

# 韓國人胎兒 大腦中心後回 (知覺皮質中樞) 의 Brodmann

## 第 1 皮質分野의 發育 및 細胞構築學的研究

### Studies on the Development and Cytoarchitectonics of the Cerebral Cortex in the Postcentral Gyrus of the Cerebrum of Korean Fetus

서울大學校 醫科大學 解剖學教室

<指導 李 明 復 教授>

孫 宗 壽

#### I. 緒 論

大腦皮質의 組織發生學의 研究는 前世紀末葉부터 시작 되었고, G. Retzius<sup>27)</sup> (1895), W. His<sup>13)</sup> (1888), F. Hochstetter<sup>14)</sup> (1898), G. L. Streeter<sup>30)</sup> (1908), K. Brodmann<sup>4)</sup> (1909), E. L. Mellus<sup>23)</sup> (1912) 等의 研究業績이 있으나, 胎兒大腦皮質의 細胞構築學의 研究業績은 찾아 볼 수 없다.

著者는 胎齡第 4 月 以後의 胎兒腦髓를 얻은 機會가 있어 大腦皮質의 發育과 그의 細胞構築을 究明하고자 企圖하여 胎齡第 4 月 以後 滿朔에 이르는 胎兒腦髓 183 例를 材料로 하여 研究調査하였든 바, 詳細한 所見을 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

#### II. 研究材料 및 研究方法

##### 研究材料 :

胎齡第 4 月부터 滿朔에 이르는 韓國人胎兒 腦髓 183 例 (男性 103, 女性 80)로서 中心後回의 上 1/3 部에서 切取하였다.

##### 研究方法 :

10% formalin 에 固定한 後 常法에 依해서 paraffin 에 包埋하여 5 $\mu$  두께의 切片을 作成하고 cresyl violet 染色 및 hematoxylin 染色을 하여 調査하였다. 皮質厚徑 計測에는 接眼測微計를 裝置한 10 $\times$ 接眼렌스와 10 $\times$ 對物렌스를 使用하여 計測하였고, 細胞密度調査에는 10 $\times$ 接眼렌스와 45 $\times$ 對物렌스를 使用하고 이때 視野에서 (100 $\mu$ )<sup>2</sup>이 되는 接眼格子를 接眼렌스內에 裝置하고 皮質各層의 中央部에서 (100 $\mu$ )<sup>2</sup>內의 細胞核을 計數하고 M. Abercrombie<sup>1)</sup> (1946)의 公式  $P = A \frac{M}{L+M}$  (P: 切片內의 核數, A: 切片에서 計數한 核數, M: 切片의 두께, 5 $\mu$ , L: 核의 平均直徑)에 依해서 減數矯正하였고 이때 核의 平均直徑은 4.5 $\mu$ 으로 하였다.

이렇게 하여 얻은 數值를 20 倍하여 (100 $\mu$ )<sup>3</sup>內의 細胞總數를 算出하였다. 이 數值를 皮質各層의 相對的細胞密度라고 하고 各層의 細胞密度的 總合을 相對的總細胞密度라고 하고, 또 皮質各層의 相對的細胞密度에 各層의 厚徑을 乘해서 얻은 值를 그 層의 絕對的細胞密度라고 하고 各層의 絕對的細胞密度的 總合을 皮質의 絕對的總細胞密度라고 하고 이것은 皮質(100 $\mu$ )<sup>2</sup>柱內의 總細胞數를 意味하는 것이다.

胎齡月別과 腦重量을 50g 間隔으로 區分하여 胎齡 및 腦重量增加에 따르는 皮質厚徑, 相對的細胞密度 및 絕對的細胞密度的 變化를 研究하였다.

#### III. 研究成績

##### 1. 胎兒腦重量

이 實驗에 使用된 183 例의 腦重量을 胎齡月別로 보면, 第 1 表와 같고, 그래프로 圖示하면 第 1 圖과 같다.

腦重量은 胎齡第 4 月에 平均 15.1g 이고 胎齡增加에 따라서 急速히 增加하여 胎齡 第 10 月에는 男女平均 445.7g 이 되었다.

##### 2. 大腦皮質厚徑

胎齡月別 및 腦重量別로 皮質各層 및 皮質全層의 厚徑을 調査하였다.

##### A. 胎齡月別 皮質厚徑

##### (1) 皮質全層의 厚徑

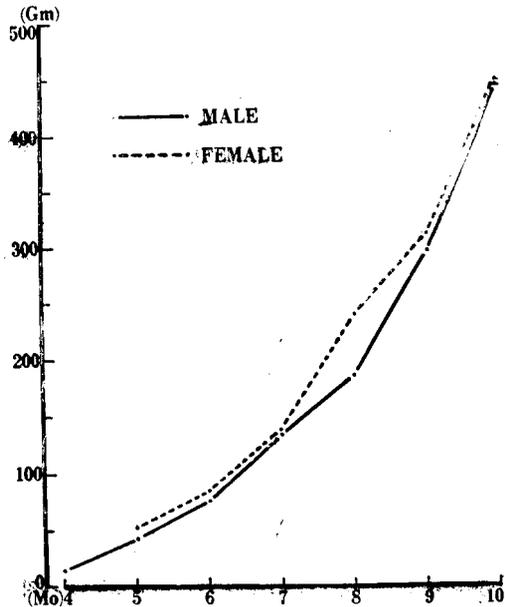
皮質全層의 厚徑의 平均値는 第 2 表와 같고 그래프로 圖示하면 第 2 圖과 같다.

胎齡第 4 月의 것은 男性例 3 例 뿐이고 女性例는 1 例도 없고 少數例이나 皮質厚徑은 161.3 $\mu$ 으로 大端히 얇고 大端히 未分化狀態에 있다.

胎齡第 5 月에는 急速히 發育하여 男性에서 637.5 $\mu$ , 女性에서 494.0 $\mu$ 이 되고, 胎齡第 6 月에도 急速히 發

**Table 1.** The number and brain weight of the materials according to sex and fetal age

Mo.	Sex	N	Brain Weight (M±σ) (Gm)
4	♂ ♀	3	15.1±3.1
5	♂ ♀	6 10	42.9±3.5 53.3±8.2
6	♂ ♀	20 14	76.0±20.1 85.0±22.2
7	♂ ♀	28 16	135.1±23.7 136.6±24.3
8	♂ ♀	16 16	186.4±31.6 240.7±40.7
9	♂ ♀	20 20	296.4±51.8 311.9±52.5
10	♂ ♀	10 4	445.3±67.7 446.0±58.2



**Fig. 1.** Curves of growth for fetal brain weight from fourth month to tenth month of fetal period.

**Table 2.** Thickness of the cerebral cortex and each layer of the cortex in micra by fetal age in month (M±σ). At the sixth month the lamination was occurred in only 6 cases out of 20 male and 8 cases out of 14 female

Mo	Sex	N	I	II	III	IV	V	VI	Total
4	♂ ♀	3	41.3						161.3
5	♂ ♀	6 10	80.3±7.4 70.0±27.7						637.5±68.1 494.0±124.1
6	♂ ♀	20 14	108.4±2.36 116.3±24.3	77.0±7.1 <sup>(6)</sup> 79.5±6.6 <sup>(8)</sup>	285.0±95.2 244.0±74.5	102.3±17.9 105.8±16.9	204.3±37.6 163.0±30.9	201.3±44.2 230.3±39.3	978.3±207.6 938.9±170.6
7	♂ ♀	28 16	116.0±9.1 111.9±7.4	77.0±7.1 77.0±7.2	304.9±73.6 251.1±61.5	113.6±7.0 112.6±10.0	193.1±24.9 190.8±25.1	281.9±41.5 287.3±47.0	1,086.5±129.4 1,030.7±108.0
8	♂ ♀	16 16	130.4±20.8 125.0±17.3	83.0±13.0 84.1±14.8	316.0±73.3 316.3±88.3	115.0±12.1 120.0±13.2	193.5±35.9 207.2±46.4	277.1±43.3 257.4±39.2	1,115.0±155.0 1,155.0±162.8
9	♂ ♀	20 20	136.4±28.4 153.0±31.6	86.5±16.4 94.1±19.4	383.0±46.3 397.0±63.7	125.0±17.3 127.0±16.0	215.2±28.6 224.5±49.0	259.0±33.6 260.0±43.5	1,205.1±121.0 1,255.6±167.0
10	♂ ♀	10 4	169.1±19.1 172.0±17.3	107.7±15.6 111.2±17.3	452.0±113.1 465.0±121.0	140.0±19.6 154.3±20.5	242.8±61.1 250.0±60.0	314.6±71.9 328.0±70.6	1,426.2±251.8 1,480.5±251.0

育하여 男性에서 978.3μ, 女性에서 938.9μ 이 된다. 胎齡第 7 月 以後 9 月까지는 發育이 緩慢하다가 胎齡 第 10 月에는 다시 速히 發育하여 男性에서 1426.2μ, 女性에서 1480.5μ 된다.

(2) 皮質各層의 厚徑

胎齡第 4 月, 第 5 月の 全例 및 第 6 月の 約半數例에 있어서는 皮質의 層別區分이 不可能하여 胎齡第 4 月 및 第 5 月の 例에서는 皮質 各層의 厚徑은 計測이 不可能하였다. 胎齡第 6 月 以後의 皮質各層의 厚徑의 平均値는 第 2 表와 같고, 그라프로 圖示하면 第 3 圖와 같다.

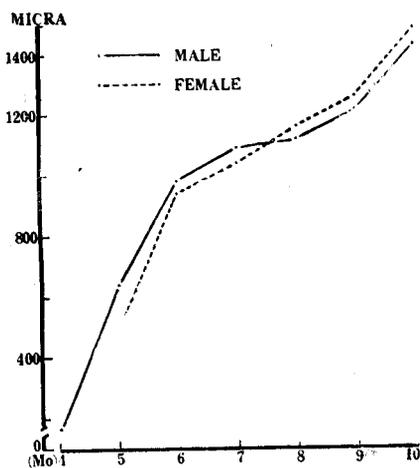


Fig. 2. Curves of growth for the cortical thickness of Brodmann's area 1 in the postcentral gyrus from fourth month to tenth month of fetal period.

胎齡第6月の例에 있어서도 男性 20例中 6例에서, 女性 14例 中에서 8例에서 層區別이 可能하나 이것들도 鮮明하게 層이 區別되지는 않았다. 皮質各層의 區分이 되는 것 中 第一 早期의 것은 胎齡第23週의 것이었다. 胎齡第7月에 있어서는 大部分은 皮質各層區分이 可能하나 胎齡第28週 即 第7月末에 있어서도 不鮮明한 것이 1例 있었다.

皮質層分化가 시작되는 胎齡第6月以後의 各層의 發育狀態를 보면 第1層, 第2層 및 第4層은 發育이 느리고 또 胎齡增加에 따라서 規則的으로 增加하고 있고 第5層은 比較的 速히 發育하고 있고 第3層은 第7月까지는 比較的 느리게 發育하고 그以後는 急速히 發育하고 또 各層中 第一 두텁다. 第6層은 胎齡第7月에 速히 發育하고 其以後는 徐徐히 發育하고 있다.

### B. 腦重量別 皮質厚徑

#### (1) 皮質全層의 厚徑

胎兒腦重量을 50g 間隔으로 區分하여 9群으로 나누어 各群의 皮質厚徑의 平均値를 計算해 보면 第3表와 같고 그라프로 圖示하면 第4圖와 같다.

腦重量 50g 未滿群의 皮質厚徑은 男性 479.0 $\mu$ , 女

Table 3. The thickness of the cerebral cortex and each layer of cortex in micra by fetal brain weight ( $M \pm \sigma$ ). In the 51—100 gm brain weight group the lamination of the cortex was occurred in only 4 cases out of 18 male and 6 cases out of 10 female

Brain Wt.	♂	♀	No	I	II	III	IV	V	VI	Total
Under 50	♂	♀	9 8							479.0 $\pm$ 83.6 487.8 $\pm$ 91.3
	♂	♀	18 10	109.9 $\pm$ 10.8 113.2 $\pm$ 9.4	④77.0 $\pm$ 6.3 ⑥80.2 $\pm$ 7.4	217.3 $\pm$ 83.4 205.0 $\pm$ 78.3	115.0 $\pm$ 12.1 102.3 $\pm$ 17.9	151.5 $\pm$ 28.4 153.7 $\pm$ 27.9	209.0 $\pm$ 33.8 198.0 $\pm$ 30.1	879.7 $\pm$ 73.4 852.4 $\pm$ 80.8
101~150	♂	♀	26 16	116.7 $\pm$ 13.0 112.7 $\pm$ 8.3	77.0 $\pm$ 7.1 ④77.0 $\pm$ 7.1	270.9 $\pm$ 80.6 263.6 $\pm$ 77.4	110.6 $\pm$ 11.3 115.0 $\pm$ 12.1	193.7 $\pm$ 24.9 194.9 $\pm$ 25.3	271.6 $\pm$ 42.3 267.4 $\pm$ 41.0	1,040.5 $\pm$ 198.4 1,030.6 $\pm$ 180.8
	♂	♀	16 10	126.0 $\pm$ 25.0 118.9 $\pm$ 26.4	82.9 $\pm$ 13.3 80.8 $\pm$ 10.8	300.6 $\pm$ 73.6 311.5 $\pm$ 74.8	115.0 $\pm$ 12.1 119.0 $\pm$ 13.4	189.8 $\pm$ 23.8 207.8 $\pm$ 30.4	266.8 $\pm$ 38.8 238.3 $\pm$ 33.7	1,081.1 $\pm$ 136.5 1,076.3 $\pm$ 120.4
201~520	♂	♀	8 8	122.4 $\pm$ 10.3 129.6 $\pm$ 11.3	81.8 $\pm$ 11.4 81.8 $\pm$ 11.4	337.0 $\pm$ 80.1 328.1 $\pm$ 68.9	115.0 $\pm$ 12.1 119.9 $\pm$ 14.3	212.3 $\pm$ 31.2 216.4 $\pm$ 32.3	240.3 $\pm$ 35.0 250.1 $\pm$ 35.8	1,108.8 $\pm$ 110.5 1,125.9 $\pm$ 135.5
	♂	♀	6 6	125.0 $\pm$ 18.9 131.0 $\pm$ 20.6	77.0 $\pm$ 7.1 89.7 $\pm$ 14.0	324.2 $\pm$ 83.5 339.8 $\pm$ 88.4	121.5 $\pm$ 15.0 115.0 $\pm$ 12.1	216.7 $\pm$ 33.0 203.1 $\pm$ 29.4	251.3 $\pm$ 36.2 252.8 $\pm$ 37.3	1,115.7 $\pm$ 153.0 1,131.4 $\pm$ 162.4
301~350	♂	♀	8 6	148.9 $\pm$ 22.5 144.5 $\pm$ 21.8	86.5 $\pm$ 13.1 89.7 $\pm$ 14.0	341.4 $\pm$ 93.3 350.7 $\pm$ 90.7	129.6 $\pm$ 16.3 131.5 $\pm$ 17.0	192.3 $\pm$ 27.3 198.8 $\pm$ 29.8	230.8 $\pm$ 33.0 250.0 $\pm$ 35.4	1,129.5 $\pm$ 157.5 1,165.2 $\pm$ 160.8
	♂	♀	4 8	153.8 $\pm$ 31.5 153.8 $\pm$ 31.5	96.0 $\pm$ 15.3 100.8 $\pm$ 15.8	327.0 $\pm$ 53.8 399.0 $\pm$ 74.7	134.5 $\pm$ 16.8 124.8 $\pm$ 15.1	202.0 $\pm$ 28.3 226.0 $\pm$ 31.4	240.3 $\pm$ 34.2 269.4 $\pm$ 38.4	1,153.6 $\pm$ 163.4 1,273.8 $\pm$ 168.0
Over 401	♂	♀	6 4	166.7 $\pm$ 18.8 171.8 $\pm$ 16.4	115.0 $\pm$ 16.4 124.8 $\pm$ 17.8	493.5 $\pm$ 120.2 515.5 $\pm$ 140.3	141.0 $\pm$ 19.3 153.8 $\pm$ 20.5	262.8 $\pm$ 43.4 250.0 $\pm$ 40.2	314.2 $\pm$ 51.9 346.3 $\pm$ 54.1	1,493.2 $\pm$ 249.9 1,562.2 $\pm$ 253.1

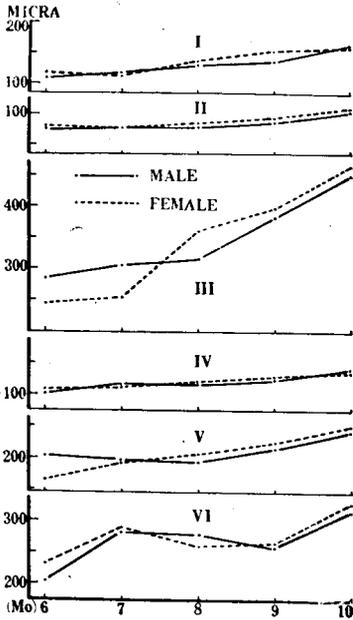


Fig. 3. Curves of growth for the thickness of each layer of the cortex of Brodmann's area 1 from fourth month to tenth of fetal period.

性 487.8  $\mu$  이어서 大端히 얇고 腦重量 150 g까지는 急速히 發育하고 그後 腦重量이 400 g까지는 徐徐히 發育하다가 腦重量이 400 g 以上이 되면 다시 急速히 發育하여 男性에서 1493.2  $\mu$ , 女性에서 1562.2  $\mu$  이 되었다.

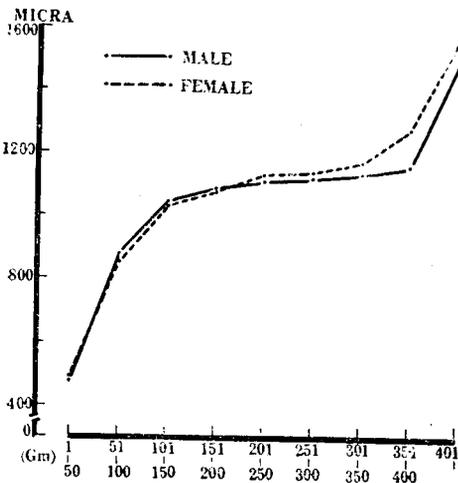


Fig. 4. Curves of growth for the cortical thickness of Brodmann's area 1 in successive increase of the brain weight.

(2) 皮質各層의 厚徑

前記의 腦重量各群別의 皮質各層의 厚徑의 平均値는

第3表와 같고, 그라프로 圖示하면 第5圖와 같다.

腦重量 50 g 未滿에 있어서는 皮質의 層分化가 되어 있지 않고 腦重量 51~100g 群에 있어서도 男性 18 例中 4 例, 女性 10 例中 6 例에서만 皮質層分化가 되어 있었다.

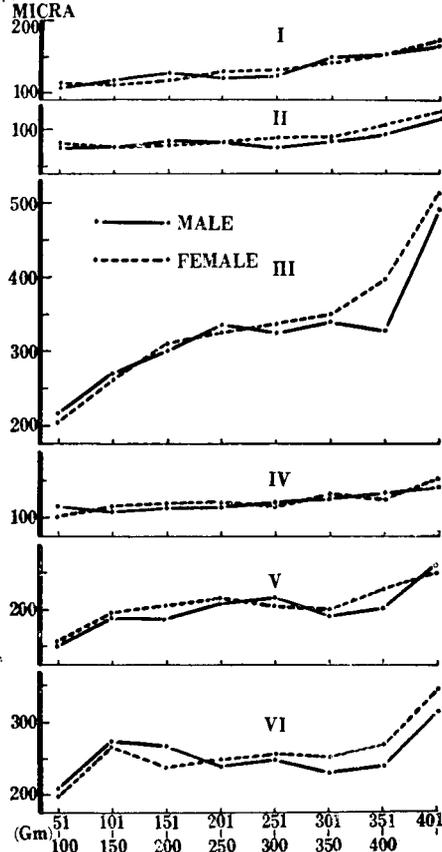


Fig. 5. Curves of growth for the thickness of each cortical layer in Brodmann's area 1 in successive increase of brain weight.

腦重量 51 g 以上의 腦에 있어서 皮質各層의 發育狀態를 보면 第1層, 第2層 및 第4層은 腦重量增加에 따라서 規則的으로 徐徐히 增加하고 있으나, 腦重量 300g 以上이 되면 若干 速히 發育하는 傾向이 있다. 第3層은 腦重量 300g 까지는 比較的 速히 規則的으로 發育하고 其後는 急速히 發育하고 있고, 第5層은 腦重量 250g 까지는 比較的 速히 發育하다가 其後는 거의 發育 안하고 腦重量 400g 以上이 되면 다시 速히 發育하고 있다.

第6層은 腦重量 150g 까지 速히 發育하고 그 後는 發育하지 않고 腦重量 400g 以上이 되면 急速히 發育하고 있다.

腦重量 400 g 以上의 例에 있어서 皮質全層의 厚徑이 急速히 增加한 것은 主로 第3層, 第5層 및 第6

**Table 4.** The relative cell density of each cortical layer ( $M \pm \sigma$ ), by fetal age in month

Mo.	Sex	N	I	II	IIIa	IIIb	IIIc	IV
6	♂	6	467.4 ± 112.5	1,874.9 ± 213.1	1,165.1 ± 300.4	1,113.6 ± 210.4	1,082.5 ± 260.4	1,567.9 ± 289.4
	♀	8	429.3 ± 131.8	1,924.1 ± 240.0	1,230.9 ± 278.9	1,151.3 ± 175.2	1,120.2 ± 211.7	1,618.3 ± 291.6
7	♂	28	485.0 ± 124.5	1,961.6 ± 257.8	1,168.6 ± 246.2	1,175.4 ± 160.8	1,122.4 ± 213.2	1,572.4 ± 213.0
	♀	16	479.4 ± 140.5	1,979.6 ± 218.4	1,114.5 ± 251.2	1,106.6 ± 213.5	1,082.9 ± 202.7	1,569.0 ± 260.8
8	♂	16	448.1 ± 140.6	1,712.6 ± 224.6	833.3 ± 180.3	899.4 ± 260.4	887.8 ± 98.9	1,402.4 ± 189.5
	♀	16	420.2 ± 80.4	1,639.3 ± 173.9	764.7 ± 141.5	731.2 ± 202.7	750.1 ± 75.8	1,349.7 ± 196.3
9	♂	20	375.9 ± 91.8	1,124.0 ± 148.5	660.5 ± 156.8	647.9 ± 98.9	637.4 ± 114.5	951.3 ± 113.6
	♀	20	324.5 ± 111.5	1,041.6 ± 150.1	632.1 ± 172.2	605.9 ± 100.5	623.7 ± 120.2	881.9 ± 121.6
10	♂	10	220.4 ± 46.0	688.6 ± 119.3	423.3 ± 141.8	407.9 ± 79.4	408.9 ± 99.4	647.9 ± 100.8
	♀	4	193.3 ± 34.5	613.7 ± 171.5	389.4 ± 119.1	385.3 ± 100.1	525.8 ± 92.9	537.9 ± 50.8

Mo.	Sex	N	Va	Vb	VIa	VIb	Total
6	♂	6	980.9 ± 171.4	955.5 ± 180.5	1,069.4 ± 200.9	917.0 ± 117.8	11,194.2 ± 1,231.9
	♀	8	1,032.1 ± 210.8	1,119.4 ± 178.4	1,123.2 ± 149.5	1,038.6 ± 130.5	11,787.4 ± 1,451.8
7	♂	28	967.8 ± 171.4	957.7 ± 150.9	997.2 ± 136.8	873.1 ± 120.0	11,281.2 ± 1,700.4
	♀	16	982.6 ± 189.5	949.8 ± 141.8	981.4 ± 141.5	885.5 ± 141.4	11,131.2 ± 1,321.6
8	♂	16	824.3 ± 147.3	809.7 ± 121.2	837.7 ± 112.3	710.8 ± 111.5	9,366.1 ± 1,071.4
	♀	16	759.9 ± 159.7	754.7 ± 119.7	774.6 ± 147.5	660.7 ± 92.3	8,605.1 ± 1,139.5
9	♂	20	535.5 ± 136.5	518.7 ± 81.6	510.3 ± 100.1	462.0 ± 78.1	6,424.1 ± 1,078.6
	♀	20	506.1 ± 81.8	487.2 ± 71.4	444.5 ± 111.6	442.1 ± 69.4	5,989.6 ± 1,048.4
10	♂	10	407.9 ± 49.5	400.7 ± 80.6	352.3 ± 91.5	334.8 ± 60.0	4,292.1 ± 1,091.8
	♀	4	337.9 ± 50.8	337.9 ± 51.8	317.9 ± 80.8	299.4 ± 48.1	3,784.9 ± 949.5

層의急速한發育에依한것이다.

### 3. 大腦皮質細胞密度

成人의 大腦皮質에서는 神經細胞와 膠質細胞를 따로 따로 計數하여 神經細胞密度와 膠質細胞密度를 別個로 調査하는 것이 原則이나, 胎生時의 大腦皮質에 있어서는 神經細胞와 膠質細胞의 分化發育이 未完成狀態이고 特히 胎齡第4月の 것에 있어서는 出現하는 核의 크기 및 構造가 거의 同一하여서 小形, 圓形 또는 橢圓形이며, 全部 濃染되어 있고 胎齡第5月에는 皮質中央高에 核이 中等대이고 淡染되며, 細胞質도 若干 染色되는 神經細胞가 出現하나 아직 그 數는 少數이고 이 部分은 皮質層完成後에는 第5層에 該當하는 部分이고, 即 第5層의 大錐體細胞가 大腦皮質 神經細胞中 第一早期에 分化하는 것 같다. 胎齡이 增加함에 따라 第3層에 該當하는 部分에도 錐體細胞가 나타나기 시작한다. 그러나 胎齡第6月末까지도 皮質層分化가 未完한 것이 多數이고 錐體細胞分化가 안된 例가 많다. 胎齡

第7月에도 皮質層 區分이 不明確한 例가 少數이고 勿論 錐體細胞分化도 未熟한 狀態이고 胎齡第8月부터는 皮質層區分은 大體로 可能하나 第8月末에도 第3層에 錐體細胞가 明確하지 않아 第2層과 第3層의 區分이 不明確한 例도 있었다. 또 胎齡第9月에도 第3層에 錐體細胞分化가 不明確한 例가 1例 있었고 第10月에는 神經細胞와 膠質細胞가 大體로 分化되었다고 할 수 있다고 본다.

上記와 같이 胎生時의 大腦皮質에 있어서는 大部分 神經細胞와 膠質細胞의 區別이 不可能하여 神經細胞密度와 膠質細胞密度를 區別하여 調査하지 못하고 皮質에 出現하는 核數를 全部 計數하여 皮質細胞密度를 算出하였다. 皮質區分이 可能한 例에서는 各層의 相對的細胞密度를 爲先 調査하고 그 各層의 相對的細胞密度를 總合하여 皮質全體의 相對的總細胞密度를 算出하였다. 胎齡第5月 以前의 皮質層未分化例에 있어서는 皮質各層別로는 細胞密度를 調査할 수 없어 皮質全層의

(100 $\mu$ )<sup>2</sup> 柱内の 總細胞數를 調査하여 皮質全層의 絕對的 總細胞密度를 算出하였다.

**A. 皮質의 相對的 細胞密度**

胎齡第 6 月 以後 및 腦重量 50 g 以上の 例에서만 調査할 수 있었다.

**(a) 胎齡別 相對的 細胞密度**

**(1) 皮質全層의 相對的 總細胞密度**

胎齡第 6 月 以後의 胎齡別, 男女別 平均値는 第 4 表와 같고 그라프로 圖示하면 第 6 圖과 같다.

胎齡第 6 月에는 男性 11,194.2, 女性 11,787.4 이고 胎齡第 7 月에도 이와 비슷한 數値를 보이고 그 後는 胎齡增加에 따라서 漸次 減少하고 特히 胎齡第 9 月 및 第 10 月에는 速히 減少하고 있고 胎齡第 10 月에는 男性 4,292.1, 女性 3,784.9 로 되어 胎齡第 6 月値의 1/4 程度로 된다.

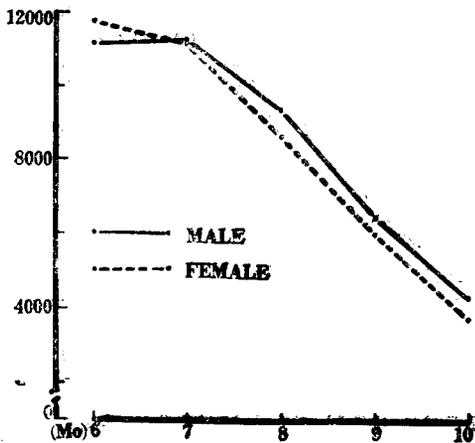


Fig. 6. Curves of changes for relative cell densities in the cortex of Brodmann's area 1 from fourth month to tenth month of fetal period.

**(2) 皮質各層의 相對的 細胞密度**

胎月別, 男女別의 平均値는 第 4 表와 같고 그라프로 圖示하면 第 7 圖과 같다.

皮質各層의 相對的 細胞密度의 胎齡增加에 따르는 變化는 皮質全層의 相對的 總細胞密度의 變化와 거의 同一한 傾向으로 變化하고 있고, 胎齡第 6 月에서 第 7 月까지는 別變動이 없고 그 後는 胎齡增加에 따라서 漸次的으로 減少하고 있다.

**(b) 腦重量別 相對的 細胞密度**

**(1) 皮質全層의 相對的 總細胞密度**

腦重量別 및 男女別 平均値는 第 5 表와 같고 그라프로 圖示하면 第 8 圖과 같다.

腦重量 51~100 g 例에서 8,921~9,435 이고, 腦重量

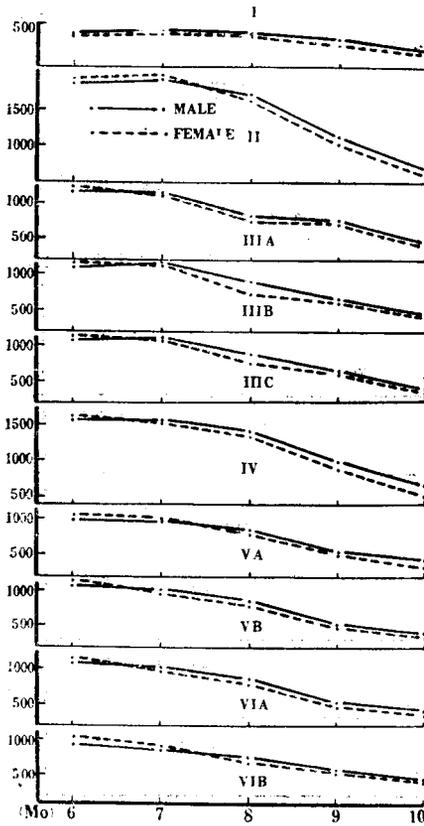


Fig. 7. Curves of changes for relative cell densities in each layer of the cortex of Brodmann's area 1 from fourth month to tenth month of fetal period.

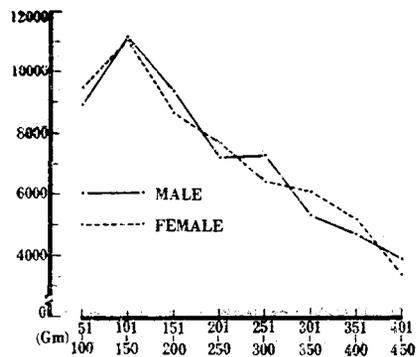


Fig. 8. Curves of changes for relative cell densities in the cortex of Brodmann's area 1 in successive increase of brain weight.

101~150 g 例에서 11,030~11,097 로 일단 增加하였다가 그 後는 腦重量增加에 따라서 漸次 減少하여 腦重量 400 g 以上の 例에 있어서는 3,350~3,879 로 되어

**Table 5.** The relative cell density of each cortical layer ( $M \pm \sigma$ ), by fetal brain weight

B.W.	Sex	N	I	II	IIIa	IIIb	IIIc	IV
51 } 100	♂	4	354.9 ± 98.1	1,398.3 ± 214.8	990.7 ± 107.8	948.2 ± 240.8	922.2 ± 179.4	1,436.6 ± 300.9
	♀	6	376.3 ± 87.9	1,479.3 ± 266.5	1,062.0 ± 189.4	1,017.6 ± 267.6	973.4 ± 218.9	1,505.7 ± 298.3
101 } 150	♂	26	492.2 ± 111.4	1,886.7 ± 278.8	1,152.2 ± 180.6	1,166.7 ± 189.6	1,105.5 ± 114.4	1,541.1 ± 275.6
	♀	14	462.0 ± 100.6	1,943.4 ± 269.4	1,106.0 ± 205.5	1,093.7 ± 181.5	1,076.8 ± 123.3	1,548.9 ± 291.5
151 } 200	♂	16	428.3 ± 112.5	1,832.7 ± 290.0	984.8 ± 208.7	977.9 ± 123.9	957.4 ± 109.5	1,390.3 ± 278.6
	♀	10	440.1 ± 121.8	1,594.6 ± 193.7	786.6 ± 176.7	791.9 ± 141.5	804.8 ± 162.8	1,314.9 ± 213.6
201 } 250	♂	8	407.7 ± 116.5	1,412.7 ± 181.8	746.2 ± 148.6	726.3 ± 180.3	696.9 ± 129.4	1,102.5 ± 221.4
	♀	8	421.3 ± 131.5	1,400.1 ± 171.6	777.6 ± 168.2	738.8 ± 179.5	731.5 ± 142.6	1,164.3 ± 261.8
251 } 300	♂	6	424.4 ± 124.0	1,336.2 ± 191.4	709.5 ± 246.3	663.4 ± 126.3	670.7 ± 121.8	1,047.0 ± 209.4
	♀	6	267.2 ± 87.8	1,079.4 ± 124.8	667.6 ± 210.8	637.2 ± 133.4	654.0 ± 131.0	887.7 ± 189.5
301 } 350	♂	8	284.5 ± 71.5	823.2 ± 100.1	532.5 ± 189.8	523.1 ± 108.7	515.8 ± 100.8	810.7 ± 161.4
	♀	6	369.9 ± 80.9	1,131.8 ± 113.9	642.2 ± 200.4	673.9 ± 124.8	591.7 ± 90.8	901.0 ± 190.2
351 } 400	♂	4	306.1 ± 61.4	848.2 ± 141.8	419.9 ± 149.6	425.1 ± 95.2	495.1 ± 87.6	712.7 ± 148.2
	♀	8	309.2 ± 59.8	905.5 ± 160.3	484.2 ± 178.7	467.4 ± 87.8	493.6 ± 90.4	792.3 ± 192.3
401 }	♂	6	233.8 ± 41.5	662.3 ± 151.8	354.8 ± 91.5	348.6 ± 69.4	344.5 ± 60.8	591.2 ± 101.4
	♀	4	181.3 ± 20.1	607.5 ± 171.5	336.3 ± 81.9	311.2 ± 61.8	301.2 ± 71.9	499.6 ± 91.9

B.W.	Sex	N	Va	Vb	VIa	VIb	Total
51 } 100	♂	4	753.0 ± 195.2	744.3 ± 141.5	744.3 ± 171.5	628.8 ± 129.4	8,921.3 ± 1,189.6
	♀	6	800.9 ± 200.6	750.5 ± 150.4	797.1 ± 261.4	672.4 ± 136.8	9,435.2 ± 1,313.4
101 } 150	♂	16	960.0 ± 216.1	944.4 ± 219.8	992.2 ± 250.8	855.6 ± 162.4	11,069.6 ± 1,109.4
	♀	10	971.1 ± 239.5	939.7 ± 234.8	999.2 ± 214.6	889.1 ± 180.5	11,029.9 ± 1,314.6
151 } 200	♂	16	850.0 ± 191.4	828.3 ± 187.5	816.3 ± 196.4	758.7 ± 158.9	9,304.7 ± 1,269.8
	♀	10	748.9 ± 154.8	716.6 ± 142.3	755.4 ± 154.3	675.7 ± 124.8	8,629.5 ± 1,008.5
201 } 250	♂	8	540.8 ± 108.1	535.5 ± 108.7	564.9 ± 112.9	464.3 ± 91.0	7,197.8 ± 973.1
	♀	8	705.3 ± 141.6	562.8 ± 116.3	612.0 ± 123.6	529.2 ± 100.4	7,642.9 ± 1,460.8
251 } 300	♂	6	639.3 ± 129.6	612.0 ± 121.4	580.6 ± 118.6	538.7 ± 113.4	7,221.8 ± 1,281.9
	♀	6	631.9 ± 126.3	559.6 ± 109.8	558.6 ± 107.6	447.5 ± 97.9	6,390.7 ± 1,191.4
301 } 350	♂	8	458.5 ± 95.8	464.7 ± 90.9	437.6 ± 97.4	416.8 ± 83.6	5,267.4 ± 1,120.6
	♀	6	442.9 ± 81.4	435.5 ± 110.4	418.8 ± 86.1	400.0 ± 91.0	6,007.7 ± 1,234.4
351 } 400	♂	4	373.0 ± 70.8	362.6 ± 71.8	360.5 ± 71.5	350.1 ± 71.8	4,653.3 ± 918.6
	♀	8	403.5 ± 91.4	404.5 ± 91.5	433.9 ± 91.3	407.7 ± 81.6	5,101.8 ± 1,010.5
401 }	♂	6	356.3 ± 80.0	343.6 ± 71.6	339.9 ± 68.5	303.9 ± 60.4	3,878.9 ± 768.1
	♀	4	284.8 ± 69.1	284.8 ± 48.5	285.9 ± 49.0	257.3 ± 51.8	3,349.9 ± 896.4

있다.

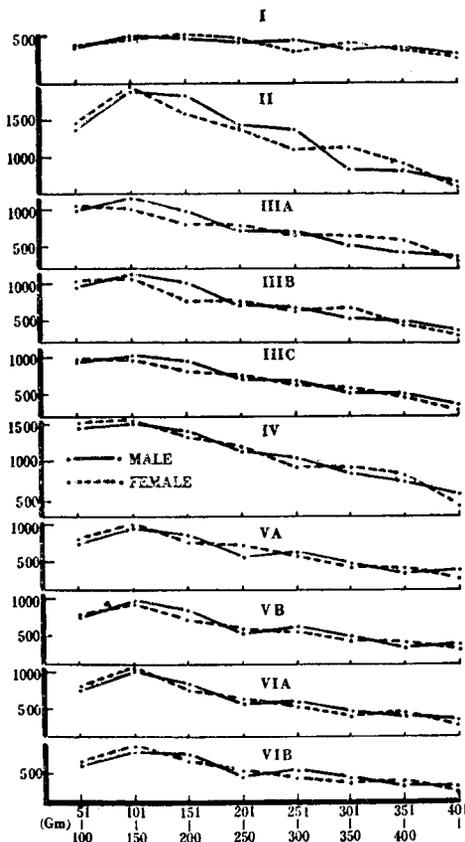
(2) 皮質各層의 相對的 細胞密度

腦重量別, 男女別의 皮質各層의 相對的 細胞密度는 第5表와 같고 그 그래프로 圖示하면 第9圖와 같다.

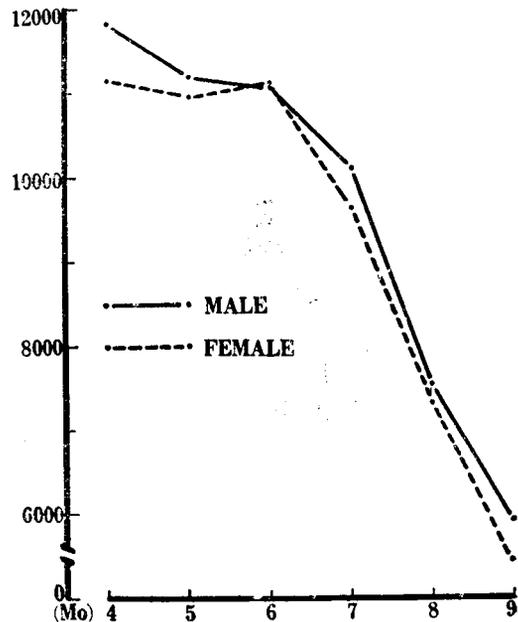
腦重量이 51~100g 例에서는 皮質各層의 相對的 細胞密度는 比較的 높고 그後 腦重量 101~150g 例에서는 各層에서 最高值로 되고 그以後에는 腦重量增加에 따라서 漸次的으로 減少하여 가고 있다. 이러한 傾向

**Table 6.** The absolute cell density of each cortical layer ( $M \pm \sigma$ ) by fetal age in month. The absolute cell density of the cortex of the 4 month brain was 3,753.3, which was omitted in this table (\* These cell densities were calculated directly)

Mo.	$\frac{\sigma}{S}$	n	I	II	III	IV	V	VI	Total
5	♂	6							11,849.2 ± 1,231.6
	♀	10							11,179.3 ± 1,311.5
6	♂	6	506.7 ± 131.6	1,422.9 ± 187.6	3,193.1 ± 627.7	1,604.0 ± 193.2	1,978.0 ± 201.1	2,793.9 ± 471.1	*11,200.8 ± 1,927.2 11,498.6 ± 2,121.2
	♀	8	499.3 ± 112.8	1,529.7 ± 193.8	2,848.7 ± 616.5	1,712.2 ± 211.3	1,753.6 ± 198.2	2,489.3 ± 453.3	*10,965.4 ± 2,213.3 10,832.8 ± 2,013.6
7	♂	28	562.6 ± 135.3	1,510.4 ± 213.5	2,723.1 ± 576.1	1,786.2 ± 203.5	1,859.2 ± 186.4	2,636.3 ± 481.5	11,077.8 ± 2,404.4
	♀	16	536.4 ± 147.1	1,524.3 ± 221.7	2,765.4 ± 491.6	1,766.7 ± 221.4	1,843.5 ± 197.5	2,681.9 ± 453.1	11,118.2 ± 2,357.7
8	♂	16	584.3 ± 151.7	1,421.5 ± 173.5	2,760.3 ± 473.2	1,612.8 ± 181.7	1,580.9 ± 211.6	2,145.6 ± 513.5	10,105.4 ± 2,238.9
	♀	16	525.3 ± 141.9	1,378.7 ± 181.6	2,705.1 ± 415.8	1,619.6 ± 176.6	1,569.1 ± 191.7	1,847.4 ± 336.6	9,645.2 ± 1,315.1
9	♂	20	512.7 ± 137.7	972.8 ± 143.2	2,484.1 ± 391.5	1,189.1 ± 173.5	1,134.3 ± 172.6	1,259.3 ± 312.7	7,552.3 ± 1,471.6
	♀	20	496.5 ± 133.5	980.1 ± 151.3	2,463.8 ± 373.8	1,120.0 ± 181.8	1,115.1 ± 186.3	1,152.6 ± 301.8	7,328.1 ± 1,563.3
10	♂	10	372.7 ± 122.1	741.0 ± 131.8	1,868.6 ± 286.4	907.1 ± 167.2	981.6 ± 161.8	1,081.0 ± 296.3	5,952.0 ± 1,315.1
	♀	4	332.5 ± 113.6	682.4 ± 123.5	1,796.3 ± 213.8	811.3 ± 173.5	844.8 ± 175.7	1,012.5 ± 271.6	5,479.8 ± 1,426.2



**Fig. 9.** Curves of changes for relative cell densities in each cortical layer of Brodmann's area 1 in successive increase of brain weight.



**Fig. 10.** Curves of changes for the absolute cell densities in the cortex of Brodmann's area 1 from fourth month to tenth month of fetal period.

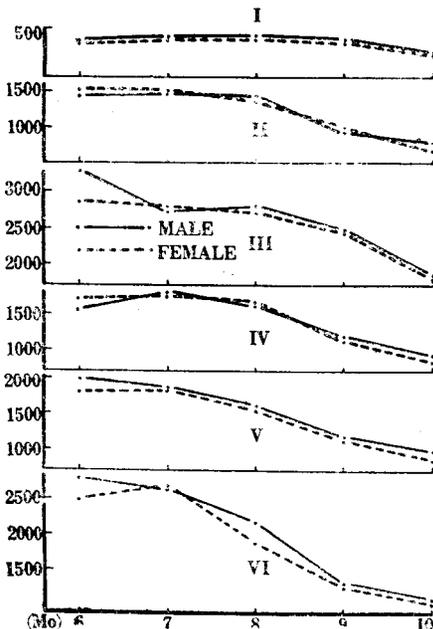
은 皮質各層에서 大略 同一하고 皮質全層의 相對的 總細胞密度的 變化와도 거의 同一한 傾向이다.

**B. 皮質의 絕對的 細胞密度**

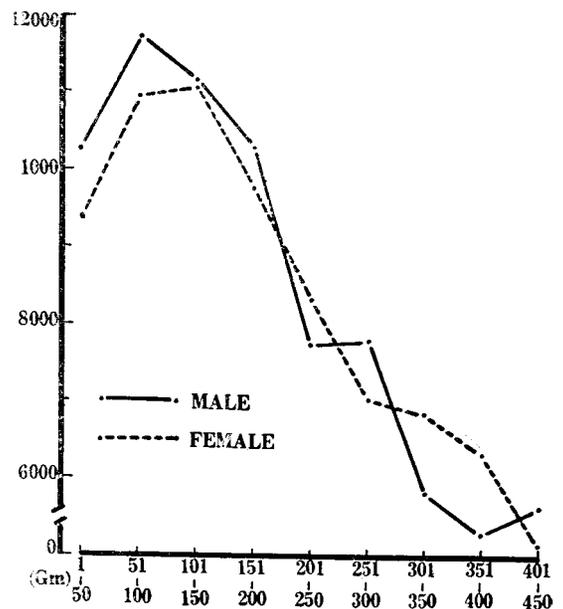
皮質各層의 絕對的 細胞密度는 그 層의 相對的 細胞

**Table 7.** The absolute cell density of each cortical layer ( $M \pm \sigma$ ) by fetal brain weight  
 (\* These cell densities were calculated directly)

B.W.	Sex	N	I	II	III	IV	V	VI	Total
Under 50	♂	6							10,258.3 ± 1,113.2
	♀	8							9,411.6 ± 1,314.1
51	♂	4	390.0 ± 112.1	1,076.7 ± 176.2	2,072.4 ± 313.3	1,652.1 ± 173.3	1,134.3 ± 133.6	1,435.0 ± 251.3	*11,725.2 ± 1,723.2
	♀	6	426.0 ± 133.5	1,186.4 ± 175.3	2,086.3 ± 321.4	1,540.3 ± 161.9	1,192.3 ± 126.8	1,454.9 ± 263.3	7,760.5 ± 1,223.4
100	♂	6	426.0 ± 133.5	1,186.4 ± 175.3	2,086.3 ± 321.4	1,540.3 ± 161.9	1,192.3 ± 126.8	1,454.9 ± 263.3	*10,945.0 ± 1,812.1
	♀	6	426.0 ± 133.5	1,186.4 ± 175.3	2,086.3 ± 321.4	1,540.3 ± 161.9	1,192.3 ± 126.8	1,454.9 ± 263.3	7,886.2 ± 1,325.6
101	♂	26	574.4 ± 141.3	1,452.8 ± 183.6	3,092.3 ± 335.1	1,704.5 ± 167.3	1,844.4 ± 143.1	2,509.3 ± 311.3	11,177.7 ± 1,891.5
	♀	14	520.7 ± 136.2	1,496.4 ± 176.5	2,879.0 ± 369.7	1,781.2 ± 175.2	1,862.1 ± 137.7	2,524.8 ± 331.4	11,064.2 ± 1,771.6
150	♂	16	539.7 ± 153.3	1,519.3 ± 181.4	2,945.9 ± 373.6	1,598.8 ± 176.6	1,592.8 ± 138.9	2,101.1 ± 273.5	10,297.6 ± 1,873.7
	♀	10	523.3 ± 142.6	1,288.4 ± 132.3	2,474.6 ± 361.5	1,564.7 ± 163.3	1,522.8 ± 143.7	1,705.3 ± 271.8	9,079.1 ± 1,613.3
200	♂	8	499.0 ± 123.3	1,155.6 ± 145.2	2,436.8 ± 373.7	1,267.9 ± 153.5	1,142.6 ± 131.4	1,236.6 ± 236.5	7,738.5 ± 1,323.6
	♀	8	546.0 ± 127.2	1,145.3 ± 123.6	2,458.5 ± 345.6	1,396.0 ± 156.6	1,372.2 ± 142.4	1,427.1 ± 243.6	8,345.1 ± 1,417.3
201	♂	6	530.5 ± 136.5	1,028.9 ± 138.9	2,208.5 ± 351.1	1,272.1 ± 121.2	1,355.9 ± 138.9	1,406.5 ± 251.7	7,802.4 ± 1,235.7
	♀	6	350.0 ± 121.7	968.2 ± 113.3	2,218.6 ± 367.2	1,020.9 ± 113.8	1,210.1 ± 127.6	1,271.8 ± 222.3	7,039.6 ± 1,276.3
250	♂	8	423.6 ± 133.4	712.1 ± 122.4	1,788.3 ± 313.5	1,050.7 ± 123.6	887.7 ± 121.8	986.0 ± 213.5	5,848.4 ± 1,137.2
	♀	6	534.5 ± 135.7	1,015.2 ± 144.5	2,230.1 ± 333.4	1,184.8 ± 133.7	873.1 ± 126.2	1,023.5 ± 231.6	6,861.2 ± 1,213.6
300	♂	4	470.8 ± 121.3	814.3 ± 136.7	1,460.7 ± 303.1	958.6 ± 125.6	743.0 ± 113.8	853.8 ± 221.3	5,301.2 ± 972.5
	♀	8	475.6 ± 125.7	912.7 ± 133.8	1,922.0 ± 291.3	988.8 ± 131.7	913.0 ± 123.2	1,133.6 ± 243.6	6,345.7 ± 983.3
350	♂	6	389.7 ± 122.3	761.7 ± 125.7	1,723.8 ± 271.4	833.6 ± 113.8	919.8 ± 118.9	1,011.4 ± 253.7	5,640.0 ± 738.7
	♀	4	311.5 ± 113.5	758.2 ± 131.6	1,630.0 ± 256.3	768.4 ± 115.4	712.0 ± 123.6	940.6 ± 233.6	5,138.7 ± 766.2



**Fig. 11.** Curves of changes for the absolute cell densities in each cortical layer of Brodmann's area 1 from fourth month to tenth month of fetal period.



**Fig. 12.** Curves of changes for the absolute cell densities in the cortex of Brodmann's area 1 in successive increase of brain weight.

密度에 그 층의 厚徑을 乘해서 얻은 值고 即 一邊 100 $\mu$ 의 皮質柱內의 總細胞數를 意味하는 것이다. 皮質全層의 絕對的 總細胞密度는 皮質表面부터 皮質髓質境界線까지에 一邊 100 $\mu$ 의 皮質柱內의 總細胞數를 意味하는 것이다.

(a) 胎齡別 絕對的 細胞密度

(1) 皮質全層의 絕對的 細胞密度

胎齡別, 男女別의 平均値는 第 6 表와 같고 그라프로 圖示하면 第 10 圖와 같다.

胎齡第 4 月의 男性(3 例)에 있어서 3,753.3 이고, 第 5 月에는 男性 11,849.2, 女性 11,179.3 으로 增加하고 第 6 月 및 第 7 月까지는 거의 變動이 없고, 第 8 月以後는 胎齡增加에 따라 急速히 減少하고 있다.

(2) 皮質各層의 絕對的 細胞密度

胎齡第 5 月 以前에는 皮質의 層分化가 되어 있지 않고 皮質各層別로는 細胞密度를 調査할 수 없었고 胎齡第 6 月以後의 皮質各層의 絕對的 細胞密度의 胎齡別 男女別의 平均値는 第 6 表와 같고 그라프로 圖示하면 第 11 圖와 같다.

胎齡第 6 月 및 第 7 月에는 大端히 높고 그後는 胎齡增加에 따라서 漸次的으로 減少하고 있고 皮質各層에 있어서 거의 同一한 傾向이 있다.

(b) 腦重量別 絕對的 細胞密度

(1) 皮質全層의 絕對的 細胞密度

腦重量別, 男女別의 平均値는 第 7 表와 같고 그라프로

로 圖示하면 第 12 圖와 같다. 腦重量 50 g 未滿의 例에서는 男性 10,258.3 이고, 女性 9,411.6 이며, 腦重量 50 g 以上 150 g 까지는 漸次 增加하여 最高値가 되고 그後는 腦重量增加에 따라 漸次的으로 減少하고 있다.

(2) 皮質各層의 絕對的 細胞密度

腦重量別, 男女別의 平均値는 第 7 表와 같고 그라프로 圖示하면 第 13 圖와 같다. 腦重量 51~100g 例에서는 比較的 높은 値를 보이고 腦重量 101~150g 例에서 最高値로 되고 그後는 腦重量增加에 따라서 漸次的으로 減少하고 있고 第 1 層에서는 若干 傾向이 다르나 其他層에 있어서는 傾向이 거의 同一하다.

IV. 總括 및 考按

胎兒大腦 中心後回部 皮質의 發育은 胎齡第 4 月에는 161.3 $\mu$  이고 大端히 얇고 그後 胎齡第 5 月, 第 6 月까지는 大端히 速히 發育하고 胎齡第 7 月에는 若干 速히 發育하나 第 8 月, 9 月에는 느리게 發育하고 胎齡第 10 月에는 다시 速히 發育하고 있다. 腦重量과의 關係를 보면 腦重量 50 g 未滿의 腦에서는 大端히 얇고 腦重量 150 g 까지는 急速히 發育하고 그後 腦重量 350 g 까지는 徐徐히 發育하다가 腦重量이 400 g 以上이 되면 다시 急速히 發育하고 있다. 胎齡第 10 月의 皮質厚徑은 1.45 mm 程度이고 金崇經이 報告한 韓國人大腦의 0~1 歲의 平均値 1.93 mm 에 比하면 相當히 얇고 韓國人成人值 2.27mm 의 63.9%가 된다.

胎兒大腦 中心後回部 皮質의 層分化는 胎齡第 6 月末頃에 시작되고 胎齡第 6 月의 例에 있어서 男性 20 例中 6 例, 女性 14 例中 8 例에서 層區別이 可能하였으나 이것들도 第 3 層發育이 不良하여 鮮明하게 層이 區別되어 있지는 않았다.

皮質各層의 區分이 되는 것中 第一 早期의 것은 胎齡第 23 週 即 第 6 月末의 것이고 胎齡第 7 月에 있어서는 大部分은 皮質各層의 區分이 可能하였으나, 胎齡第 28 週 即 第 7 月末에 있어서도 皮質層分化가 不鮮明한 것이 1 例 있었고, 胎兒大腦皮質層分化에 個體差가 相當히 있는 것으로 본다.

이와 같은 所見은 先人들의 研究報告와 同一하다고 하겠다.

胎兒大腦 中心後回 皮質의 細胞密度는 胎齡第 4 月에는 大端히 낮고 胎齡第 5 月, 6 月 및 7 月에는 大端히 높아 最高値이고 그後는 胎齡增加에 따라서 速히 減少하고 腦重量別로 보면 腦重量 50 g 未滿에서는 大端히 낮고 腦重量 51~150g 에서는 大端히 높아 最高値이고 그後는 腦重量增加에 따라 漸次的으로 減少하고 있다.

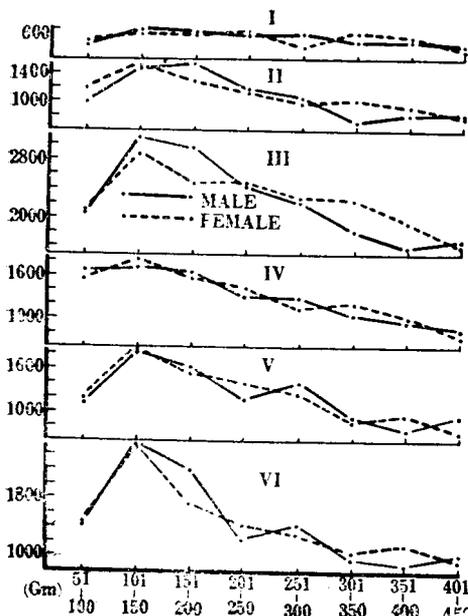


Fig. 13. Curves of changes of the absolute-cell densities in each layer of the cortex of Bordmann's area 1 in successive increase of brain weight.

皮質厚徑이 胎齡第 7 月까지, 腦重量 150 g 까지는急速히 增加하여 皮質容積이 急速히 膨脹함에도 不拘하고 細胞密度가 이때까지는 增加하여 最高值에 達하는 것은 皮質細胞(神經原細胞 및 膠質原細胞)가 急速히 分裂增加하고 있음을 暗示하는 것이고 胎齡第 7 月 및 腦重量 150 g 以後에 細胞密度가 漸次的으로 減少하는 것은 皮質厚徑은 繼續發育하여 皮質容積은 膨脹하는데 皮質細胞는 그 다지 增加하지 않아 一定容積內的 細胞數가 減少하는 것을 意味하고 있고 胎兒大腦皮質의 神經細胞는 胎齡第 7 月까지에 數的으로 거의 發生을 完了한 것이 아닌가 생각된다. 그러나 大腦皮質의 神經細胞 發生完了時期에 關해서는 더 詳細한 方法으로 研究하여 決定할 問題이라고 본다.

### V. 結 論

著者는 胎齡第 4 月 以後 滿期에 이르는 韓國人胎兒 腦髓 183 例(男 103, 女 80)를 材料로 하여 大腦 中心後回皮質의 發育 및 細胞構築學的 研究를 하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 皮質厚徑은 胎齡第 4 月에는 大端히 얇아 161.3  $\mu$  이고 胎齡第 6 月까지는 急速히, 第 7 月까지는 比較的 速히 發育하고 胎齡第 8 月, 9 月에는 느리게 發育하고, 胎齡第 10 月에는 다시 速히 發育한다.

또 腦重量 150 g 까지는 急速히 發育하고 그後 腦重量 400 g 까지는 느리게 發育하다가 腦重量 400 g 以上 이 되면 速히 發育한다.

2. 皮質의 層分化는 胎齡第 6 月末(第 23 週)에 시작 되고 第 7 月末에도 層分化가 不充分한 例도 있어 個體 差가 크다.

3. 皮質細胞密度는 胎齡第 5 月, 6 月 및 7 月에 높고 그 後는 胎齡增加에 따라서 漸次的으로 減少한다. 皮質細胞密度와 腦重量과의 關係는 腦重量 150 g 까지는 增加하여 높고 그 後는 腦重量增加에 따라서 漸次的으로 減少하고 있다.

皮質의 神經細胞는 胎齡第 7 月까지 急速히 增加하고 그 後는 그다지 增加하지 않는 것으로 본다.

### ABSTRACT

#### Studies on the Development and Cytoarchitectonics of the Cerebral Cortex in the Postcentral Gyrus of the Cerebrum of Korean Fetus

Jong Soo Sohn, M.D. and Myung Bok Lee, M.D.

Department of Anatomy, College of Medicine,  
Seoul National University, Seoul, Korea

Authors Studied on the development and cytoarchitectonics of the cerebral cortex in the Brodmann's area 1 in the post central gyrus of the 183(103 male, 80 female) Korean fetal brains and summarized the results as follows:

1. The thickness of the cerebral cortex was very thin of 161.3  $\mu$  at the fourth month of fetal age and increased very rapidly until the sixth month, relatively rapidly until the seventh month, very slowly until the ninth month and thereafter very rapidly. As the relation to the brain weight, up to 150 gm of brain weight, it increased very rapidly, up to 400 gm of brain weight increased very slowly and thereafter it increased very rapidly again.

2. The differentiation of the lamination of the cerebral cortex began at the end of the sixth fetal month (23rd week of the gestation period) and during the seventh fetal month the lamination of the cortex had almost occurred but even at the end of the seventh month there was some undifferentiated cortex and so there might be a great individual difference of lamination.

3. The cell density of the cerebral cortex was very high during fifth, sixth and seventh fetal months and thereafter it decreased gradually as the fetal age increased. As the relation of the cell density with the brain weight, up to 150 gm of brain weight the cell density was very high and thereafter it decreased gradually as the brain weight increased.

The nerve cells of the fetal cortex might be increased very rapidly up to the seventh month of fetal age and thereafter the number of the nerve cells of the cortex might be stabilized.

### REFERENCES

- 1) Abercrombie, M.: Estimation of nuclear population from microtome Section. *Anat. Rec.*, 94:239-246, 1946.
- 2) Barcroft, S.J. and D.H. Barrow: Observations on the functional development of the fetal brain. *J. Comp. Neurol.*, 77:431-454, 1942.
- 3) Bloom, W. and D.W. Fawcett: *A Textbook Histology*, 8th edition, pp. 213-263, W.B. Saunders Co., 1964.
- 4) Brodmann, K.: *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellbaues*. Leipzig. J.A. Barth., 324 p.

- 5) 崔翼列: 韓國人大腦 下前頭 回轉瓣蓋部(皮質言語中樞)의 細胞構築學의 研究. 最新醫學, 6:751-769, 1963.
- 6) Conel, J.L.: Postnatal development of the human cerebral cortex. I. The cortex in the new born, Harvard Univ. Press, Cambridge, 1939.
- 7) Connolly, G.J.: Development of the cerebral sulci. Am. J. Phys. Anthropol. 26:113-149, 1940.
- 8) Gilbert, M.S.: The early development of the human diencephalon. J. Comp. Neurol., 62:81-115 1935.
- 9) Hardesty, I.: On the development and nature of the neuroglia. Am. J. Anat., 3:229-268, 1904.
- 10) Held, H.: Die Entwicklung des Nervengewebes bei den Wirbeltieren, J.A. Barth. Leipzig, ix & 378 S.
- 11) Herrick, C. J.: Morphogenetic factors in the differentiation of the nervous system. Physiol. Rev., 5:112-130, 1925.
- 12) Hines, M.: Studies in the growth and differentiation of the telencephalon in man. J. comp Neurol., 34:73-171, 1922.
- 13) His, W.: Zur Geschichte des Gehirns, sowie der zentralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Abh. d. K.S. Ges. d. Wissensch. math.-phys. Classe, 14:pt. 7. 1888.
- 14) Hochstetter, F.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Bibliotheca Medica, A. Heft 2., Stuttgart, 1898.
- 15) Hochstetter, F.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Menschen Gehirns. Deuticke, Wien, 1919.
- 16) Humfrey, T.: Primitive neurons in embryonic human central nervous system. J. Comp. Neurol., 81:1-45. 1944.
- 17) Juba, A.: Über die Entwicklung der Mikroglia mit besonderer Berücksichtigung der Zytogenese. Zts. f. Anat. u. Entw. 103:245-258, 1934.
- 18) 金崇經: 韓國人大腦中心後回(知覺皮質中樞)의 Brodmann 第1皮質分野의 細胞構築學의 研究. 最新醫學, 8:749-778, 1965.
- 19) Kingsburg, B.F.: The fundamental plan of the vertebrate brain. J. Comp. Neurol., 34:461-491, 1922.
- 20) Langworthy, O.R.: Development of behavior patterns and myelination of the nervous system in the human fetus and infant. Carnegie Contb. to Embry., 24:41-57, 1933.
- 21) 李明馥: 韓國人胎兒腦溝發生에 關한 研究. 서울의대잡지, 3:297-316, 1962.
- 22) MacArthur, C.G. and E.A. Doisy: Quantitative changes in the human brain during growth. J. Comp. Neurol., 30:445-486, 1919.
- 23) Mellus, E.L.: The development of the cerebral cortex. Am. J. Anat., 14:107-118, 1912.
- 24) 文英煥: 韓國人大腦 中心後回(知覺皮質中樞)의 Brodmann 第3皮質分野의 細胞構築學의 研究. 最新醫學 8:593-622. 1965.
- 25) Patten, B.M.: Human Embryology, 2nd edition, pp. 315-367, McMuraw-Hill Book Co., 1953.
- 26) Peele, T.L.: The Neuroanatomical Basis for Clinical Neurology. pp. 315-337, McGraw-Hill Book Co., 1954.
- 27) Ranson, S.W., and S.L. Clark: The Anatomy of the Nervous System, 10th edition, pp. 347-382, W.B. Saunders Co., 1959.
- 28) Retzius, G.: Das Menschenhirn, Stockholm, 1895.
- 29) 成者燮: 韓國人胎兒의 腦髓 및 그 發育에 關한 解剖學의 研究. 서울의대잡지, 3:9-29, 1962.
- 30) Streeter, G.L.: The cortex of the brain in the human embryo during the fourth month with special reference to the so-called "Papillae of Retzius". Am. J. Anat., 7:337-344, 1908.