

幼ラットの脳内遊離アミノ酸に及ぼす母ラットの 妊娠期授乳期の栄養摂取の影響 (その I)

出海みどり

(昭和57年9月30日受理)

The Influence of the Nutritive Intake During the Period of Pregnancy and Nursing Mother on Free Amino Acids in Infant Rat Brain

[Part I]

Midori IZUMI

(Received September 30, 1982)

はじめに

脳は身体の各臓器の発育の中でその早い時期に発育発達をとげる。それは動物の種類によって時期の差異はあるが、正常におけるヒトの場合は胎生期後半で細胞の増殖を終え、出生時には発育期区分の第Ⅱ期、すなわち細胞、軸索、樹状突起の発育、成長に入っている¹⁾。ラットでは出生後2週令位まで細胞の増殖期、すなわち脳の発育期区分の第Ⅰ期に相当し最も盛んに細胞分化が行われている時期となっている。そしてこの期間までは栄養摂取をすべて母親に依存している時期であるので、母親自身の栄養摂取が直接に脳に限らず全身に影響を与えるということは周知のことである。特に妊娠後期には胎仔および付属器官の発育が著しく、母体のタンパク質蓄積が最も必要とされる。今回母ラットの飼料中のタンパク質含有量を違えて妊娠期、授乳期を飼育し、生仔の脳重量、脳内遊離アミノ酸量および核酸量をそれぞれ大脳、小脳別に測定して、妊娠期、授乳期母ラットの摂取タンパクレベルの違いが幼若ラットの脳の発育に及ぼす影響について生化学的一検索を行った。

実験方法

1 実験動物

10週令を過ぎた交配可能なドンリュウ系雌ラット14匹、雄ラット6匹を購入(日本ラットK. K.)し、それぞれ予備飼育の後交配させ生れた仔を実験に供した。

2 飼育方法及び期間

雌ラットを3群に分け表1に示す組成の飼料をつくり

(1)10%カゼイン飼料群、(2)18%カゼイン飼料群、(3)24%カゼイン飼料群とし4日間予備飼育し、それぞれの飼料に慣れさせてから順次雄ラットと交配した。雄ラットと4日間同居後雌ラットは各個別ケージで飼料別に出産まで飼育し、更に生仔に対し2週間授乳させた。

飼育ケージは45 cmW×25 cmD×20 cmHのアルミ製で、飼料は1日1匹当たり20gを投与し水道水は自由摂取とした。飼育環境は室温20~24℃、湿度50~70%に空調し、自然採光とした。

3 試料採取法

各飼料別に生直後のものを0週令とし各親から雌雄別に仔を選び、更に1週令、2週令と各週令毎に雌雄別に5~8匹ずつとなるようにサンプリングした。(表Ⅱ)

4 試料処理法

各週令毎に選んだ仔は体重測定後直ちに液体窒素中²⁾に2~3分浸し、組織中心部まで完全に凍結(-190℃)させてから取り出し、密封して-70℃の超低温庫(K. K. 在原製作所製EL-80)に保存し順次分析に供した。

5 組織の処理法

1) 脳の摘出²⁾

頭部を凍結状態のまま鼻から頭頂部にかけて頭皮にメスを入れ、皮膚および膜をはいで頭蓋骨を露出させる。次に鼻のつけ根にあたる嗅脳にピンセットをつきさし、そこから頭蓋骨をこじあげ、脳組織に傷をつけないようにして骨を取り除き、硬脳膜をはいで全脳を露出させる。大脳および小脳を別々に重量既知のガラス製ホモジナイザーカップに取り、それぞれ脳重量を測定する。(この間脳組織をなるべく低温に保ち短時間で行うようにする。

2) 飼料液の抽出

①摘出した大脳および小脳はそれぞれ湿重量を測定後、

出海みどり

表 I 飼 料 組 成

(100g中)

飼 料 成 分	(1) 10%カゼイン飼料	(2) 18%カゼイン飼料	(3) 24%カゼイン飼料
	(g)	(g)	(g)
乳製カゼイン	10	18	24
溶性デンプン	75	67	61
サ ラ ダ 油※	10	10	10
混 合 塩※※	4	4	4
混合ビタミン※※※	1	1	1
熱 量	374.3 Cal	377.2 Cal	379.5 Cal

※ サラダ油 : 日清製油KK

※※ 混 合 塩 : 田辺製薬KK

※※※ 混合ビタミン: 塩野義製薬KK ポボンS末

表 II 出産状況及びサンプル数

母 ラ ッ ト			仔 ラ ッ ト						
	番号	出産週令 (W)	出産数	死亡数	生仔数	0 W	I W	II W	計
10% カゼイン 飼料群	1	14	0		0				0
	2	14	0		0				0
	3	18	0		0				0
	4	18	0		0				0
	5	23	0		0				0
合 計			0		0				0
18% カゼイン 飼料群	1	14	13	7	6	♂ 0 ♀ 0	2	1	3
	2	14	16	4	12	♂ 1 ♀ 2	3	2	6
	3	14	11	0	11	♂ 2 ♀ 2	2	2	6
	4	18	6	2	4	♂ 2 ♀ 2	0	0	2
	5	23	2	0	2	♂ 1 ♀ 1	0	0	1
	合 計		48	13	35	♂ 6 ♀ 7	7	5	18
							5	5	17
	1	14	13	3	10	♂ 3 ♀ 3	1	1	5
	2	14	6	0	6	♂ 0 ♀ 0	2	0	2
	3	14	14	1	13	♂ 2 ♀ 2	2	2	6
24% カゼイン 飼料群	4	23	12	0	12	♂ 2 ♀ 2	2	2	6
	合 計		45	4	41	♂ 7 ♀ 7	7	5	19
							7	8	22

手早く氷冷の 0.4 N-HClO₄(過塩素酸以降 PCA と略す)を用いて約10%のホモジェネートを作る。酸処理中は絶えず外から氷冷し組織を冷温に保つ。出来たホモジェネートは冷却型遠心分離機(島津製作所 K. K. 製 CPR-005 型)にて 0 °C, 4000 r. p. m で10分間遠沈し上清を得る。上清は氷冷しておく。

②沈渣に再び 0.4 N-PCA を少量加え充分混和し①と同様に遠沈して上清を取る。この操作を3〜4回繰り返し得られた上清を①に合わせ氷冷しておく。

③合わせた上清は 5 N-KOH で中和し 2 時間以上氷冷した後遠沈し、得られた上清は pH 2.2 のクエン酸ナトリウム緩衝液で pH をコントロールし、酸可溶性分画としてアミノ酸分析のための試料とした。

④酸可溶性分画を取った②の沈渣は直ちに 5 ml の 95 %エタノールで 2 回洗滌し PCA を除く。その後 5ml のエタノール・エーテル混液 (3 : 1) を加えて十分にミキシングし 40〜50°C の恒温槽に 10 分間温置した後遠沈して脂質を除く。

⑤脂質を除去した沈渣に約 2 ml の 0.3 N-KOH を加えて 37°C, 15〜18 時間恒温槽に浸漬し、その後氷冷しながら 60%-PCA で中和し遠沈して上清をリボ核酸(以降 RNA と略す) 測定のための試料とした。

⑥RNA の分画を取り除いた沈渣に 4 %PCA を約 2 ml 加えアルミ箔でフタをして 90°C, 15 分間恒温槽で加熱するその後冷却して遠沈し上清をデオキシリボ核酸 (DNA) 測定のための試料とした。

6 試料の分析法

①酸可溶性分画はアミノ酸測定用試料として一定量を取りアミノ酸自動分析計(柴田アミノ酸自動分析機 AA 100 型)にかけ遊離アミノ酸の測定を行った。

②RNA の分画はオルソノール反応を用いた Schmidt-Thannhauser-Schneider 法³⁾で定量した。

③DNA の分画はジフェニルアミン反応を用いた Burton の変法³⁾で定量した。

④②③の反応後の吸光度はデジタル分光光度計(日立製-624 型)で測定を行った。

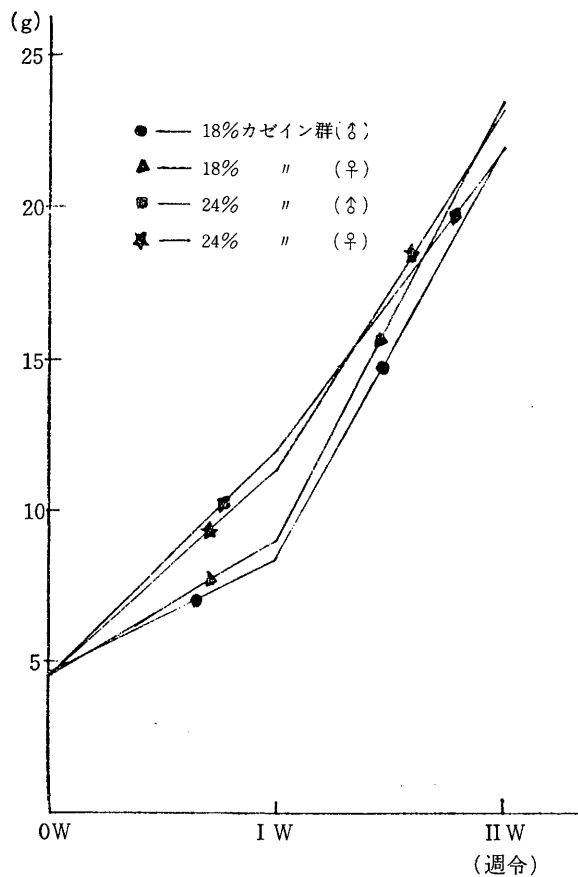
実験結果

表Ⅱに示したように 10 週令を過ぎた交配可能なドンリュウ系雌ラット 14 匹を 3 群に分け飼料中の蛋白質含有量を表Ⅰに示したように 3 段階に違えて餌を授与し、4 日間の予備飼育の後同じ系統の 10 週令前後の雄ラットと交配し妊娠させた。妊娠期間中および授乳中もそれぞれ群別の飼料で飼育を続け、得られた生仔はそれぞれの親の母乳のみで 2 週令まで育てた。しかし群の内(1)10%カゼイン飼料で飼育した群は妊娠が維持できず生仔は一匹も得られなかった。(2)18%カゼイン飼料群は出生数 48 匹で内出生後死亡した仔 13 匹(生仔率約 73%), 差引き 35 匹の生仔を得、(3)24%カゼイン飼料群は出生数 45 匹で、内死亡数は 4 匹(生仔率約 91%), 差引き 41 匹の生仔が得られた。したがって生仔の得られた群からサンプリングして各分析を行った。(2)18%カゼイン飼料群を ♂ 別別に生直後の 0 週令から 2 週令まで各々 4〜6 匹宛、(3)24%カゼイン飼料群を ♂ 別別に 0 週令から 2 週令まで各々 4〜6 匹宛を分析に供した。分析項目は体重測定、その後屠殺処理し摘出脳を大脳、小脳別に脳湿重量を測定し、更に各々の脳組織中より酸可溶性分画を抽出し脳内遊離アミノ酸量を測定し、最後に核酸(DNA 及び RNA)を定量した。

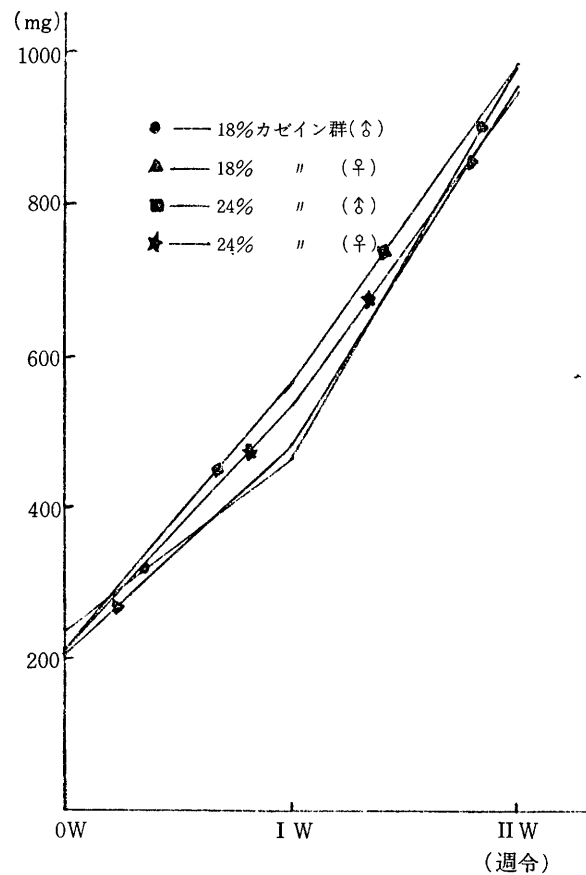
1 体重は表Ⅲ、図Ⅰに示したように生直後では 2 群

表Ⅲ ラットの週令別平均体重(単位g) mean ± S.D.

週 令		0 W	I W	II W
群 別				
18 %飼料群 カゼイン	♂	4.6 ± 0.4	8.3 ± 1.5	21.9 ± 3.7
	♀	4.5 ± 0.9	9.0 ± 1.4	23.5 ± 3.1
24 %飼料群 カゼイン	♂	4.5 ± 0.5	12.0 ± 1.6	21.8 ± 2.3
	♀	4.5 ± 0.3	11.3 ± 1.8	23.2 ± 2.0

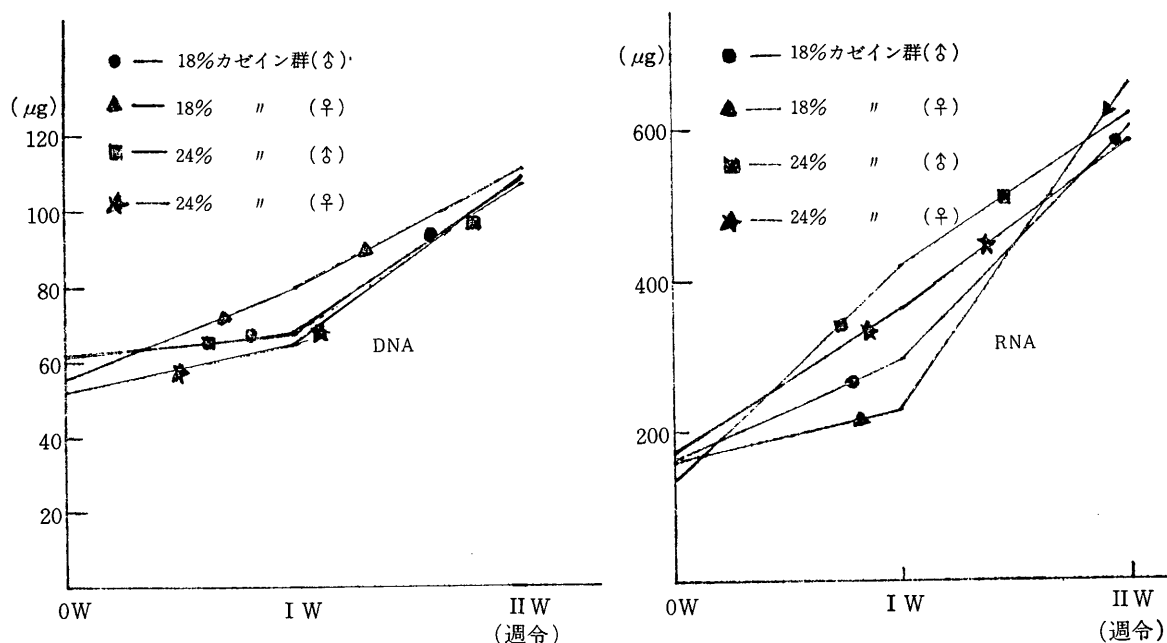


図I ラットの平均体重の群別週令別変化 (♂♀)



図II ラットの全脳湿重量の群別週令別変化 (♂♀)

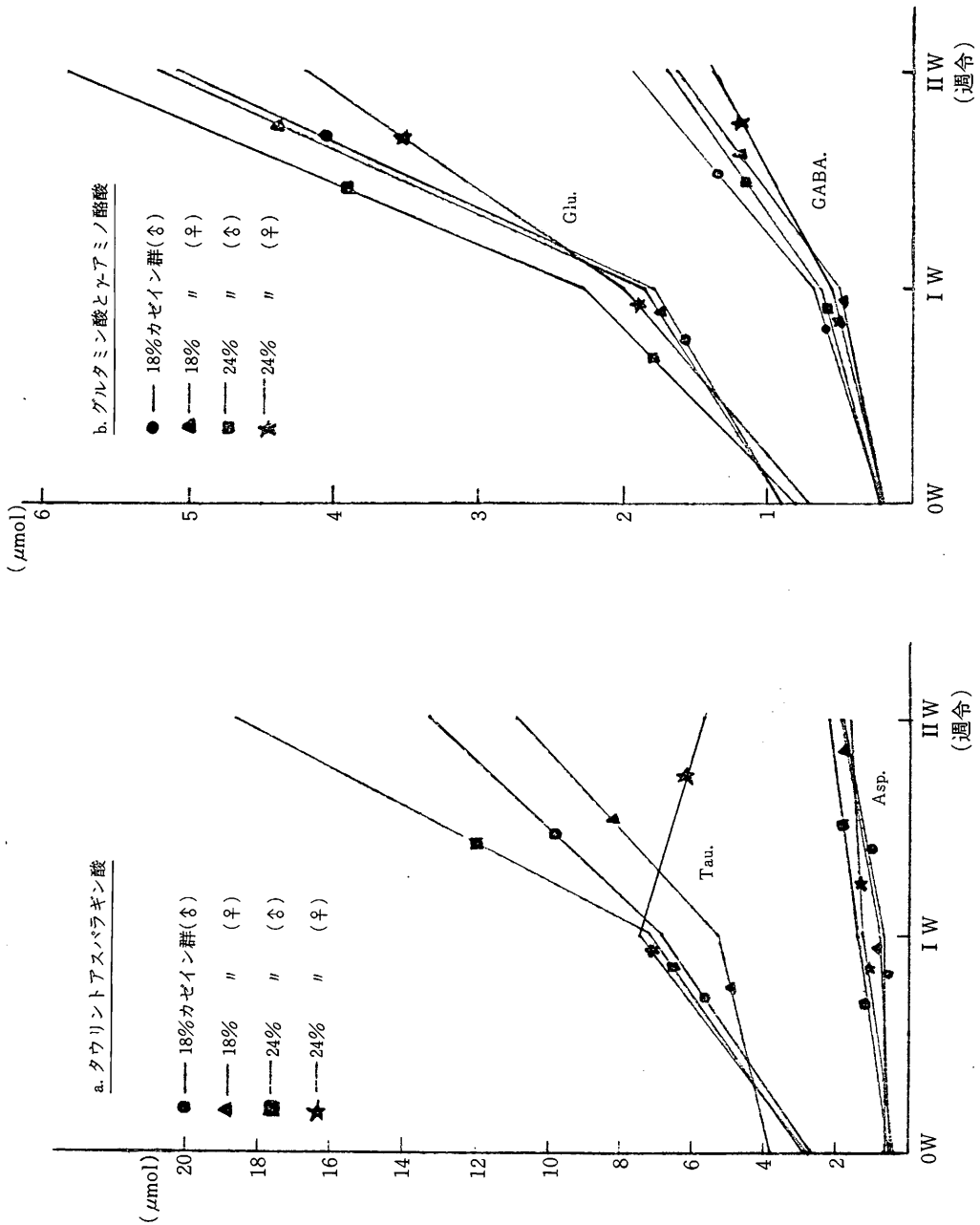
幼ラットの脳内遊離アミノ酸に及ぼす母ラットの妊娠期、授乳期の栄養摂取の影響（その1）



図Ⅲ ラットの全脳中の核酸量の週令別変化

表Ⅳ ラットの週令別平均脳湿重量(単位g) mean±S.D.

群 別		週 令	0 W	I W	II W
18 % カ ゼ イ ン 飼 料 群	♂	全脳	0.238 ± 0.026	0.467 ± 0.073	0.979 ± 0.030
		大脳	0.163 ± 0.023	0.357 ± 0.059	0.744 ± 0.053
		小脳	0.075 ± 0.015	0.109 ± 0.020	0.235 ± 0.044
	♀	全脳	0.205 ± 0.019	0.486 ± 0.060	0.954 ± 0.122
		大脳	0.138 ± 0.016	0.363 ± 0.057	0.742 ± 0.088
		小脳	0.067 ± 0.020	0.123 ± 0.027	0.212 ± 0.079
24 % カ ゼ イ ン 飼 料 群	♂	全脳	0.211 ± 0.026	0.566 ± 0.051	0.985 ± 0.072
		大脳	0.147 ± 0.030	0.377 ± 0.036	0.761 ± 0.065
		小脳	0.064 ± 0.022	0.189 ± 0.053	0.224 ± 0.028
	♀	全脳	0.209 ± 0.028	0.537 ± 0.055	0.949 ± 0.059
		大脳	0.131 ± 0.030	0.381 ± 0.042	0.758 ± 0.055
		小脳	0.069 ± 0.019	0.156 ± 0.016	0.191 ± 0.005



図V ラットの脳内遊離アミノ酸量の週令別変化 (全脳)

間の差は♂♀共にほとんどみとめられなかった。1週令では24%カゼイン飼料群の方が♂♀共に増加が著しいが2週令時には差もちぢまってくる。両群共に♀の方が大きい傾向である。

2 脳湿重量は表Ⅳ、図Ⅱに示したように0週令では2群間、♂♀間でほとんど差はないようであるが、1週令では24%カゼイン飼料群の方が増加の度合が大きく、

2週令では両群間および♂♀間の差がちぢまってくる。両群共に♂の方が重い傾向である。大脳、小脳間の関係では両群、♂♀共に大脳の方の増加の度合が大きく0週令時では大脳小脳の重量比が2:1であったものが2週令時には約4:1となっている。

3 脳中核酸量を測定したものを表Ⅴに示したが、脳細胞の数を推定できる手がかりとなるDNAは出生時に

表V ラットの週令別脳内核酸量(単位 μg)

mean \pm S.D.

群 別			D N A			R N A		
			0 W	I W	II W	0 W	I W	II W
18 % カ ゼ イ ン 飼 料 群	♂	全脳	62.0 \pm 8.9	67.0 \pm 8.9	107.0 \pm 17.7	169.8 \pm 27.7	294.8 \pm 83.3	600.6 \pm 119.2
		大脳	41.7 \pm 9.8	44.7 \pm 8.2	54.8 \pm 8.3	123.2 \pm 32.2	251.0 \pm 95.8	423.6 \pm 65.9
		小脳	20.3 \pm 2.5	23.4 \pm 3.2	55.5 \pm 13.4	46.0 \pm 8.4	63.8 \pm 10.6	177.0 \pm 67.3
	♀	全脳	55.4 \pm 4.7	79.8 \pm 7.9	110.8 \pm 17.4	161.3 \pm 25.0	230.5 \pm 19.0	660.0 \pm 153.8
		大脳	37.6 \pm 3.8	54.4 \pm 12.3	55.4 \pm 7.2	115.3 \pm 23.8	167.3 \pm 20.4	512.0 \pm 109.6
		小脳	18.2 \pm 1.6	30.5 \pm 3.7	55.4 \pm 12.8	46.0 \pm 9.1	59.6 \pm 16.4	148.8 \pm 28.7
24 % カ ゼ イ ン 飼 料 群	♂	全脳	61.4 \pm 4.6	67.8 \pm 5.2	108.0 \pm 10.0	139.5 \pm 12.6	419.5 \pm 49.2	618.5 \pm 82.5
		大脳	40.2 \pm 3.0	38.7 \pm 4.5	50.0 \pm 6.2	100.8 \pm 12.8	278.7 \pm 42.8	452.2 \pm 47.3
		小脳	21.2 \pm 3.8	29.2 \pm 2.9	58.0 \pm 6.3	33.5 \pm 12.5	140.8 \pm 34.3	170.0 \pm 34.3
	♀	全脳	52.3 \pm 7.7	65.0 \pm 10.0	108.7 \pm 14.9	174.4 \pm 16.4	353.2 \pm 35.1	586.0 \pm 70.7
		大脳	32.8 \pm 5.5	39.8 \pm 7.4	55.3 \pm 8.5	119.5 \pm 19.9	234.7 \pm 55.6	439.5 \pm 67.5
		小脳	19.5 \pm 3.7	25.2 \pm 3.0	53.3 \pm 7.1	50.8 \pm 15.0	118.5 \pm 37.1	146.5 \pm 10.9

♂♀で多少の差があるが、群別、♂♀別共に1週令時まではあまり変化がなく1週令から2週令にかけて両群共に大きく増加する。そして両群間、♂♀間においてもほとんど差はなくなる。一方ニッスル小体の構成成分であるRNAの方はどの群も出生から週を追って漸増していく。

4 脳内遊離アミノ酸量(F. A. A.)は表Ⅵに♂の数値、表Ⅶに♀の数値を示した。両群、♂♀共にほとんどのアミノ酸が(24%カゼイン飼料群の♀のタウリンを除いて)週を追う毎に漸増していく。中でもタウリン、アスパラギン酸、スレオニン、ダルタミン酸、 γ アミノ酪酸(GABA)の増加は数量的に著しいものがある。両群間では24%カゼイン飼料群の♂の方が増加の度合いが大きく、18%カゼイン飼料群の方が低い傾向にある。しかし♀は24%カゼイン飼料群が低い傾向となってしまった。

考 察

妊娠、授乳中の母体の栄養摂取、特に蛋白栄養が发育

していく子供の身体に大きな影響を及ぼすことは多く明らかにされていることである。しかし脳においては发育発達の時期が身体の发育期の中でも早期にあるため、時期を逸すると一生修復できない障害となってしまうことがある。ヒトの場合は胎生期に既に細胞分化が完了しているということであるので特に早い時期の管理が重要となってくる。又反面脳は身体が栄養的にかなり過酷な状態におかれても最後まで損傷を受けない生理的機構になっているところもある。今回妊娠ラットをその初期から授乳期を通して、飼料中の蛋白質含有量を違えて投与し、その育てた生仔に対し脳の发育について生化学的に観察していったわけであるがいくつかの問題点が生じた。まず生仔を得る段階で(1)10%カゼイン飼料群ではどの親も妊娠を維持できずサンプルが得られなかった。妊娠時に無タンパク飼料で育てた場合毎日性ステロイドホルモンを投与することにより妊娠を維持することは可能である⁴⁾ということである。次に1匹の親から生仔を得た率

表Ⅵ ラットの週令別脳内遊離アミノ酸量 μ (単位 μ mol)

mean \pm S.D.

Group		18% Casein diet			24% Casein diet		
F.A.A.	Week	0 cerebrum cereblum	I cerebrum cereblum	II cerebrum cereblum	0 cerebrum cereblum	I cerebrum cereblum	II cerebrum cereblum
Taurine		2.22 \pm 0.88	5.13 \pm 0.96	10.96 \pm 0.94	1.99 \pm 0.07	5.56 \pm 0.17	16.20 \pm 0.67
		0.44 \pm 0.24	1.69 \pm 1.06	2.34 \pm 0.33	0.90 \pm 0.29	1.62 \pm 0.25	2.43 \pm 0.53
Aspartic acid		0.51 \pm 0.38	0.47 \pm 0.12	1.33 \pm 0.22	0.43 \pm 0.25	0.95 \pm 0.36	1.74 \pm 0.76
		0.13 \pm 0.03	0.21 \pm 0.08	0.49 \pm 0.12	0.11 \pm 0.03	0.47 \pm 0.31	0.47 \pm 0.13
Threonine		0.50 \pm 0.27	1.20 \pm 0.64	4.61 \pm 2.21	0.31 \pm 0.04	1.06 \pm 0.11	2.05 \pm 0.72
		0.20 \pm 0.05	0.34 \pm 0.12	0.78 \pm 0.14	0.10 \pm 0.00	0.59 \pm 0.23	1.24 \pm 0.40
Serin		—	0.81 \pm 0.26	1.97 \pm 0.00	0.59 \pm 0.00	0.49 \pm 0.00	—
		—	0.26 \pm 0.01	0.60 \pm 0.00	0.09 \pm 0.01	0.38 \pm 0.05	0.49 \pm 0.00
Glutamic acid		0.64 \pm 0.16	1.47 \pm 0.28	3.67 \pm 1.06	0.57 \pm 0.12	1.62 \pm 0.28	4.60 \pm 0.89
		0.24 \pm 0.03	0.32 \pm 0.10	1.42 \pm 0.12	0.21 \pm 0.05	0.65 \pm 0.14	1.25 \pm 0.24
Prolin		0.08 \pm 0.01	0.16 \pm 0.03	0.52 \pm 0.19	0.06 \pm 0.02	0.27 \pm 0.12	0.29 \pm 0.21
		0.03 \pm 0.02	0.05 \pm 0.02	0.17 \pm 0.05	0.05 \pm 0.00	0.11 \pm 0.06	0.08 \pm 0.02
Glycin		0.25 \pm 0.07	0.69 \pm 0.44	0.95 \pm 0.40	0.22 \pm 0.07	0.41 \pm 0.08	0.56 \pm 0.18
		0.12 \pm 0.01	0.25 \pm 0.06	0.34 \pm 0.08	0.10 \pm 0.01	0.37 \pm 0.19	0.36 \pm 0.11
Alanine		0.19 \pm 0.09	0.49 \pm 0.18	0.90 \pm 0.41	0.18 \pm 0.04	0.31 \pm 0.05	0.49 \pm 0.09
		0.07 \pm 0.04	0.14 \pm 0.03	0.26 \pm 0.02	0.06 \pm 0.01	0.16 \pm 0.03	0.17 \pm 0.04
Cystin		0.03 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.09 \pm 0.04	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	0.32 \pm 0.20
		0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	0.03 \pm 0.02	—	0.03 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00
Valine		0.05 \pm 0.03	0.08 \pm 0.04	0.46 \pm 0.31	0.03 \pm 0.01	0.11 \pm 0.06	0.07 \pm 0.03
		0.01 \pm 0.03	0.03 \pm 0.01	0.10 \pm 0.03	0.01 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.06 \pm 0.04
Methionine		0.04 \pm 0.02	0.17 \pm 0.05	0.24 \pm 0.15	0.03 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.15 \pm 0.03
		0.01 \pm 0.00	0.03 \pm 0.02	0.07 \pm 0.04	0.01 \pm 0.01	0.06 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01
Isoleucine		0.04 \pm 0.02	0.05 \pm 0.03	0.18 \pm 0.14	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.01	0.07 \pm 0.02
		0.01 \pm 0.00	0.03 \pm 0.04	0.04 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01
Leucine		0.04 \pm 0.03	0.09 \pm 0.05	0.23 \pm 0.14	0.02 \pm 0.01	0.08 \pm 0.02	0.12 \pm 0.02
		0.02 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.02	0.03 \pm 0.01
Tyrosine		0.04 \pm 0.02	0.06 \pm 0.02	0.21 \pm 0.08	0.04 \pm 0.01	0.10 \pm 0.03	0.09 \pm 0.03
		0.02 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01	0.04 \pm 0.02	0.02 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.04 \pm 0.02
Phenyl alanine		0.09 \pm 0.05	0.04 \pm 0.00	0.12 \pm 0.05	0.02 \pm 0.00	0.05 \pm 0.03	0.04 \pm 0.01
		0.01 \pm 0.00	0.03 \pm 0.03	0.05 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01
GABA		0.16 \pm 0.11	0.47 \pm 0.12	1.56 \pm 0.11	0.15 \pm 0.01	0.37 \pm 0.11	1.34 \pm 0.51
		0.05 \pm 0.02	0.21 \pm 0.05	0.38 \pm 0.02	0.07 \pm 0.02	0.26 \pm 0.11	0.36 \pm 0.09
Tryptophan		—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—
Lysine		0.03 \pm 0.02	0.04 \pm 0.02	0.20 \pm 0.17	0.01 \pm 0.00	0.09 \pm 0.03	0.09 \pm 0.05
		0.01 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.02	0.04 \pm 0.02
Histidine		0.15 \pm 0.12	0.13 \pm 0.06	0.30 \pm 0.12	0.07 \pm 0.01	0.13 \pm 0.04	0.29 \pm 0.11
		0.04 \pm 0.01	0.04 \pm 0.02	0.11 \pm 0.02	0.03 \pm 0.01	0.04 \pm 0.02	0.11 \pm 0.03
Arginine		0.02 \pm 0.00	0.05 \pm 0.02	0.18 \pm 0.09	0.01 \pm 0.00	0.08 \pm 0.02	0.10 \pm 0.02
		0.01 \pm 0.00	0.03 \pm 0.01	0.06 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01

表Ⅶ ラットの週令別脳内遊離アミノ酸量♀(単位 μmol)

mean \pm S.D.

Group	18% Casein diet			24% Casein diet		
	Week F.A.A. 0 cerebrum cerebrum	I cerebrum cerebrum	II cerebrum cerebrum	0 cerebrum cerebrum	I cerebrum cerebrum	II cerebrum cerebrum
Taurine	3.07 \pm 0.37	4.26 \pm 0.82	9.45 \pm 0.64	1.89 \pm 0.24	5.87 \pm 1.17	3.97 \pm 1.15
	0.84 \pm 0.19	1.06 \pm 0.25	1.50 \pm 0.66	0.89 \pm 0.01	1.57 \pm 0.51	1.76 \pm 0.28
Aspartic acid	0.35 \pm 0.14	0.53 \pm 0.20	1.47 \pm 0.31	0.29 \pm 0.04	0.99 \pm 0.01	1.18 \pm 0.30
	0.12 \pm 0.07	0.23 \pm 0.11	0.39 \pm 0.10	0.11 \pm 0.03	0.33 \pm 0.13	0.45 \pm 0.15
Threonine	0.43 \pm 0.12	1.15 \pm 0.35	2.37 \pm 0.63	0.31 \pm 0.09	0.69 \pm 0.13	1.14 \pm 0.74
	0.24 \pm 0.03	0.41 \pm 0.05	0.86 \pm 0.16	0.19 \pm 0.01	0.39 \pm 0.08	0.56 \pm 0.20
Serine	0.23 \pm 0.00	—	—	—	—	—
	0.13 \pm 0.07	0.20 \pm 0.06	0.47 \pm 0.00	0.08 \pm 0.01	—	—
Glutamic acid	0.62 \pm 0.15	1.43 \pm 0.42	4.09 \pm 0.64	0.50 \pm 0.15	1.47 \pm 0.10	3.82 \pm 0.90
	0.28 \pm 0.01	0.41 \pm 0.20	1.12 \pm 0.47	0.23 \pm 0.08	0.55 \pm 0.07	0.37 \pm 0.30
Proline	0.14 \pm 0.04	0.14 \pm 0.02	0.41 \pm 0.12	0.09 \pm 0.03	0.31 \pm 0.04	0.12 \pm 0.04
	0.04 \pm 0.02	0.08 \pm 0.02	0.13 \pm 0.09	0.03 \pm 0.01	0.05 \pm 0.02	0.06 \pm 0.00
Glycine	0.25 \pm 0.08	0.37 \pm 0.06	0.45 \pm 0.07	0.15 \pm 0.02	0.36 \pm 0.09	0.30 \pm 0.10
	0.13 \pm 0.04	0.29 \pm 0.16	0.27 \pm 0.14	0.11 \pm 0.03	0.20 \pm 0.01	0.21 \pm 0.09
Alanine	0.18 \pm 0.05	0.39 \pm 0.13	0.45 \pm 0.08	0.19 \pm 0.28	0.16 \pm 0.05	0.22 \pm 0.12
	0.04 \pm 0.03	0.14 \pm 0.02	0.19 \pm 0.07	0.06 \pm 0.02	0.11 \pm 0.03	0.08 \pm 0.03
Cystine	0.03 \pm 0.01	—	0.11 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	—	—
	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	0.03 \pm 0.02	—	0.02 \pm 0.00	—
Valine	0.05 \pm 0.02	0.07 \pm 0.03	0.14 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.05 \pm 0.01	—
	0.02 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.06 \pm 0.02	0.01 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.07 \pm 0.06
Methionine	0.04 \pm 0.02	0.09 \pm 0.03	0.06 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.08 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01
	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.02	0.11 \pm 0.01	0.01 \pm 0.01	0.05 \pm 0.02	0.09 \pm 0.02
Isoleucine	0.03 \pm 0.01	0.04 \pm 0.02	0.09 \pm 0.00	0.01 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01
	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.01	0.04 \pm 0.02	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01
Leucine	0.04 \pm 0.02	0.05 \pm 0.01	0.12 \pm 0.00	0.03 \pm 0.01	0.05 \pm 0.02	0.04 \pm 0.02
	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.02	0.05 \pm 0.02	0.01 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01
Tyrosine	0.04 \pm 0.01	0.05 \pm 0.02	0.06 \pm 0.01	0.05 \pm 0.02	0.08 \pm 0.02	0.13 \pm 0.15
	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.01	0.05 \pm 0.02	0.02 \pm 0.01	0.03 \pm 0.00	0.02 \pm 0.01
Phenyl alanine	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.01	0.14 \pm 0.03	0.02 \pm 0.01	0.05 \pm 0.03	0.08 \pm 0.03
	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	0.16 \pm 0.05	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.01
GABA	0.12 \pm 0.06	0.35 \pm 0.06	1.30 \pm 0.08	0.12 \pm 0.06	0.33 \pm 0.11	1.06 \pm 0.08
	0.08 \pm 0.01	0.16 \pm 0.03	0.33 \pm 0.03	0.06 \pm 0.03	0.23 \pm 0.08	0.33 \pm 0.09
Tryptophan	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
Lysine	0.05 \pm 0.02	0.05 \pm 0.01	0.07 \pm 0.03	0.02 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.07 \pm 0.02
	0.01 \pm 0.01	0.02 \pm 0.00	0.05 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.03 \pm 0.01
Histidine	0.16 \pm 0.06	0.08 \pm 0.02	0.04 \pm 0.02	0.10 \pm 0.00	0.11 \pm 0.08	0.15 \pm 0.03
	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.01	0.07 \pm 0.03	0.04 \pm 0.01	0.07 \pm 0.02	0.06 \pm 0.02
Arginine	0.03 \pm 0.01	0.07 \pm 0.02	0.10 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.05 \pm 0.01	0.07 \pm 0.02
	0.01 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.06 \pm 0.02	0.01 \pm 0.00	0.04 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01

が(2) 18% カゼイン飼料群では非常に低かったことである。5匹の母ラットを用いて平均71%であった。このことは母ラット1匹が哺育する子供の数に関係してくるのでこの条件を考慮すべきだと思われる。動物は妊娠中に栄養量が不足する時には本能的に胎仔を淘汰してバランスを保とうとするので、したがって育った仔には体重、脳重量、核酸量(脳細胞数)などに両群間の大きな差は認められない。今後この点を検討して追試する必要がある。脳内遊離アミノ酸について言うと、量的に比較的高濃度に存在するという特徴づけられているタウリン、アスパラギン酸、グルタミン酸、 γ アミノ酪酸(GABA)などは脳の機能と関連をもつアミノ酸としてその動向が注目されるわけである⁹⁾が、今回の実験でもこれらの遊離アミノ酸保有量が(3) 24% カゼイン飼料群(通常繁殖時に与えたとされている飼料中の蛋白質含有率である)の8の値で高い傾向を示すのが見られたわけである。すなわち成熟脳に近づきつつあるわけで、またこのグループのアミノ酸値が高くなっていることは、これらのアミノ酸本来の機能役割とそれ以外に他のアミノ酸へ転換したり又その誘導体となる役割⁹⁾をも持っているわけであるから、その点の重要性も見のがせないこととなる。したがって飼料中の蛋白質含有率18%という通常成長したラットにとって身体を維持していくには充分な飼料のタンパクレベルであってもそれで飼育された母獣が仔を生み育てる場合にはその母体への影響もさることながら、その生仔の脳の発育発達に少なからぬ影響を及ぼすと考えられる。

要 約

- 10週令を過ぎたドンリュウ系雌ラット14匹を用いて(1)10%カゼイン飼料群、(2)18%カゼイン飼料群、(3)24%カゼイン飼料群に分けそれぞれ群別飼育を行い、その間同系で同週令の雄と交配させた。妊娠中および授乳中も同じ飼料で母ラットを飼育し仔を育てた。
- (1)10%カゼイン飼料群では妊娠が維持されず生仔は1匹も得られなかった。
- (2)18%カゼイン飼料群と(3)24%カゼイン飼料群で得た生仔は生直後のものを0週令とし順次週令毎に2週

令まで各群別、雌雄別に各週令4~6匹宛ランダムに取り出し分析した。

- サンプリングした仔は体重測定後、液体窒素(-190℃)中に投下して屠殺し脳を摘出した。
- 摘出した脳は大腦、小脳別に湿重量を測定しそれぞれ別々に分析処理を行った。
- 酸可溶性分画を取り脳内遊離アミノ酸を測定し、その後核酸を抽出しDNA、RNAを定量した。
- 体重、大腦、小脳別に脳湿重量、DNA(脳細胞数の推定)、RNAに関しては(2)と(3)の二群間の差は2週令時にはほとんど認められなかった。
- 脳内遊離アミノ酸に関しては比較的高濃度に存在するグループのタウリン、アスパラギン酸、グルタミン酸 γ -アミノ酪酸で差が見られた。すなわち(3)24%飼料群の雄で高い値(成熟脳の水準に近づいている)が観察された。したがって妊娠期、授乳期の母親が摂取する際の付加栄養は特に蛋白質の摂取に重点をおくべきだと考える。

終りに、本実験は昭和57年3月本学栄養学科栄養学専攻卒業の安部裕子さん、秋本真理さん、井上光枝さん、井上由美さんに御協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 塚田裕三他：脳の生化学、朝倉書店(東京)1969, p.77
- 塚田裕三編：中枢神経実験法(生化学編)、医学書院(東京)1966, p. 12
- 山川民夫編：医化学実験法講座1巻 A生体構成成分 I 中山書店(東京)、1971, p. 55
- 新山喜昭：日米医学協力計画低栄養専門部会報告書(昭和年51度)日米医学協力研究会 p.112
- 森 昭胤：脳とアミノ酸(中外医学双書)、中外医学社(東京)、1976, p. 23
- A. J. Dunn & S. C. Bondy 垣内史朗訳：脳の機能的生化学、紀伊国屋書店(東京)1978, p. 33