.

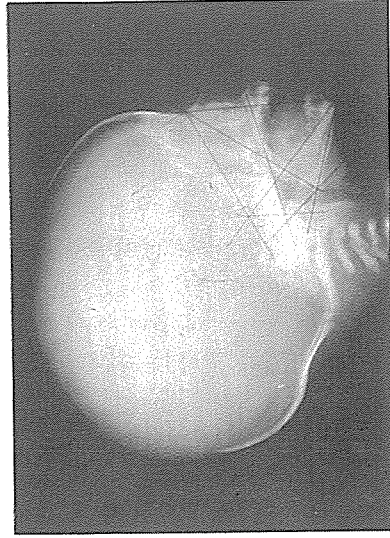


Fig. 15. Lateral radiograph of a 26-week fetus.

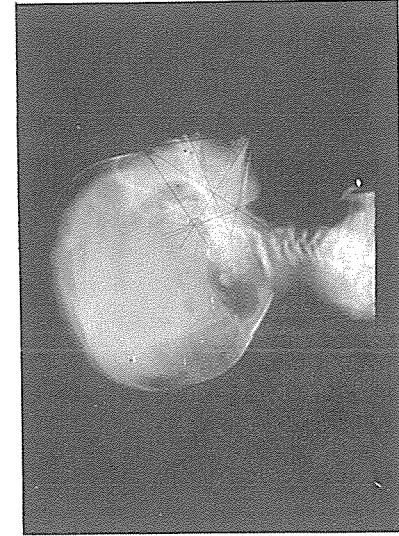


Fig. 16. Lateral radiograph of a 32-week fetus.