

人胎兒大腦 後橫側頭回 Brodmann 第42皮質分野 皮質의 發育 및 細胞構築學的研究

Studies on Development and Cytoarchitectonics of Cerebral Cortex
in Posterior Transverse Temporal Gyrus (Brodmann's Area 42)
of Normal Korean Fetus

서울大學校 醫科大學 解剖學教室

成 著 暢

緒論

成人大腦皮質의 細胞構築學的研究業績은 多數 報告되어 있으나 人胎兒大腦皮質의 細胞構築學的研究는 本教室의 業績外에는 찾을 수 없고 大腦皮質의 組織發生學的研究가 있을 뿐이다(His, 1888; Streeter, 1908; Brodmann, 1910; Mellus, 1912; Humphrey, 1944).

近來, 本教室에서의 人胎兒大腦皮質의 發育 및 細胞構築學的研究를 보면 其間 孫宗壽(1976)는 中心後回皮質에 關하여서, 吳達洙(1969)가 上頭頂小葉皮質에 關하여서, 羅聖根(1971)이 中心前回皮質에 關하여서, 張永皓(1971)은 運動前野皮質에 關하여서, 嚴奎炫(1971)은 前頭葉 眼窩部皮質에 關하여서, 鄭鎮宇(1972)는 下頭頂小葉의 角回部皮質에 關하여서, 金順昌(1972)은 線條野皮質에 關하여서, 李彥馥(1973)은 中側頭回皮質에 關하여서, 朴熙伯(1973)은 下頭頂小葉의 線上回部皮質에 關하여서, 尹元泰(1973)는 旁線條野皮質에 關하여서, 具秀會(1974)는 帶狀回皮質에 關하여서, 林海昇(1974)은 下前頭回 辯蓋部皮質에 關하여서, 安裕教(1974)는 側頭極部皮質에 關하여서, 康世鎮(1975)은 上側頭回皮質에 關하여서, 李昶遠(1975)은 前橫側頭回皮質에 關하여서, 그리고 成耆晙(1978)이 島回皮質에 關하여서 報告한 바 있다. 成人大腦 皮質聽覺中樞의 細胞構築에 關하여서는 金廷洙(1973)의 業績이 報告되었고 上側頭回에 關하여서는 徐宗國(1973)의 報告가 있다.

本調查에서 胎兒大腦 後橫側頭回(Brodmann 第42皮質分野)皮質의 發育 및 細胞構築에 關하여서 研究되었기 發表하는 바이다.

研究材料 및 研究方法

1. 研究材料

胎齡第5月에서 滿期에 이르는 新鮮, 正常 韓國人胎兒에서 얻은 腦髓 115例(男 61, 女 54)에서 後橫側頭回 中央部 組織切片을 材料로 하였다.

2. 研究方法

切取된 腦組織材料를 10%中性 formalin水溶液中에서 2週日以上 固定하고 例에 따라 脱水하여 paraffin浸透 및 包埋한 뒤 10μ두께의 切片을 作成하고 cresyl violet 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 10X 接眼렌즈와 10X 對物렌즈를 使用하여 計測하였고, 細胞密度調查에는 視野에서 $(100\mu)^2$ 되는 接眼格子를 미리 裝置한 10X 接眼렌즈와 45X 對物렌즈를 使用하여 皮質各層의 中央部에서 $(100\mu)^2$ 內의 細胞核을 計數하고 Abercrombie(1946)의 公式인

$$P = A \frac{M}{L+M}$$

에 依하여서 減數矯正하였고, 이렇게 하여 얻어진 數値를 10倍하여 $(100\mu)^3$ 內의 細胞總數를 算出, 이 數値를 皮質各層의 相對的 細胞密度라고 하고, 皮質各層의 相對的 細胞密度의 總合을 皮質의 相對的 總細胞密度라고 하며, 皮質各層의 相對的 細胞密度에 그層의 厚徑을 乘하여 얻은 值를 그層의 絶對的 細胞密度라고 하고 각層의 絶對的 細胞密度의 總合을 皮質全層의 絶對的 總細胞密度라고 하여 이것은 $(100\mu)^3$ 柱內의 總 細胞數를 意味하는 것이다. 各層의 細胞核의 胎齡別 平均 直徑値는 第1表에서 보는 바와 같다.

胎齡(月)別과 腦重量(50g間隔)別로 區分하여 이들의 增加에 따른 皮質厚徑, 相對的 細胞密度 및 絶對的 細

Table 3. Thickness (in micra) of each cerebral cortical layer by fetal age in month(M±S.D.).
*The cortical lamination occurs during 6th fetal month

Month	Sex	Layer No.	I	II	III	IV	V	VI	Total
5	♂	6	61± 9						790± 75
	♀	4	41± 7						688±111
6	♂	9	83±11	44± 5	231±48	52± 3	262±30	380±41	*1,052±182
	♀	11	78±12	45± 7	219±35	53± 7	233±44	373±32	*1,001±136
7	♂	15	107±20	53± 4	310±45	64± 8	262±35	418±44	1,214±172
	♀	9	90±16	49± 3	296±42	63±11	243±35	405±34	1,146±167
8	♂	14	109±15	46± 5	353±41	80±12	269±27	455±65	1,312±193
	♀	14	103±17	47± 5	356±56	83±11	285±37	462±73	1,336±165
9	♂	12	98±15	48± 6	366±64	80± 9	279±39	458±78	1,329±187
	♀	14	114±18	46± 5	385±60	83±13	285±52	488±67	1,401±224
10	♂	5	121±17	55± 5	441±43	93± 4	341±71	594±60	1,645±236
	♀	2	130	45	475	99	370	621	1,740

胎齡 第5月에서 男性 790 μ , 女性 688 μ 이던 것이 齡
胎 第6月까지에 速히 發育하고 그後 느리게 發育하다
가 胎齡 第9月에 이르면 急速히 發育하기 始作하여
胎齡 第10月에는 男性 1,645 μ , 女性 1,740 μ 까지 된다.

2) 皮質各層의 厚徑

亦是 第3表에 各層厚徑의 平均值를 明示하였고 이를
第3圖에 圖示하였다.

胎齡 第5月의 것들에서는 皮質層分化가 되어 있지
않아 厚徑을 計測할 수 없었다. 따라서 胎齡 第6月의
것부터 計測되었다.

I層의 厚徑은 얕고 胎齡 第10月까지 漸進的으로 發
育하고 있고, II層의 것은 觀察된 全胎齡을 通하여 크
게 發育됨이 없고 大端히 얕다. III層의 것은 두꺼워서
胎齡 第8月까지 速히 發育하고 그後 胎齡 第9月까지
느리게 發育하다가 그 以後에는 急速히 發育하고 있다.
IV層의 것은 II層 다음으로 얕고 胎齡 第10月까지 느리
게 發育하고 있다. V層의 것은 두겹고 胎齡 第8月까
지 速히 發育하고 그後 胎齡 第9月까지 少少 느리게
發育하다가 그 以後는 速히 發育하고 있다. VI層은 第
一 두꺼운層이고 胎齡 第8月까지 比較的 速히 發育하
다가 胎齡 第9月까지는 느리게 發育하다가 그 以後가
되면 急速히 發育하고 있다.

B. 腦重量群別 皮質厚徑

1) 皮質全層의 厚徑

腦重量 9群別 皮質全層의 厚徑은 第4表에서 볼 수
있고 이를 第4圖에 圖示하였다.

腦重量 50g以下群의 皮質厚徑은 胎齡 第5月의 皮質
厚徑值와 같고 男性 790 μ , 女性 688 μ 이어서 얕다. 이

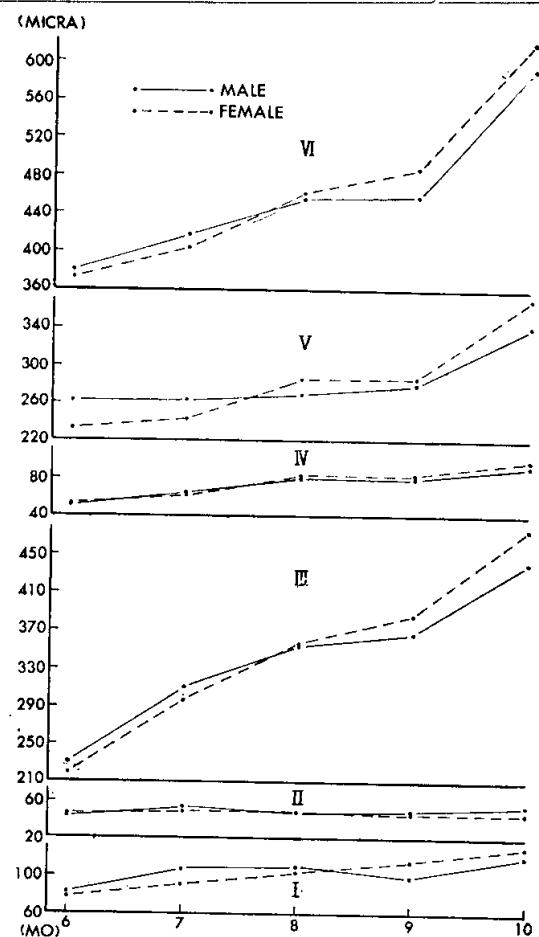


Fig. 3. Moving averages of cortical thickness in each layer from posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal age from 6th to 10th month.

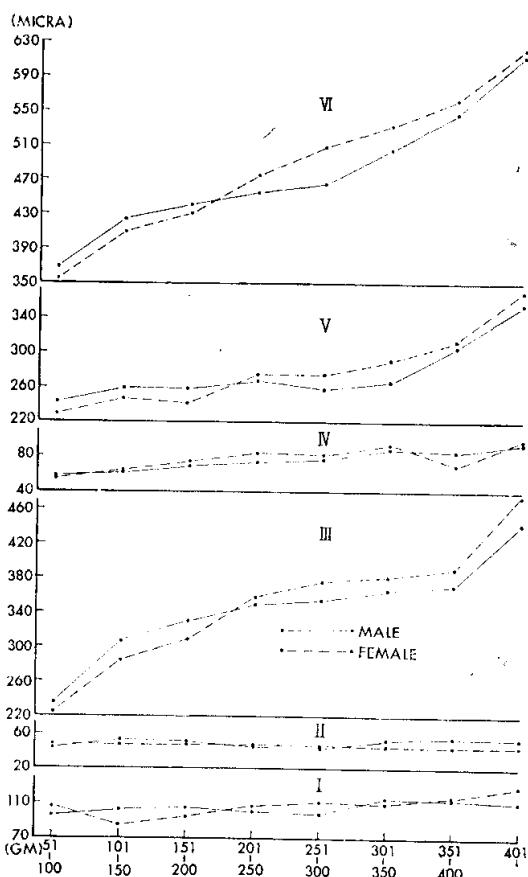


Fig. 5. Moving averages of cortical thickness in each layer of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal brain weight.

大腦皮質細胞라 하면 神經細胞와 膠質細胞가 있는데 成人大腦皮質에 있어서는 이들 細胞區分이 明確하여 細分調査하게 되지만 胎兒大腦皮質에 있어서는 이 細胞들의 分化發育이 未熟하여 兩種細胞를 判別하기가 困難하므로 皮質에 出現하는 紡細胞核을 全部 計數하여 皮質細胞密度로 하였고 大腦皮質의 發育이 未熟하여 細胞密度가 成人大腦皮質值에 比하여 相對的으로 높은 值로 되어 있다

各層의 相對的 細胞密度를 調査하고 다시 6個層의 相對的 細胞密度를 總合하여 皮質全層의 相對的 紹細胞密度를 算出하였다. 胎齡이 낮거나 腦重量이 가벼운 大腦皮質細胞는 皮質層分化가 않도어 있어 皮質各層別로 細胞密度調査가 不可能한 것은 皮質全層의 $(100\mu)^2$ 柱內의 細胞總數를 皮質全層의 絶對的 紹細胞密度로 하였다.

A. 皮質의 相對的 紹細胞密度

1) 胎齡月別 相對的 紹細胞密度

① 皮質全層의 相對的 紹細胞密度

胎齡 第6月 以後의 月齡別 및 男女別 平均值는 第5表와 같고 이를 第6圖에 圖示하였다.

胎齡 第6月의 男性平均值는 21,138이고 女性平均值는 21,200으로 大端히 높고 胎齡增加에 따라 急速히 낮아져서 胎齡 第10月의 男性 4,428 및 女性 3,171로 된다.

② 皮質各層의 相對的 紹細胞密度

胎齡 第6月以後의 胎月齡別 및 男女別 平均值는 第5表와 같고 이를 第7圖에 圖示하였다. I層은 다시 이를 A, B 및 C의 3亞層으로, V層 및 VI層은 이들을 다시 각각 A 및 B의 2亞層으로 區分하여 紹細胞密度를 調査하였다.

I層 및 IV層의 相對的 紹細胞密度는 皮質全層의 相對的 紹細胞密度와 같이 胎齡增加에 따라 漸次의으로 낮아지고 있다. II層의 것은 胎齡 第7月의 것까지는 胎齡增加에 따른 減少가 거이 없다가 그 以後 急進의 으로 相對的 紹細胞密度가 낮아지고 있다. 其他層 即 I層 V層 및 VI層의 相對的 紹細胞密度의 變化樣相은 비슷하

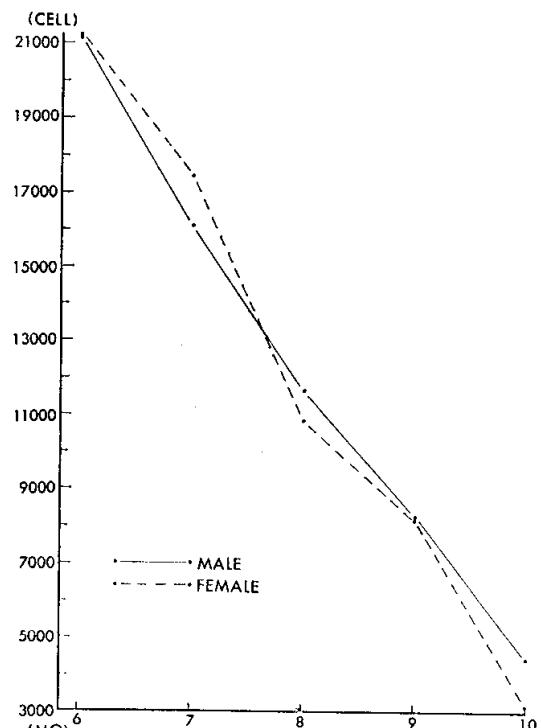


Fig. 6. Moving averages of relative cell density in cortex of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal age from 6th to 10th month.

Table 5. The relative cell density ($M \pm S.D.$) of each cortical layer by fetal age in month

Mo.	Sex	Layer No.	I		II		III		IV		V		VI		Total
			A	B	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	
6	♂	9	761 ± 115	2,932 ± 357	2,483 ± 312	2,332 ± 333	2,433 ± 183	2,922 ± 511	2,390 ± 343	1,850 ± 293	1,878 ± 382	1,072 ± 213	21,138 ± 3,825		
	♀	11	625 ± 85	2,999 ± 351	2,584 ± 426	1,439 ± 339	2,576 ± 487	3,033 ± 498	2,410 ± 305	1,799 ± 313	1,835 ± 260	900 ± 181	21,200 ± 2,837		
7	♂	15	671 ± 103	2,815 ± 532	1,860 ± 334	1,791 ± 273	1,778 ± 363	2,417 ± 364	1,652 ± 249	1,204 ± 190	1,296 ± 158	618 ± 84	16,102 ± 2,433		
	♀	9	820 ± 111	2,967 ± 414	2,056 ± 369	2,020 ± 311	1,970 ± 234	2,657 ± 406	1,733 ± 252	1,226 ± 232	1,328 ± 201	697 ± 94	17,474 ± 2,866		
8	♂	14	631 ± 93	2,583 ± 352	1,359 ± 278	1,075 ± 188	1,096 ± 216	1,873 ± 321	1,062 ± 185	732 ± 145	828 ± 168	567 ± 51	11,606 ± 1,948		
	♀	14	601 ± 94	2,405 ± 423	1,255 ± 164	944 ± 142	969 ± 117	1,766 ± 257	927 ± 145	638 ± 87	728 ± 115	587 ± 81	10,820 ± 1,721		
9	♂	12	516 ± 95	1,931 ± 267	1,034 ± 175	735 ± 133	748 ± 86	1,250 ± 221	685 ± 120	461 ± 58	567 ± 91	278 ± 48	8,205 ± 1,383		
	♀	14	374 ± 49	1,886 ± 263	991 ± 133	757 ± 106	768 ± 132	1,325 ± 139	721 ± 118	482 ± 53	537 ± 83	282 ± 56	8,123 ± 1,592		
10	♂	5	265 ± 32	882 ± 161	507 ± 104	400 ± 83	393 ± 61	728 ± 127	408 ± 71	307 ± 49	358 ± 51	180 ± 31	4,428 ± 786		
	♀	2	143	653	336	257	254	565	312	235	281	135	3,171		

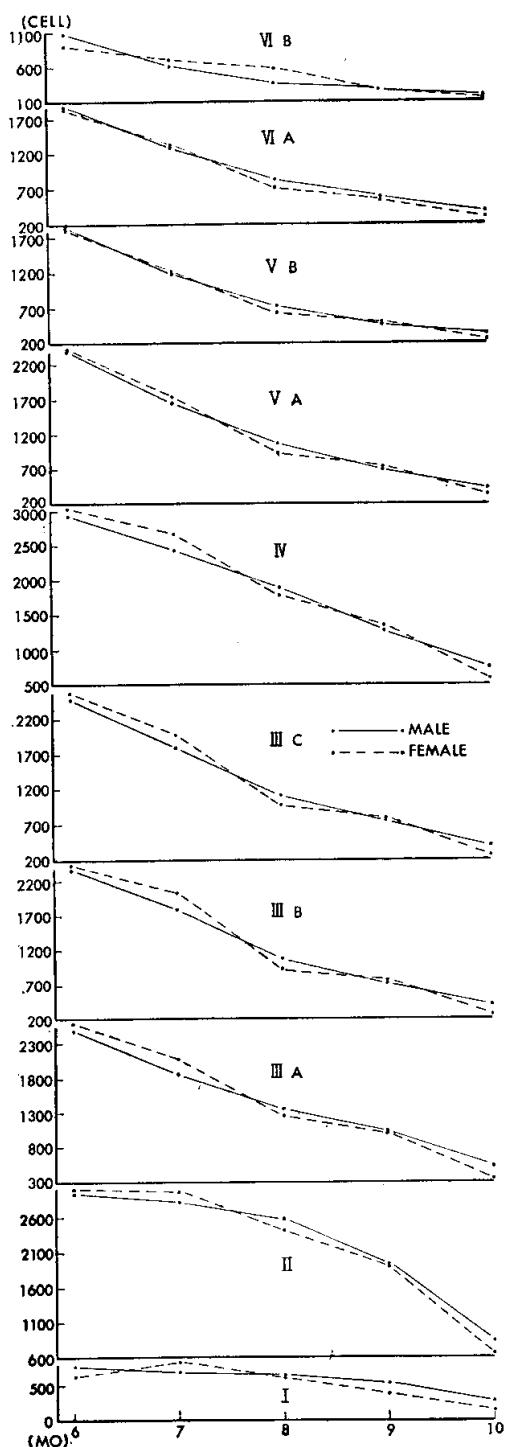


Fig. 7. Moving averages of relative cell density in each cortical layer of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal age from 6th to 10th month.

여 胎齡 第8月의 것까지 急히 낮아지고 그 以後는 比較的 速히 減少하고 있다.

2) 腦重量群別 相對的 細胞密度

① 皮質全層의 相對的 總細胞密度

腦重量 51g以上의 各群別 및 男女別의 平均值는 第6表와 같고 이를 第8圖에 圖示하였다.

腦重量 51~100g群에서는 男性 20,766, 女性 21,156 이어서 높고 脑重量 351~400g群까지 脑重量의 增加에 따라 急速히 減少하고 脑重量 401g 以上群에서 男性 3,588, 女性 3,171로 되고 있다.

② 皮質各層의 相對的 細胞密度

腦重量 51g 以上의 各群別 및 男女別 平均值는 第6表에서와 같고 이를 第9圖에 圖示하였다.

皮質各層의 相對的 細胞密度의 脑重量增加에 따른 減少變化樣相은 大體로 皮質全層의 相對的 總細胞密度의 그것과 恰似하나 仔細히 觀察하면 脑重量 51~100g群의 相對的 細胞密度가 脑重量 201~250g群值까지 急速히 減少하고 그 以後群值에서 느리게 減少하다가 脑重量 351~400g群值에 이르고 그 以後群에서 다시 急히 減少되고 있음을 본다.

B. 皮質의 絶對的 細胞密度

皮質全層의 絶對的 總細胞密度는 皮質表面에서 皮質髓質境界線에 이르는 사이의 $(100\mu)^2$ 皮質柱內에 있는

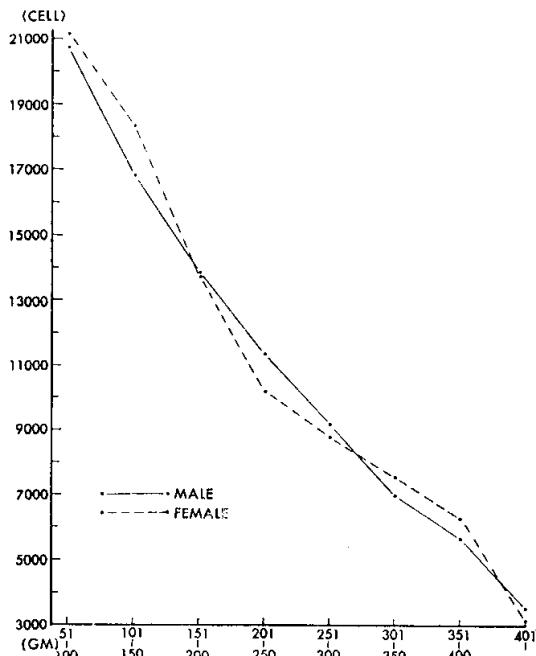


Fig. 8. Moving averages of relative cell density in cortex of posterios transverse temporal gyrus in successive increase of fetal brain weight.

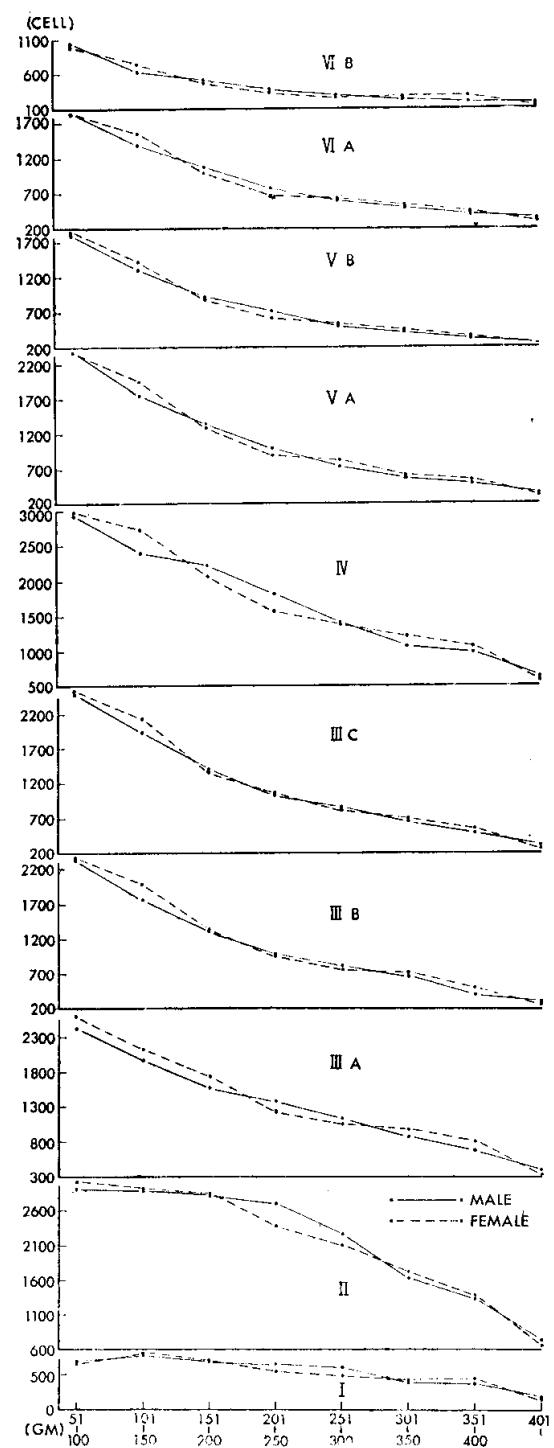


Fig. 9. Moving averages of relative cell density in each cortical layer of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal brain weight.

總細胞數量 意味하는 것이고 皮質各層의 絶對的 細胞密度는 皮質各層의 相對的 細胞密度에 그 値의 皮質厚度를 乘하여 얻어진 値이고 即 $(100)^2$ 皮質層柱內의 細胞數量 意味한다.

1) 胎齡月別 絶對的 細胞密度

① 皮質全層의 絶對的 總細胞密度

胎齡月別 및 男女別의 平均值는 第 7 表와 같고 이를 第 10 圖에 圖示하였다.

胎齡 第 5 月 值는 男性 16,984, 女性 17,367 인데 胎齡 第 6 月 에는 男性 20,246, 女性 18,999 且 最高值를 보이다가 그 以後는 胎齡增加에 따라 急速히 減少하여 胎齡 第 10 月 에는 그 値가 男性 6,212, 女性 4,685 로 된다.

② 皮質各層의 絶對的 細胞密度

皮質層分化가 된 胎齡 第 6 月 以後의 胎齡月別 및 男女別 皮質各層의 絶對的 細胞密度는 第 7 表와 같고 이를 第 11 圖에 圖示하였다.

皮質表層으로부터 內顆粒層까지 即 I 層, II 層, III 層 및 IV 層의 各值는 胎齡 第 6 月 值보다도 胎齡 第 7 月 值가 높아서 最高值가 되고 그 以後는 胎齡增加에 따라 減少되고 皮質의 下顆粒層인 V 層 및 VI 層의 것은 胎齡 第 6 月 值가 最高로 높고 그 以後는 胎齡增加에 따라 急히 減少하고 있다.

2) 腦重量群別 絶對的 細胞密度

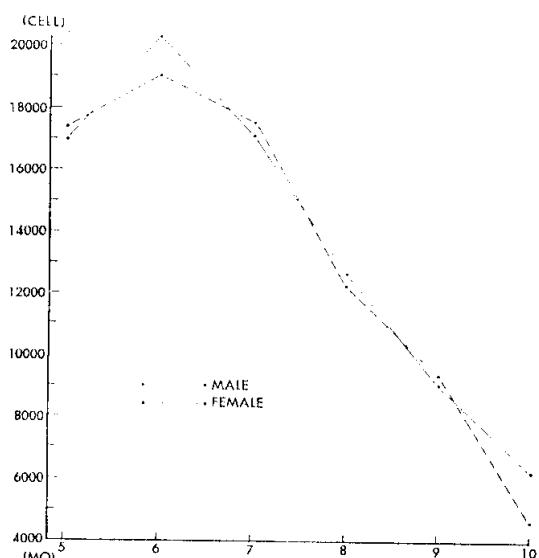


Fig. 10. Moving averages of absolute cell density in cortex of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal age from 6th to 10th month.

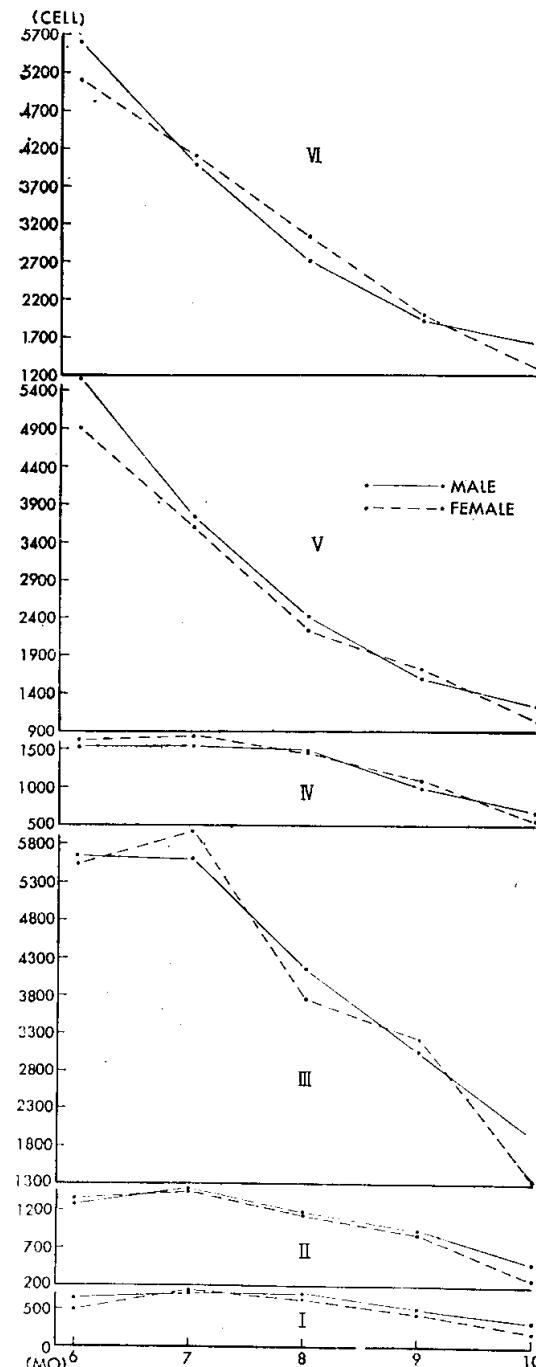


Fig. 11. Moving averages of absolute cell density in each cortical layer of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal age from 6th to 10th month.

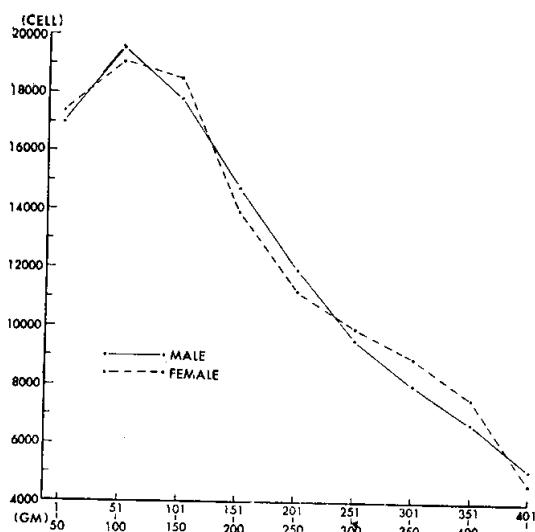


Fig. 12. Moving averages of absolute cell density in cortex of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal brain weight.

層에 있어서는 腦重量 51~100g群值 보다도 腦重量 101~150g群值가 높아 最高值를 보이고 下顆粒層인 Ⅴ層 및 Ⅵ層의 것은 腦重量 51~100g群值에서 最高值를 보여 각各 腦重量增加에 따라 漸次的으로 그 密度가 낮아지고 있다. Ⅳ層의 것은 上顆粒層型에 屬하는 變化傾向을 보였다 하겠다.

總括 및 考按

後橫側頭回(Brodmann 第42皮質分野)는 大腦 側頭葉 上側頭回(Brodmann 第22皮質分野)의 蝶蓋面에 斜位로 놓인 한雙의 腦回(前橫側頭回—Brodmann第41皮質分野—皮質聽覺中樞, 및 後橫側頭回)中 後方에 位置하는 것이고 上側頭回와 더부리 第二次聽覺中樞에 該當한다.

本 調査에서 人胎兒大腦 後橫側頭回의 皮質厚徑의 發育은 胎齡 第5月에는 0.7mm程度이든 것이 胎齡 第9月까지 느리게 發育하고 그 以後 速히 發育하여 胎齡 第10月에는 1.6mm가 된다. 腦重量과의 關係를 보면 腦重量 50g以下群에서도 皮質厚徑은 約 0.7mm이고 腦重量 101~150g群에서 約 1.17mm로 急速히 發育하고 그後 腦重量 351~400g까지 比較的 느리게 發育하다가 腦重量 401g以上이 되면 1.73mm가 된다. 이 皮質厚徑의 發育은 前橫側頭回의 皮質厚徑 發育(李, 1975) 및 上側頭回의 那 것(康, 1975)과 怡似한 發育樣相이었으며 特히 前者와는 그 值도 같다.

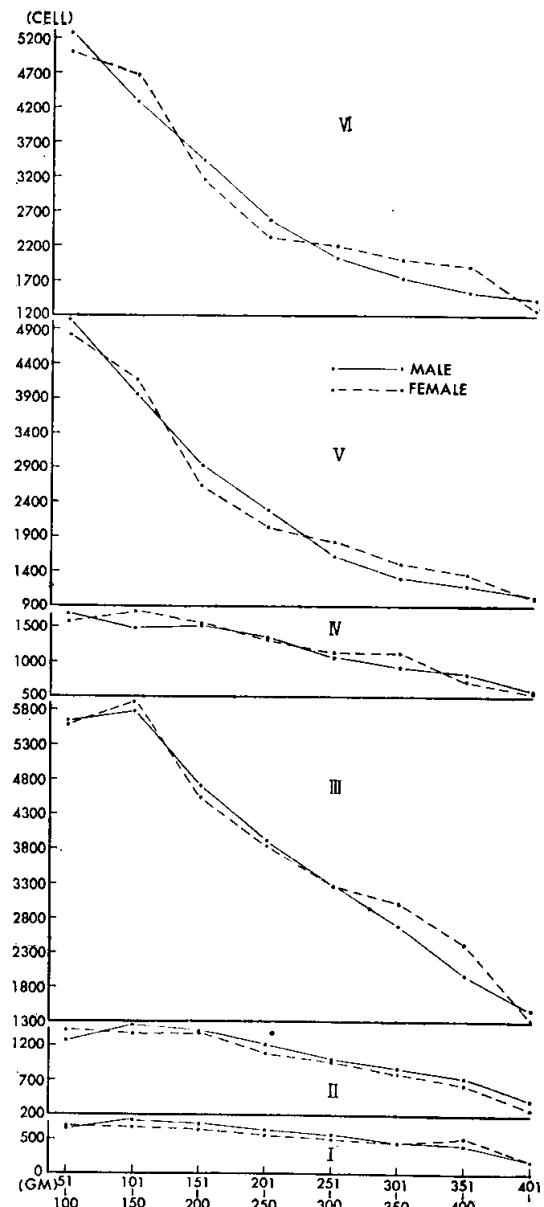


Fig. 13. Moving averages of absolute cell density in each cortical layer of posterior transverse temporal gyrus in successive increase of fetal brain weight.

人胎兒大腦 後橫側頭回皮質細胞의 絶對的 總細胞密度는 胎齡 第5月에는 17,175로 높고 胎齡 第6月에 보다增加되어 19,622가 되고 그 後는 胎齡增加에 따라 漸次的으로 낮아져서 胎齡 第10月에는 5,448이 된다. 이것을 腦重量群別로 보면 腦重量 50g 以下群에서는亦是 17,175로 높은데 腦重量 51~100g群에서 19,318

이 되고 腦重量增加에 따라 漸次 減少하여 腦重量 401g 以上群에서 4,912로 낮게 된다. 이러한 細胞密度의 變化樣相은 島回皮質(成, 1978)에서는 觀察된 바 없으나 前橫側頭回皮質(李, 1975) 및 上側頭回皮質(康, 1975)의 것들에서는 같은 樣相의 變化가 觀察되었다.

이같이 本皮質의 絶對的 總細胞密度가 胎齡 第 6 및 7月과 腦重量 51~100g 및 101~150g群에서 各各 胎齡 第 5月值나 腦重量 50g以下群值보다 높은 結果 腦皮質發育이 對應하여 急速히 두꺼워지고 있는 現象이 어서 皮質細胞의 旺盛한 分裂增加와 各己細胞의 肥大를 示唆한다고 하겠다.

結論

胎齡 第 5月에서 滿期에 이르는 韓國人 胎兒의 腦髓 115例(男 61, 女 54)을 材料로 하여 大腦側頭葉의 後橫側頭回(Brodmann 第42皮質分野) 皮質의 發育 및 細胞構築에 關하여 研究하였다.

1. 皮質厚徑은 胎齡 第 5月에는 0.7mm이고 胎齡 第 8月까지 速히 發育하고 胎齡 第 9月에는 좀 느리게 發育하다가 胎齡 第 10月에 다시 速히 發育하여 1.6mm로 되었다. 또 腦重量 50g 以下群에서는 0.7mm이든 것이 腦重量 101~150g까지는 速히 發育하고 그 以後 느리게 發育하다가 腦重量 401以上群에서 速히 發育하여 1.73mm가 된다.

2. 本 皮質의 絶對的 總細胞密度는 胎齡 第 6月에 最高值, 胎齡 第 7月에 그다음值로 胎齡 第 5月值보다 높고 그 以後는 胎齡增加에 따라 急히 減少되고 있고, 腦重量과의 關係에서 腦重量 51~100g群에서 最高值과 腦重量 101~150g群의 것이 그다음值로 腦重量 50g以下群보다 높고 그 以後는 腦重量增加에 따라 急히 減少되고 있다.

3. 本 皮質의 層分化는 胎齡 第 6月, 腦重量 51~100g群에서 完成되었다.

4. 모든 結果에서 男女性差는 없었다.

—ABSTRACT—

Studies on Development and Cytoarchitectonics of Cerebral Cortex in Posterior Transverse Temporal Gyrus(Brodmann's Area 42) of Normal Korean Fetus

Key June Seoung

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

Quantitative changes have been investigated on the prenatal development of the human fetal brain with special reference to the growth and cytoarchitectonics in the cortex of posterior transverse temporal gyrus(Brodmann's area 42) from 115 korean fetuses(of them, 61 of male and 54 of female) of which the age ranged from 5th fetal month to the end of the fetal life.

1. Of the cortical thickness at 5th month 0.7mm was increased in proportion to increase of fetal month to 1.6mm at the end of fetal life. 0.7mm of the thickness in the group of less than 50gm of brain weight was increased into 1.7mm in group of more than 401gm of the brain weight.

2. Of the absolute cortical cell density the higher values observed at 6th and 7th month of fetal age, and 51~100gm and 101~150gm of the brain weight groups were decreased with gain of the age and the weight.

3. Differentiation of the cortical lamination was completed within 6th month of the fetal age of the stage of 101~150gm of the brain weight.

4. None of the sexual difference was found in thickness, relative and absolute cell densities of the cortex.

REFERENCES

- 康世鎮：人胎兒大腦 上側頭回(Brodmann 第22皮質分野) 皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 16(1):55-69, 1975.
具秀會：人胎兒大腦 帶狀回(Brodmann 第24皮質分野) 皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 最新醫學, 17(2): 185-197, 1974.
金順昌：人胎兒大腦 線條野(視覺皮質中樞) 皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 대한해부학회지, 5(1):29-42, 1972.
金廷洙：韓國人大腦 皮質聽覺中樞(Brodmann 第41皮質分野)의 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 14(2): 77-101, 1973.
羅聖根：人胎兒大腦 中心前回皮質(Brodmann 第4皮質分野)의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 12(2):1-14, 1971.
朴熙伯：人胎兒大腦 線上回部(Brodmann 第40皮質分野)의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 13(2): 1-14, 1972.

- 野)皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 14(4):282-296, 1973.
- 徐宗國: 人大腦 上側頭回(Brodmann 第22皮質分野)皮質의 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 14(4):312 (19)-334(41), 1973.
- 成善俊: 人胎兒大腦 島回皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 학술지, 19(4):211-223, 1978.
- 孫宗壽: 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, 서울의대 잡지, 8(3):159(43)-170(54), 1967.
- 安裕教: 人胎兒大腦 側頭極部(Brodmann 第38皮質分野)皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 15(3):108-122, 1974.
- 嚴奎炫: 人胎兒大腦 眼窩部皮質(Brodmann 第11皮質分野)의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 12(3):195-207, 1971.
- 吳達洙: 韓國人胎兒大腦 上頭頂小葉(Brodmann 第7皮質分野)의 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 10(3): 119-133, 1969.
- 尹元泰: 人胎兒大腦 旁線條野(Brodmann 第18皮質分野)皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 14(4):297(51)-311(65), 1973.
- 李彥馥: 人胎兒大腦 中側頭回皮質(Brodmann 第21皮質分野)의 發育 및 細胞構築學的研究, 대한해부학회지, 6(1):13-27, 1973.
- 李昶遠: 人胎兒大腦 皮質聽覺中樞(Brodmann 第41皮質分野)皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 대한해부학회지, 8(1):9-22, 1975.
- 林海昇: 人胎兒大腦 下前頭回辨蓋部(Brodmann 第44皮質分野)皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 最新醫學, 17(3):331-344, 1974.
- 張永喆: 人胎兒大腦 運動前野皮質(Brodmann 第6皮質分野)의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 12(3):181-194, 1971.
- 全尚武: 人胎兒大腦 前頭極部皮質(Brodmann 第10皮質分野)의 發育 및 細胞構築學的研究, 대한해부학회지, 4(1):25-38, 1971.
- 鄭鎮宇: 人胎兒大腦 角回部(Brodmann 第39皮質分野)皮質의 發育 및 細胞構築學的研究, 서울의대 잡지, 13(2):131-142, 1972.
- Abercrombie, M.: *Estimation of nuclear population from microtome section. Anat. Rec.*, 94:239-246, 1946.
- Alder, H.L. and E.B. Roessler: *Introduction to probability and statistics. 8. Random Sampling. Large sample theory. pp. 96-109.*, 1960, W.H. Freeman and Co., San Francisco and London.
- Brodmann, K.: *Vergleichende Lokalizationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellbaues.* Leipzig. J.A. Barth., 323p., 1910.
- His, W.: *Zur Geschichte des Gehirns, sowie der zentralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryos. Abh. d.k.s. Ges. d. wissenschaftl. math-phys., Classe 14:pt. 7,* 1888, cited by Brodmann.
- Humhrey, T.: *Pri mitive neurons in embryonic human central nervous system.* J. Comp. Neurol., 81:1-45, 1944.
- Mellus, E.L.: *The development of the cerebral cortex.* Am. J. Anat., 14:107-118, 1912.
- 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.