

## 小児の血漿遊離アミノ酸に関する研究

金沢大学大学院医学研究科小児科学講座(主任 佐川一郎教授)

南 場 一 郎

(昭和42年1月13日受付)

本論文の要旨は昭和40年5月に第68回日本小児科学会総会において発表した。

### 〔I〕 健康小児の空腹時血漿遊離アミノ酸値

血液中の遊離アミノ酸は蛋白の吸収、合成および組織蛋白の分解によって変動し、他の血液成分と同様に生体の栄養状態および生理状態を反映し、代謝上ならびに臨床上重要な資料を提供する。Man & Peters<sup>1)</sup> および Albanese<sup>2)</sup> は血漿アミノ窒素レベルと蛋白栄養状態との関係を認め、Everson<sup>3)</sup> は栄養失調の際各血漿遊離アミノ酸値が低下することをみた。Bosnes<sup>4)</sup> らは生体反応(妊娠)と血漿アミノ酸レベルとの関係に注目した。これらのことから総アミノ窒素および各アミノ酸レベルは血中アルブミンレベルよりも確実に蛋白栄養の指標となりうる事が示唆され<sup>5)</sup>、以来蛋白栄養と血漿遊離アミノ酸の変動について多くの報告がみられる。

最近 Holt<sup>6)</sup> および Arroyave<sup>7)</sup> の Kwashiorkor に関する研究や、無<sup>8)</sup> 低蛋白食<sup>11)12)</sup> 摂取により血漿遊離アミノ酸パターンが特異な変化を示すことが報告されている。もちろん蛋白栄養状態の判定には種々の方法があり、とくに窒素バランス法が最も普遍的でかつ有力とされているが、ある場合には窒素バランスよりも血漿遊離アミノ酸の変化がより正確な指標となりうる<sup>13)</sup>。著者は小児の蛋白栄養に関する知見をすすめる上で血漿遊離アミノ酸の正常値を知る必要から3~12歳の健康小児について測定し、あわせて健康成人のそれと比較し若干の知見を得たので報告する。

#### 対象ならびに方法

1) 対象: 1964年から1966年にかけて金沢大学附属病院、福井赤十字病院、福井県立病院の小児科に入院した3~12歳の小児77名を対象とし、いずれも入院を要した疾患が治癒し、普通食をとり栄養学的にもはや健康小児とみなしうる退院時を選んだ。一部全く健康

な小児も含まれるが、主に赤痢、漿液性髄膜炎、気管支炎にかかった小児であり、血漿遊離アミノ酸値に変動をきたす恐れのある疾患の小児は除いた。なお対象の77名の小児は3~5歳が28名、6~8歳が23名、9~12歳が26名で男児52名、女児25名であった。また対照として健康成人26~33歳の男子5名、女子1名を選んだ。

2) 採血および試料の調整法: 12~14時間絶食、早朝空腹時に肘静脈より10~20ml採血し、抗凝血剤としてヘパリンを用いた。採血した血液は直ちに3,000回転15分間遠心して血漿を分離し、血漿1容に蒸溜水2容、酢酸ウラニウムの1.5%溶液1容を加え3,000回転20分間遠心して除蛋白し<sup>14)</sup>、得られた上清をpH 6.8に調整して-20°Cにストックした。この上清は血漿4倍希釈液で適宜希釈して微生物定量に用いた。なお溶血した血液は除外し<sup>15)</sup>、また抗生物質の投与されていた小児では採血24時間前よりこれを中止した。

3) アミノ酸の測定法: 乳酸菌による微生物定量法によった。定量用菌株はアラニン、シスチン、ヒスチジンには *Leuconostoc citrovorum* 8081; グルタミン酸、イソロイシン、ロイシン、チロシンには *Lactobacillus arabinosus* 17-5; スレオニン、トリプトファンには *Streptococcus faecalis* R; その他のアミノ酸には *Leuconostoc mesenteroides* P-60を用いた。基礎培地、定量操作は田村<sup>16)</sup>の方法と同様でTube法を用い2ml培養法を行ない、接種後37°C 72時間培養し生成した乳酸を1/40規定苛性ソーダ標準液で滴定し、標準曲線の作成、試料の分析を行なった。なお基礎培地およびアミノ酸標準液に使用したアミノ酸試薬は味の素製特級およびGBI製を使用し、アミノ酸標準液にはすべてL型アミノ酸を使用し

Study on Plasma Amino Acids in Children. Ichiro Nanba, Department of Pediatrics (Director: Prof. I. Sagawa), School of Medicine, Kanazawa University.

た。また *Leuconostoc citrovorum* 8081 を使用した際基礎培地に加えられた Liver fraction L は N. B. C. のものを使用した。

試料の関係上 1 対象につき 18 種すべてのアミノ酸を測定できず対象を 2 群に分け、必須アミノ酸 8 種とシスチン、チロシンは 49 名につき測定し、残りの非必須アミノ酸 8 種は 28 名につき測定した。対照成人では必須アミノ酸 8 種について測定した。

なお各アミノ酸の回収率はシスチンの 92.0% が最低で各々満足すべき値を得た (表 1)。

実験成績

空腹時血漿遊離アミノ酸測定値を表 2~7 に示す。測定値は 3~5 歳, 6~8 歳, 9~12 歳の各年齢層に区分し、表 2~4 では必須アミノ酸 8 種とシスチン、チロシンの測定成績、表 5~7 ではその他の非必須アミノ酸 8 種の成績である。また表 8 に成人対照 6 例の成績を示す。またこれらの平均値および標準偏差を一括して表 9 に示し各群間の平均値の差を検定し表 10 に示す。

各個入間の各血漿遊離アミノ酸値はかなり変動するが一般に低年齢になるほど各アミノ酸値は低下する傾向がみられ、この傾向は総必須アミノ酸平均値をみてもうかがわれた。

各血漿遊離アミノ酸の平均値を比べると小児の各年齢層間ではイソロイシン、スレオニン、アルギニン、グリシンはとくに低年齢になるほど低値を示し 3~5

歳群と 9~12 歳群との間に危険率 0.05 で有意差が認められた。またロイシン、リジン、チロシン、セリンにもこの傾向はみられたが有意差はみられなかった。またメチオニン、シスチン、フェニールアラニン、トリプトファン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、バリンは年齢的な変動はみられず、ヒスチジン、プロリンはむしろわずかながら高年齢ほど低値を示す傾向がみられたが有意差はなかった。また総必須アミノ酸の平均値を比較すればやはり低年齢層ほど低値を示し、3~5 歳群と 9~12 歳群の間に危険率 0.05 で有意差が認められた。

小児の男女間を比較するとチロシン、トリプトファン、アルギニン、グリシン、ヒスチジン、セリンは男児でやや高く、イソロイシン、リジン、シスチン、ス

表 1. 各血漿遊離アミノ酸の回収率 (4 例平均)

Ileu	106.0±3.1%	Ala	98.2±2.0
Leu	101.2±2.5	Arg	96.3±2.2
Lys	102.0±3.5	Asp	93.6±3.1
Met	93.2±3.0	Cys	92.0±2.0
Phe	101.8±1.2	Glu	103.0±1.8
Thr	107.8±2.9	Gly	98.8±1.8
Try	99.6±1.1	His	101.4±1.6
Val	100.2±1.4	Pro	97.9±2.0
		Ser	98.0±1.7
		Tyr	100.0±2.6

注: 平均値±標準偏差

表 2. 血漿遊離アミノ酸値 (3~5 歳必須アミノ酸とシスチン, チロシン)

例	歳	性	Ileu	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Val	Cys	Tyr	必須アミノ酸合計
稲 沢	3	♂	0.68	1.27	2.39	0.35	1.04	0.84	1.28	1.84			9.69
尾 滝	3	♂	0.83	1.37	2.83	0.44	1.23	1.30	0.94	2.76	1.28	1.19	11.70
木 内	3	♂	0.62	1.26	1.41	0.29	0.93	1.10	0.97	2.19	1.45	0.88	8.77
木 村	3	♂	0.93	0.96	1.98	0.24	0.85	0.85	0.95	2.40	0.91	1.01	9.16
山 本	4	♀	0.98	1.45	2.27	0.28	0.92	0.91	0.93	2.54	1.35	1.29	10.28
大 島	5	♂	0.96	2.18	2.02	0.43	0.73	0.84	1.23	2.36			10.75
大 谷	5	♂	1.10	1.56	2.46	0.47	0.99	1.23	1.07	2.48			11.36
太 田	5	♂	0.68	1.51	1.97	0.27	0.90	0.89	1.38	2.14			9.74
溝 口	5	♂	0.59	1.80	2.05	0.34	0.74	0.97	1.49	2.64	0.98	0.93	10.62
谷 口	5	♂	0.86	1.30	1.91	0.32	0.75	1.05	1.04	2.27			9.50
本 間	5	♂	0.82	1.97	1.55	0.39	0.93	1.14	1.60	2.72	0.81	0.85	11.12
佐 藤	5	♀	1.01	1.02	2.58	0.25	0.77	0.91	0.61	1.65	1.18	0.64	8.82
伊 藤	5	♂	0.69	1.35	2.27	0.28	0.90	0.79	0.77	1.85	1.34	1.27	8.90
平均値			0.83	1.46	2.13	0.33	0.90	0.99	1.10	2.30	1.16	1.01	10.03
標準誤差			0.04	0.09	0.11	0.02	0.04	0.04	0.08	0.09	0.08	0.08	0.27

注: 単位は mg/dl

表3. 血漿遊離アミノ酸値 (6~8歳必須アミノ酸とシスチン, チロシン)

例	歳	性	Ileu	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Val	Cys	Tyr	必須アミノ酸合計
久田	6	♂	0.62	1.19	1.69	0.33	0.72	1.08	1.20	2.02	0.93	1.16	8.85
古沢	6	♂	1.18	2.24	2.24	0.34	0.81	1.07	1.49	2.83	1.08	1.10	12.20
谷畑	6	♀	1.00	1.90	3.08	0.49	0.96	1.39	1.27	3.01			13.10
築田	6	♀	1.07	1.59	2.66	0.24	0.83	0.97	1.02	2.40	1.16	1.06	10.78
村田	6	♀	1.11	1.26	3.00	0.21	0.70	1.24	0.69	2.26	1.39	0.84	10.47
西川	7	♂	0.75	1.73	2.06	0.37	0.82	1.33	1.17	2.11			10.47
村木	7	♀	0.72	0.99	2.07	0.53	0.91	1.15	1.35	1.73			10.34
中村	7	♀	0.62	1.21	1.40	0.28	0.82	0.66	1.01	2.28	1.36	0.61	9.45
山越	7	♂	1.13	1.71	3.24	0.44	0.92	1.40	1.03	2.70	1.48	1.16	8.28
片川	8	♂	0.60	1.27	2.27	0.36	0.73	1.40	1.16	1.55			12.57
新出	8	♀	0.65	2.05	2.06	0.25	0.70	0.66	1.02	2.43			9.34
山本	8	♂	1.01	2.17	2.77	0.43	0.88	1.31	1.11	2.83	1.17	1.30	9.82
真田	8	♂	1.27	1.40	1.37	0.19	0.85	0.93	1.10	2.46	1.26	0.92	12.49
杉原	8	♀	0.64	1.67	2.44	0.33	0.83	1.12	1.19	2.20	1.28	1.15	9.57
高松	8	♀	0.80	1.60	2.05	0.37	1.01	1.45	1.08	2.31	1.35	0.83	10.42
上野	8	♀	1.06	1.40	2.55	0.42	1.09	1.31	0.89	2.64	1.10	1.23	10.67
市村	8	♂	1.09	1.26	2.20	0.21	0.87	1.03	0.89	1.89	1.25	1.17	11.36
平均値			0.90	1.57	2.30	0.34	0.85	1.15	1.10	2.33	1.23	1.04	10.54
標準誤差			0.06	0.08	0.12	0.02	0.02	0.06	0.04	0.09	0.04	0.06	0.33

注: 単位は mg/dl

表4. 血漿遊離アミノ酸値 (9~12歳必須アミノ酸とシスチン, チロシン)

例	歳	性	Ileu	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Val	Cys	Tyr	必須アミノ酸合計
堀川	9	♂	1.20	1.65	2.12	0.33	1.25	1.06	1.01	2.20	1.50	1.15	10.82
福田	9	♂	0.84	1.84	1.93	0.34	0.78	1.18	1.05	2.82	0.89	1.24	10.78
猪又	9	♂	1.01	1.08	2.29	0.35	0.93	1.02	0.91	2.11	1.15	0.92	9.70
田上	9	♀	0.88	2.19	2.26	0.44	0.94	1.25	1.35	2.62			11.93
村上	9	♂	0.89	1.15	2.50	0.24	0.91	1.21	1.01	1.79	0.77	1.27	9.70
清水	10	♀	0.81	1.48	2.10	0.30	0.90	1.06	1.51	2.35			10.51
加藤	10	♂	0.83	1.51	1.69	0.37	0.77	1.05	1.35	2.27	1.02	1.03	9.84
北川	10	♂	0.91	1.14	2.06	0.42	0.70	0.81	1.16	2.45	1.05	0.93	9.64
白山	10	♂	0.83	0.94	2.04	0.35	1.22	1.12	1.21	2.35			10.06
八本木	10	♀	1.13	2.05	2.77	0.46	1.42	1.36	1.27	2.73	1.40	1.22	13.19
天谷	10	♀	1.12	1.94	2.96	0.55	1.12	1.19	1.18	2.52	1.69	1.23	12.58
辻	10	♂	1.09	1.33	2.11	0.27	0.89	1.15	0.91	2.47	0.86	1.10	10.21
神尾	10	♂	0.96	1.20	2.66	0.25	0.87	1.28	1.00	2.16	1.35	1.21	10.38
平沼	11	♂	0.97	1.61	1.87	0.29	0.77	1.23	1.27	2.73			10.74
山越	11	♂	1.19	2.09	3.02	0.49	1.50	1.47	1.33	2.80	1.36	1.24	13.89
藤井	11	♀	1.01	1.38	2.78	0.32	0.84	1.57	0.90	2.26	0.79	1.09	11.06
中島	12	♂	0.61	1.83	1.94	0.43	0.78	1.22	1.19	2.54			10.54
田近	12	♂	0.74	1.46	1.59	0.37	0.92	0.77	1.15	2.50	1.34	0.68	9.50
高橋	12	♂	0.94	2.09	2.71	0.26	0.87	1.38	1.10	2.52	1.10	1.12	11.92
平均値			0.95	1.58	2.31	0.36	0.97	1.18	1.15	2.43	1.16	1.10	10.89
標準誤差			0.04	0.08	0.11	0.02	0.05	0.04	0.04	0.06	0.07	0.04	0.28

注: 単位は mg/dl

表5. 血漿遊離アミノ酸値 (3~5歳シスチン, チロシン以外の非必須アミノ酸)

例	歳	性	Ala	Arg	Asp	Glu	Gly	His	Pro	Ser
西田	3	♀	3.80	0.97	0.2以下	3.33	1.40	0.90	1.52	1.47
高橋	3	♂	4.23	0.93	0.2以下	2.87	2.35	2.97	2.64	1.65
宮腰	3	♂	3.31	0.99	0.2以下	3.82	2.71	2.08	1.00	1.91
桑野	3	♀	3.83	0.46	0.92	3.65	2.31	1.13	2.20	1.81
末友	3	♂	3.15	0.76	1.10	2.25	1.20	2.30	0.88	1.34
多田	3	♀	2.20	0.64	0.99	1.82	0.78	1.35	0.78	1.57
北島	4	♂	3.67	1.28	0.2以下	3.60	2.80	2.21	2.08	2.50
西村	4	♂	2.76	1.17	0.2以下	2.06	1.98	1.60	0.98	1.30
加藤	4	♀	3.86	0.76	0.53	2.41	2.08	1.21	1.51	1.52
中村	4	♀	3.14	0.50	0.73	3.27	1.65	1.09	1.15	1.52
高沢	4	♀	4.55	0.66	0.92	2.16	2.40	1.10	1.15	1.55
斎藤	5	♀	3.74	0.96	0.77	3.22	1.98	2.60	1.37	1.43
川瀬	5	♂	3.00	0.95	0.46	3.12	1.27	2.50	0.83	1.40
浜崎	5	♂	3.10	0.56	0.61	2.25	1.40	0.85	1.23	1.21
奥村	5	♂	3.65	0.90	0.92	3.33	1.19	1.69	1.52	1.57
平均値			3.46	0.83	0.60以下	2.88	1.83	1.70	1.39	1.58
標準誤差			0.16	0.06	0.08	0.16	0.19	0.12	0.13	0.08

注: 単位は mg/dl

Asp の平均値は 0.2 mg/dl 以下のものを 0.2 mg/dl として計算したので、実際はそれ以下である。

表6. 血漿遊離アミノ酸値 (6~8歳シスチン, チロシン以外の非必須アミノ酸)

例	歳	性	Ala	Arg	Asp	Glu	Gly	His	Pro	Ser
山岸	6	♂	3.36	0.57	0.53	3.20	2.20	1.81	1.52	1.52
上野	6	♂	3.26	0.50	0.66	3.00	2.41	1.83	1.41	1.95
宮守	6	♂	2.74	0.66	1.10	1.90	1.52	0.98	1.01	1.90
吉田	7	♂	2.06	1.43	0.38	1.88	2.98	1.41	0.95	2.08
野中	7	♂	3.08	0.52	0.88	3.12	2.11	2.32	1.64	1.62
長谷川	8	♂	3.08	1.40	0.75	3.12	2.27	0.85	1.70	1.65
平均値			2.93	0.85	0.72	2.70	2.25	1.53	1.37	1.79
標準誤差			0.18	0.16	0.09	0.23	0.18	0.21	0.12	0.08

注: 単位は mg/dl

表7. 血漿遊離アミノ酸値 (9~12歳シスチン, チロシン以外の非必須アミノ酸)

例	歳	性	Ala	Arg	Asp	Glu	Gly	His	Pro	Ser
中田	9	♂	3.96	0.85	0.35	3.00	3.35	0.90	1.15	1.98
木戸	9	♀	3.88	1.36	1.00	3.85	2.50	1.27	1.07	1.39
木村	10	♂	2.46	1.20	0.20以下	2.72	3.18	1.41	1.31	2.95
高山	10	♀	2.32	1.99	0.20以下	2.87	2.13	0.96	1.64	1.75
浅沢	11	♂	3.28	1.60	0.46	3.29	2.33	1.57	1.26	1.52
山田	12	♂	3.64	1.81	0.62	3.24	2.51	1.57	1.75	1.86
河野	12	♂	2.90	0.70	0.61	2.77	2.44	1.21	1.35	1.93
平均値			3.20	1.36	0.49以下	3.10	2.63	1.27	1.36	1.91
標準誤差			0.23	0.17	0.10	0.14	0.16	0.09	0.09	0.18

注: 単位は mg/dl

レオニン, アラニン, アスパラギン酸, グルタミン酸は女兒でやや高く, ロイシン, メチオニン, フェニールアラニン, バリン, プロリンは男女間に差はなかったがいずれも有意差は認められなかった。

成人の血漿遊離アミノ酸値と3~12歳の小児のそれとを比較すると一般に成人に比し小児では各血漿遊離アミノ酸は低い。その平均値を比較すればロイシン, トリプトファン, バリンは危険率0.05の有意差をもつ

て小児で低く, メチオニン, フェニールアラニン, スレオニンも小児の方が低値を示したが有意差はみられず, リジンには差はなかった。また総必須アミノ酸の平均値でも小児は成人に比し低値を示しその間には危険率0.05の有意差が認められた。

必須アミノ酸の年齢の推移を図示すれば図1のごとくである。

なお小児の各年齢層における必須アミノ酸: 非必須

表8. 成人の血漿遊離アミノ酸値

例	歳	性	ILeu	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Val	必須アミノ酸合計	
南	○	26	♂	1.75	1.89	2.34	0.41	1.31	1.47	1.56	3.39	14.12
竹	○	26	♂	1.19	1.95	2.60	0.47	1.12	1.61	1.35	3.11	13.40
岩	○	26	♂	0.96	1.28	2.28	0.41	1.05	1.77	1.18	2.48	11.41
佐	○	29	♂	0.85	1.95	2.26	0.53	1.01	0.82	1.37	2.84	11.63
竹	○	29	♀	0.82	1.32	1.24	0.32	0.82	2.62	1.00	2.28	10.42
谷	○	33	♂	0.77	1.46	2.32	0.35	0.98	1.19	1.80	2.36	11.24
平均値				1.06	1.64	2.17	0.42	1.05	1.58	1.38	2.74	12.04
標準誤差				0.14	0.12	0.18	0.03	0.06	0.22	0.09	0.17	0.53

注: 単位は mg/dl.

表9. 血漿遊離アミノ酸の平均値 (mg/dl)

	3~5歳	6~8歳	9~12歳	3~12歳	3~12歳の男児	3~12歳の女児	成人
ILeu	0.83±0.04	0.90±0.06	0.95±0.04	0.90±0.03	0.89±0.03	0.91±0.04	1.06±0.14
Leu	1.46±0.09	1.57±0.08	1.58±0.08	1.54±0.05	1.52±0.06	1.57±0.08	1.64±0.12
Lys	2.13±0.11	2.30±0.12	2.31±0.11	2.26±0.07	2.18±0.07	2.43±0.12	2.17±0.18
Met	0.33±0.02	0.34±0.02	0.36±0.02	0.35±0.01	0.34±0.02	0.35±0.02	0.42±0.03
Phe	0.90±0.04	0.85±0.02	0.97±0.05	0.91±0.02	0.90±0.03	0.92±0.05	1.05±0.06
Thr	0.99±0.04	1.15±0.06	1.18±0.04	1.12±0.03	1.10±0.03	1.14±0.06	1.58±0.22
Try	1.10±0.08	1.10±0.04	1.15±0.04	1.12±0.03	1.08±0.03	1.08±0.06	1.38±0.09
Val	2.30±0.09	2.33±0.09	2.43±0.06	2.36±0.05	2.36±0.06	2.37±0.06	2.74±0.17
総必須アミノ酸	10.03±0.27	10.54±0.33	10.89±0.28	10.54±0.18	10.42±0.22	10.79±0.34	12.04±0.53
Ala	3.46±0.16	2.93±0.18	3.20±0.23	3.28±0.12	3.20±0.14	3.48±0.24	
Arg	0.83±0.06	0.85±0.16	1.36±0.17	0.97±0.08	0.99±0.10	0.92±0.15	
Asp	0.60±0.08	0.72±0.09	0.49±0.10	0.60±0.06	0.55±0.07	0.70±0.11	
Cys	1.16±0.08	1.23±0.04	1.16±0.07	1.18±0.04	1.14±0.04	1.28±0.06	
Glu	2.88±0.16	2.70±0.23	3.10±0.14	2.90±0.11	2.87±0.13	2.95±0.21	
Gly	1.83±0.19	2.25±0.18	2.63±0.16	2.16±0.13	2.28±0.19	1.91±0.20	
His	1.70±0.12	1.53±0.21	1.27±0.09	1.56±0.11	1.68±0.14	1.29±0.21	
Pro	1.39±0.13	1.37±0.12	1.36±0.09	1.38±0.08	1.38±0.10	1.38±0.23	
Ser	1.58±0.08	1.79±0.08	1.91±0.18	1.71±0.07	1.78±0.10	1.56±0.09	
Tyr	1.01±0.08	1.04±0.06	1.10±0.04	1.06±0.03	1.08±0.03	1.02±0.06	
総非必須アミノ酸	16.44	16.41	17.58	16.80	16.95	16.49	

注 1. Asp は 0.2 mg/dl 以下のものは 0.2 mg/dl として集計したので, 実際は平均値以下である。

2. 単位は, 平均値±標準誤差 (mg/dl)

アミノ酸の分子量で表わした比率 (E/N 比) は平均値で 3~5 歳群で 0.52, 6~8 歳群で 0.55, 9~12 歳群で 0.52, 3~12 歳群では 0.53 といずれも正常であり, またフェニールアラニン:チロシン比もそれぞれ 0.89, 0.82, 0.88, 0.84 と正常であった。

考 察

成人の血漿遊離アミノ酸の正常値については多くの

報告があり, 微生物法では Johnson ら<sup>15)</sup>, Doolan ら<sup>17)</sup>, Harper ら<sup>18)</sup>, イオン交換クロマト法では Soupart<sup>19)</sup>, Ackermann ら<sup>13)</sup>, Stein & Moore<sup>20)</sup> 等の測定値のほか数多くみられる。小児についてはイオン交換クロマト法によった Ghadimi らの臍帯血<sup>21)</sup> および新生児<sup>22)</sup>, Dickinson ら<sup>23)</sup> の新生児および Vis<sup>24)</sup> の 9 カ月から 2 歳の小児の測定値が報告され, その他にも二, 三散見するが<sup>25)26)</sup> いずれも小児 (学童期) の蛋白質栄養および年齢的な変動をみる目的からはあまり参考とならない。

表10. 各群間の血漿遊離アミノ酸平均値の有意差

(-): 有意差なし.  
0.05: 危険率 0.05 以下で有意差あり.

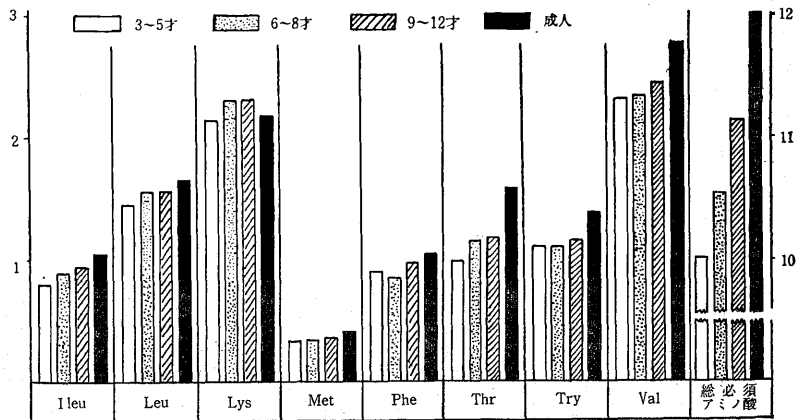
	3~5 歳	6~8 歳	3~5 歳	男 児	小 児
	5~8 歳	9~12 歳	9~12 歳	女 児	3~12 歳 成人
Ileu	(-)	(-)	0.05	(-)	(-)
Leu	(-)	(-)	(-)	(-)	0.05
Lys	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Met	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Phe	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Thr	(-)	(-)	0.05	(-)	(-)
Try	(-)	(-)	(-)	(-)	0.05
Val	(-)	(-)	(-)	(-)	0.05
総必須アミノ酸	(-)	(-)	0.05	(-)	0.05
Ala	(-)	(-)	(-)	(-)	
Arg	(-)	(-)	0.05	(-)	
Asp	(-)	(-)	(-)	(-)	
Cys	(-)	(-)	(-)	(-)	
Glu	(-)	(-)	(-)	(-)	
Gly	(-)	(-)	0.05	(-)	
His	(-)	(-)	(-)	(-)	
Pro	(-)	(-)	(-)	(-)	
Ser	(-)	(-)	(-)	(-)	
Tyr	(-)	(-)	(-)	(-)	

Soupart<sup>24)</sup> は成人について求めた血漿遊離アミノ酸値と 9 カ月~2 歳の小児について求めた Vis の測定値を比較し, 小児の血漿遊離アミノ酸パターンは成人のパターンと似ているが, ただ

- 1) 小児のアミノ酸濃度の平均値は成人よりもわずかに低い。
  - 2) 各アミノ酸値の変動範囲は成人より小児の方が大きい。
  - 3) シスチンとシステイン, およびグルタミン酸とグルタミンの濃度は小児と成人においてはかなり異なっている。
- と述べている。

著者の測定値は微生物定量法によったので, これをイオン交換クロマト法で求めた測定値とそのまま比較することは難しいと考えられるが, 一方微生物定量法とイオン交換クロマト法で求めたアミノ酸値とはその測定法の違いを考慮に入ればよく一致すると Ackermann ら<sup>13)</sup> は述べている。文献値を比較してみても微生物定量法によって求めた各アミノ酸

図 1 各血漿遊離アミノ酸の年齢的推移 (mg/dl)



値は二、三の例外を除いてイオン交換クロマト法の値とよく一致している。著者の求めた小児の血漿遊離アミノ酸値もかなり変動の大きいものであったが、3～12歳の小児の平均値のパターンを Vis<sup>24)</sup> のイオン交換クロマト法で求めたパターンを比較するとシスチン、トリプトファン、アスパラギン酸を除いて相関係数0.93とその相関は高い。Soupart<sup>24)</sup> の求めた成人のパターンと比較するとグルタミン酸、トリプトファン、アスパラギン酸を除いて相関係数0.82とかなり高い相関を示している。しかし Ghadimi ら<sup>22)</sup> の求めた生後9日目の新生児のパターンと比較すればチロシンを除いて相関係数は0.74とその相関は低い。これは新生児の血漿遊離アミノ酸パターンは特異で胎生期の影響を帯びてチロシンのほかプロリンが高値を示し、グリシンが低値を示す<sup>22)</sup> からであろう。以上から Chemical Maturity に至らない新生児を除いて Soupart<sup>24)</sup> の述べている如く、血漿遊離アミノ酸パターンは成長期にある小児と維持期にある成人とはあまり変わらないものと思われる。

成人と小児の各年齢層を比較すると血漿遊離アミノ酸レベルは低年齢層ほどやや低値を示す。対照成人の各アミノ酸値と3～12歳の小児のそれとを比較するとリジンを除いて各必須アミノ酸値は小児で低く、ロイシン、トリプトファン、バリンおよび総必須アミノ酸値は有意差が認められた。また小児の各年齢層を比較するとやはりヒスチジン、プロリンを除いて各アミノ酸値は低年齢層ほど低く、イソロイシン、スレオニン、アルギニン、グリシンおよび総必須アミノ酸値には3～5歳群と9～12歳群の間に有意差が認められた。また教室の竹内<sup>27)</sup>が求めた生後1カ月の母乳児の各血漿遊離アミノ酸値と比べてもチロシン、スレオニンを除いてやはり乳児では年長児の値より幾分低値を示す。Soupart<sup>24)</sup> の成人における測定値と Vis<sup>24)</sup> の小児の測定値を比べてもロイシン、スレオニン、バリン、アルギニン、グリシンは Vis の小児の値の方がかなり低い。Ackermann ら<sup>13)</sup> は19～39歳の若年者と52～96歳の老年者の血漿遊離アミノ酸レベルを比較し、若年者の方が各アミノ酸値が高値を示し、セリン、アラニン、バリン、イソロイシン、ロイシン、フェニールアラニン、リジンおよび総アミノ酸値に有意差を認め、またグリシン、メチオニン、アルギニンは女子において、チロシンは男子において有意差を認めた。そして彼らはこれらアミノ酸レベルの差は若年者より老年者が蛋白要求量が多いことから考えて蛋白代謝の差を反映しているとしている。

Hegsted<sup>28)</sup> は小児の蛋白最少必要量は体蛋白維持

のためと成長のための蛋白必要量を加えたものであるとして成人の成績を基に計算した。すなわち体蛋白維持の蛋白必要量は成人と同じく基礎カロリー当り2mg窒素とし、成長のための蛋白必要量は成長率表から獲得組織の蛋白量を18%として計算し、それに便中消失量として10%を加えて小児の0歳から17歳にかけての体重当りの蛋白最少必要量を算出し、0歳で蛋白最少必要量は著しく高く年齢が増すにつれ蛋白必要量は次第にゆるやかなカーブを描き減少する。またFAOの蛋白最少必要量<sup>29)</sup>の試案もその計算の根拠は明らかにされていないが Hegsted のそれとほぼ同様でただ思春期に至ってわずかに上昇する。このような小児の蛋白必要量の年齢的变化は実験的にも裏づけられているところで、Fomon ら<sup>30)</sup> は乳児についての窒素バランスの成績から生後6カ月以後は体重当りの蛋白必要量は月数がすすむにつれ急激に低下することを認めた。また Macy ら<sup>31)</sup> や Stearn ら<sup>32)</sup> が小児について窒素バランス法で求めた蛋白必要量は体重当りで比較すると Hegsted ら<sup>33)</sup>、Sherman<sup>34)</sup> が成人について求めた蛋白必要量よりも大きい。また Johnston<sup>35)</sup> は思春期では蛋白必要量が増加し全カロリーの15%は必要であるという。一方老年者の蛋白必要量は若年者に比べて高い<sup>36)～39)</sup> かまたは量的に同じでも質的には若年者のそれよりすぐれているべきである<sup>40)</sup> という。

これら文献上の蛋白必要量の年齢的变化と血漿遊離アミノ酸レベルの年齢的变化を考察すると逆相関がうかがえる。すなわち蛋白必要量が高い年齢においては血漿遊離アミノ酸レベルは低く、蛋白必要量が低い年齢では血漿遊離アミノ酸レベルは高くなると考えられる。もちろん新生児にあっては胎生期の影響をうけ血漿遊離アミノ酸レベルは特異であることからこの通則に一致しない。

低蛋白栄養や Kwashiorkor では血漿遊離アミノ酸レベルは低下するが<sup>6)7)41)</sup>、そのアミノ酸パターンも特異な変化を示す。すなわち比率においてリジン、フェニールアラニン以外の必須アミノ酸およびアルギニン、チロシンの低下が著明で、他の非必須アミノ酸はむしろ高くなり、その結果必須アミノ酸：非必須アミノ酸の比率(E/N比)は低下し、フェニールアラニン：チロシン比は上昇する。また必須アミノ酸のうちバリンの低下はとくに著明であるという<sup>7)</sup>。Swendseid ら<sup>11)</sup>によれば低蛋白食を投与して得た実験成績から総血漿遊離アミノ酸濃度よりもE/N比はより敏感に反応して低下するとしてE/N比が蛋白栄養状態のよき指標となつた。また最近彼らは低蛋白食投与によりE/N比よりもまずバリンの濃度が著明に低

下することを認めた<sup>12)</sup>。

著者の求めた小児の血漿遊離アミノ酸パターンを Holt ら<sup>6)</sup>の求めた Kwashiorkor のパターンと比較すると Kwashiorkor I 度とは相関係数 0.78 であり、IV 度とは 0.52 でしかない。またフェニールアラニン：チロシン比は 0.84 と正常で、E/N 比も 0.53 と正常であった。しかし成人に比し小児の血漿遊離アミノ酸レベルは低い。またバリンは成人と比べて有意差をもって小児で低下していた。この点小児においては蛋白要求が大きく各アミノ酸の利用率が成人よりも高いため血漿遊離アミノ酸が低値をとるものとも考えられよう。

### 結 論

3～12歳の小児77名と26～33歳の成人6名の空腹時血漿遊離アミノ酸を微生物定量法で測定した。各血漿遊離アミノ酸値は小児では成人よりも低値を示し、とくにロイシン、トリプトファン、バリンでは著明で有意差が認められた ( $P < 0.05$ )。また小児でも低年齢ほど各血漿遊離アミノ酸値は低値を示す傾向があり、とくにイソロイシン、スレオニン、アルギニン、グリシンでは3～5歳群と9～12歳群で有意差が認められた ( $P < 0.05$ )。

### 文 献

- 1) Man, E. B., Bettcher, P. G., Cameron, C. M. & Peters, J. P. : J. Clin. Invest., 25, 701 (1946).
- 2) Albanese, A. A., Orto, L. A. & Zavattaro, D. N. : Metabolism, 7, 256 (1958).
- 3) Everson, J. C. & Fritschel, M. J. : Surgery, 30, 931 (1951).
- 4) Bosnes, R. W. : J. Biol. Chem., 168, 345 (1947).
- 5) Albanese, A. A. : Protein and Amino Acid Nutrition, p. 297, New York and London, Academic Press, 1959.
- 6) Holt, L. E., Snyderman, S. E., Norton, P. M., Roitman, E. & Finch, J. : Lancet, 2, 1343 (1963).
- 7) Arroyave, G., Wilson, D., de Funes, C. & Béhar, M. : Amer. J. Clin. Nutr., 11, 517 (1962).
- 8) Arroyave, G. : Amer. J. Clin. Nutr., 11, 447 (1962).
- 9) Charkey, L. M., Kano, A. K. & Anderson, J. A. : J. Biol. Chem., 210, 627 (1954).
- 10) Charkey, L. W., Kano, A. K. & Hougham, D. F. : J. Nutrition, 55, 469 (1955).
- 11) Swendseid, M. E., Griffith, W. H. &

- Tuttle, S. G. : Metabolism, 12, 96 (1963).
- 12) Swendseid, M. E., Tuttle, S. G., Figueroa, W. S., Mulcare, D., Clark, A. J. & Massey, F. J. : J. Nutr., 88, 239 (1966).
- 13) Ackermann, P. Q. & Kheim, T. : Clin. Chem., 10, 32 (1964).
- 14) 宮沢 滋・鈴木 健 : タンパク質アミノ酸の栄養学 (島蘭・中川 編), 158頁, 東京, 朝倉書店, 1964.
- 15) Jonson, C. A. & Bergeim, O. : J. Biol. Chem., 188, 833 (1951).
- 16) 田村学造・角田俊直・桐村二郎・宮沢 滋 : 日農化, 26, 464 (1952).
- 17) Doolan, P. E., Harper, H. A., Hutchin, M. E. & Shreeve, W. W. : J. Clin. Invest., 34, 1247 (1955).
- 18) Harper, H. A., Hutchin, M. E. & Kimmel, J. R. : Proc. Soc. Exptl. Biol. & Med., 80, 768 (1955).
- 19) Soupart, P. : Clin. Chim. Acta., 5, 235 (1960).
- 20) Stein, W. S. & Moore, S. : J. Biol. Chem., 211, 915 (1954).
- 21) Ghadimi, H. & Pecora, P. : Pediatrics, 33, 500 (1964).
- 22) Ghadimi, H. & Pecora, P. : Pediatrics, 34, 182 (1964).
- 23) Dickinson, J. C., Rosenblum, H. & Hamilton, P. B. : Pediatrics, 36, 2 (1965).
- 24) Soupart, P. : Amino Acid Pools, p. 220, Amsterdam-London-New York, Elsevier Publishing Company, 1962.
- 25) 多田啓也 : 臨小医, 12, 129 (1964).
- 26) Nyhan, W. L., Borden, M. & Childs, B. : Pediatrics, 27, 539 (1961).
- 27) 竹内信義 : 未発表.
- 28) Hegsted, D. M. : Federation Proc., 18, 1130 (1959).
- 29) FAO Committee : Protein Requirements, FAO Nutritional Studies, No. 16, Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1957.
- 30) Fomon, S. J. & May, C. P. : Pediatrics, 22, 101 (1958).
- 31) Macy, I. G. : Nutrition and Chemical Growth in Childhood, Vol. I, Springfield, Thomas, 1942.
- 32) Stearns, G., Newman, K. J., McKinley, J. B. & Jeans, P. C. : Ann. N. Y. Acad. Sci., 69, 857 (1958).
- 33) Hegsted, D. M., Tsongas, A. G., Abbott, D. B. & Stare, F. J. : J. Lab. & Clin. Med., 31, 261 (1946).
- 34) Sherman, H. C. : J. Biol. Chem., 41, 97 (1920).
- 35)



**Johnston, J. A.** : Nutritional Studies in Adolescent Girls and Their Relation to Tuberculosis, Springfield, Thomas, 1953.

36) **Kountz, W. B., Hofstatter, L. & Ackermann, P. G.** : Geriatrics, 2, 173 (1947).  
37) **Kountz, W. B., Hofstatter, L. & Ackermann, P. G.** : Geriatrics., 3, 171 (1947).  
38) **Kountz, W. B., Hofstatter, L. & Ackermann, P. G.** : J. Gerontol., 6,

20 (1951).

39) **Kountz, W. B., Ackermann, P. G., Kheim, T. & Toro, G.** : Geriatrics, 8, 63 (1953).  
40) **Tuttle, S. G., Swendseid, M. E., Mulcare, D., Griffith, W. H. & Bassett, S. H.** : Metab. Clin. Exptl., 6, 564 (1957).  
41) **Tuttle, S. G., Swendseid, M. E., Friedrich, B. & Griffith, W. H.** : Federation Proc., 21, 395 (1962).

〔Ⅱ〕 小児の筋肉アミノ酸組成

Beach<sup>1)</sup>は筋肉アミノ酸組成が動物で普遍的なものであろうとの仮説をたて、Mitchell<sup>2)</sup>はカーカスおよび体蛋白の大部分を占める筋肉のアミノ酸組成が窒素出納法で求めたアミノ酸必要量パターンとよく相関することをラットの実験から認めた。しかしながら人体筋肉アミノ酸組成が正確にわかっていない現在ではこれらの仮説が人間においても成りたつものであるか否かは明らかではない。一方Rose<sup>3)</sup>にはじまった窒素出納法による人体のアミノ酸必要量については個人差や実験の困難性から動物におけるほどの精密さは期待できない。

著者は小児の血漿遊離アミノ酸に関する実験上の必要から生検によって得た人体筋肉のアミノ酸15種を分析し、若干の知見を得たので報告する。

対象ならびに方法

1) 対象: 1964年から1965年にかけて石川整肢学園に先天性股関節脱臼で入院しこれ以外に特別な疾患にかかっておらず、術前は普通食を摂り栄養学的には健康児とみなしたものである。このうち観血的整備を要した3~16歳の小児12名を選び、手術中に大腿筋または臀筋をやく3gとった。

2) 試料の調製法: 生検で得た筋をガラス製ホモゲナイザーで磨砕し、その筋ホモゲネートに5~10倍量の99%エタノールを加えて攪拌し、2,500回転20分間遠心後上清を捨てた。以下この操作を3回反復して脱水。ついでその残渣にエタノール・エーテル混液(3:1)を3容加えて水浴中で加温、3分間沸騰させ、2,500回転20分間遠心後上清を捨て、以下この操作を3回くりかえして脱脂した<sup>4)</sup>。その後デシケーターに入れ減圧乾燥して分析の試料とした。試料は加水分解まで-20°Cで密栓して保存した。

3) 加水分解の条件: 試料100mgを秤量後下記の条件のもとでガラス管に溶封してオートクレーブを用いて行なった。

- i) トリプトファン、シスチン以外のアミノ酸: 4N塩酸を50倍量加え120°C, 6時間<sup>5)</sup>
- ii) トリプトファン: システイン塩酸40mgを添加し4N苛性ソーダを30倍量加え120°C, 10時間<sup>6)</sup>
- iii) シスチン: 4N塩酸を50倍量加え110°C, 5時間<sup>7)</sup>

加水分解後の処理はいずれもpH4に中和してろ過、生成フミンを除去後<sup>8)</sup>、pH6.8に中和し定容し

て測定試料とした。なお測定まで-20°Cに保存した。

4) アミノ酸の測定法: 方法は第1編と同様に乳酸菌による微生物定量法を用い、試料は3段階2本並行で行なった。測定したアミノ酸は必須アミノ酸8種とアラニン、アルギニン、シスチン、ヒスチジン、プロリン、セリン、チロシンの15種である。なおトリプトファンはアルカリ分解中完全にラセミ化したものとして計算の際定量値は2倍した。各アミノ酸の回収率は表1に示したが満足しうる値であった。

5) 窒素測定法: 加水分解後定容された試料の窒素量の測定はK Jeldahl酸化後A zotometrie法によった<sup>9)10)</sup>。

表1. 各アミノ酸の回収率(4例平均)

Ileu	102.3±3.1%	Ala	91.6±2.1
Leu	103.2±2.7	Arg	93.4±4.0
Lys	98.6±4.0	Cys	79.8±3.8
Met	85.3±3.2	His	94.2±2.6
Phe	102.5±2.6	Pro	96.3±3.6
Thr	96.5±1.9	Ser	100.8±3.0
Try	98.2±2.6	Tyr	102.6±1.9
Val	99.2±3.0		

注: 平均値±標準偏差

実験成績および考察

先天性股関節脱臼の小児12例の生検により得た筋肉の15種のアミノ酸定量値を窒素16g当りで表2に示す。人体筋肉アミノ酸測定値に関しては文献が少なく著者の知るかぎりでは4編をみるのみである(表3)。Bocoboら<sup>11)</sup>は生検によって得た筋5例を微生物定量法により分析し、Mütingら<sup>12)</sup>は生検によって筋20例を得ているがアミノ酸分析は個別的分析法を行っている。また田村ら<sup>13)</sup>はアミノ酸パターンをみる目的で死検によって得た1例を微生物定量法により分析しており、またSharpenak<sup>14)</sup>の報告もみるが測定法および筋の採取法についての詳細は分らない、いずれも筋肉の採取法または分析法に問題点がみられる。

著者の測定値は生検によったものであるがBocoboら<sup>11)</sup>、田村ら<sup>13)</sup>の死検によった値とあまり差はなく、その偏差もかなり大きかったがそれも彼らの値と差はみられない。Bocoboらの値と比較してロイシン、フェニールアラニン、バリン、ヒスチジンが高く、シ

表2. 人体筋肉アミノ酸組成 (g/16gN)

例	性	歳	Ileu	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Val	Ala	Arg	Cys	His	Pro	Ser	Tyr
1	♂	3	4.79	10.35	10.00	2.49	5.63	4.71	1.38	9.22	6.40	3.62	1.42	3.56	3.95	3.86	3.07
2	♂	3	5.22	9.50	9.84	2.46	5.72	4.74	1.54	9.20	9.72	4.74	1.16	3.14	3.64	4.32	3.36
3	♂	6	5.34	9.80	12.70	3.62	6.60	4.74	1.22	7.17	8.70	7.00	1.05	4.26	3.68	5.00	3.34
4	♂	8	5.54	9.54	11.78	2.72	5.84	4.82	2.16	9.40	10.10	4.90	1.26	2.48	4.20	4.63	3.86
5	♀	11	3.74	9.58	10.00	2.52	4.50	3.43	1.14	6.07	9.60	7.20	0.90	5.15	5.95	6.48	2.94
6	♀	12	4.50	8.25	11.70	2.90	5.70	4.80	1.10	5.35	11.80	6.43	0.97	3.33	4.27	4.22	2.75
7	♀	13	7.25	9.40	8.95	2.19	4.86	5.45	1.60	8.60	8.85	8.04	0.77	2.46	5.53	5.15	3.74
8	♀	13	6.15	13.49	11.04	2.74	4.72	4.66	1.35	10.78	10.30	3.66	0.76	3.45	3.16	6.31	3.34
9	♀	14	6.67	13.10	12.90	2.85	5.70	5.74	1.95	9.20	8.10	5.57	0.99	2.86	4.82	5.63	4.61
10	♀	15	6.67	11.92	12.30	3.35	5.43	6.34	1.23	8.00	9.60	4.04	1.29	4.08	4.62	5.71	5.14
11	♀	16	5.11	9.45	9.68	2.48	5.44	4.72	1.12	5.04	9.36	5.18	1.16	4.44	3.72	5.52	3.04
12	♀	16	6.14	11.31	12.02	2.45	4.70	6.51	2.11	10.82	8.68	5.60	0.87	3.65	5.60	5.18	4.89
平均		値	5.59	10.47	11.08	2.69	5.40	5.06	1.49	8.24	9.27	5.91	1.05	3.57	4.43	5.12	3.79
標準		誤差	0.29	0.45	0.37	0.11	0.17	0.23	0.11	0.46	0.36	0.41	0.06	0.22	0.25	0.23	0.24

表3. 人体筋肉アミノ酸組成の文献値との比較 (g/16gN)

	Ileu	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Val	Ala	Arg	Cys	His	Pro	Ser	Tyr
自 験 例	5.59	10.47	11.08	2.69	5.40	5.06	1.49	8.24	9.27	5.91	1.05	3.57	4.43	5.12	3.79
Bocobo et al <sup>1)</sup>	6.0	7.1	9.6	2.2	4.6	3.7	1.1	5.7	9.2	6.1	2.1	2.3	4.8	5.0	4.0
Müting et al <sup>2)</sup>	3.8	10.1	8.3	2.0	7.4	6.8	2.0	7.5	6.5	4.2	3.4	3.1	7.2	7.2	2.9
田 村 ら <sup>3)</sup>	5.00	8.56	9.34	2.54	3.90	5.02	1.30	7.39			1.71				

注: 1): 文献 11) より, 2): 文献 12) より 3): 文献 13) より

スチンが低いかなりよく一致する。田村らの値と比べてもフェニールアラニンが高く、シスチンが低い以外はよく一致する。しかし Müting らの個別分析法の値とはイソロイシン、リジン、メチオニン、チロシン、アラニンが高く、シスチン、フェニールアラニン、スレオニン、トリプトファン、プロリン、セリンが低くかなり差がみられる。著者の求めたシスチンの値は文献値のいずれよりも低い。これは加水分解の条件のちがいが回収率が低かったことにもよると思われる。

Block & Mitchell<sup>15)</sup> によれば種々の哺乳動物間の筋肉蛋白のアミノ酸組成は非常によく似ているという。また Beach ら<sup>1)</sup>は種々の動物の筋肉蛋白のアミノ酸組成の分析から筋肉アミノ酸組成は動物世界において普遍的なものであろうとしている。しかし彼らの分析結果には人体筋肉は含まれていない。

著者の求めた人体筋肉アミノ酸値を他の動物の筋肉のそれと比較するには測定法の精度も考慮しなければならぬが、田村ら<sup>16)17)</sup>が微生物法で求めた牛肉、豚肉、馬肉のアミノ酸値と比較すると相関係数はそれぞれ0.72, 0.86, 0.88であり、瀬尾<sup>18)</sup>の求めた鶏肉、ウサギ肉とはそれぞれ0.83, 0.88と高い相関をみる(表4)。このことから筋肉蛋白アミノ酸組成の普遍性は人体筋肉をも含めて成立する。ちなみに大豆<sup>19)</sup>のアミ

ノ酸組成とは0.47の相関しかない。

Mitchell<sup>2)</sup> は動物の年齢、種類を問わずアミノ酸必要量は現在作られつつある、または分解されつつある組織に含まれる必須アミノ酸比率によって決定されるという仮説をたて、動物体蛋白の大部分を占めている筋肉蛋白の必須アミノ酸の比率は成長しつつある動物の要求する必須アミノ酸の比率を決定する上に大きな意義があるとして、ラットの筋肉アミノ酸組成を求め、それと Rose<sup>20)</sup> の窒素バランス法から算出したラットのアミノ酸必要量パターンとを比較し高い相関のあることを認めた。一方 Williams ら<sup>21)</sup> もラット、豚、鶏の栄養実験法から求めた成長のためのアミノ酸必要量パターンが、カーカスの分析から求めた必須アミノ酸パターンと極めて類似していることから、カーカス分析法がアミノ酸必要量パターンを決定する上に有効確実な手段であると結論している。Bocobo ら<sup>11)</sup> は人の心筋、肝、筋肉のアミノ酸測定値の平均値と全卵およびカゼインのアミノ酸パターンとを比較しそれぞれ0.811, 0.791と高い相関を認めた。また Rose<sup>3)</sup> の窒素出納法で求めた人のアミノ酸必要量パターンとはメチオニンを除いて相関係数0.894であったとして Mitchell らのカーカス分析法を支持している。

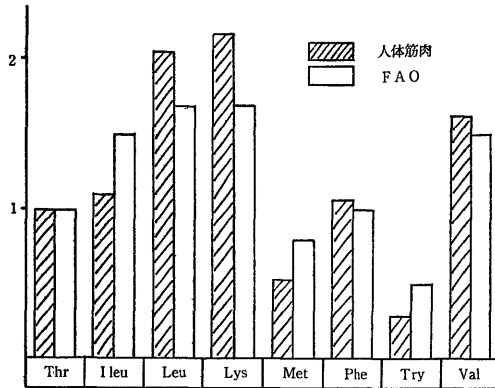
著者の求めた人体筋肉の必須アミノ酸組成を FAO

表4. 人体筋肉アミノ酸パターンと各パターンとの比較

	人体筋肉 自 験 例	牛肉 <sup>1)</sup>	豚肉 <sup>1)</sup>	馬肉 <sup>1)</sup>	鶏肉 <sup>2)</sup>	ウサギ 肉 <sup>2)</sup>	大豆 <sup>3)</sup>	Rose <sup>4)</sup>	中川 <sup>5)</sup>	FAO <sup>6)</sup>	鶏卵 <sup>6)</sup>
Thr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ileu	1.10	1.42	1.86	1.71	1.22	1.06	0.97	1.40	1.00	1.50	1.33
Leu	2.06	1.34	2.04	2.46	1.25	1.26	1.53	2.20	1.50	1.70	1.77
Lys	2.18	1.29	1.79	2.62	2.00	1.59	1.07	1.60	1.60	1.50	1.29
Met	0.53	0.40	0.55	0.75	0.67	0.59	0.20	2.20	0.80	0.80	0.63
Phe	1.07	0.58	0.93	1.00	0.78	0.68	1.23	2.20	0.80	1.00	1.16
Try	0.29	0.18	0.28	0.25	0.29	0.29	0.23	0.50	0.12	0.50	0.33
Val	1.63	0.84	1.31	1.29	1.29	1.23	1.07	1.60	0.90	1.50	1.49
Ala	1.83	0.90	1.14	1.42	1.32	1.15	0.90				
Arg	1.17	0.66	1.14	1.88	1.48	1.09	1.37				
Cys	0.21	0.18	0.28	0.33			0.27				
His	0.71	0.47	0.83	0.75	0.58	0.50	0.57				
Pro	0.88	0.69	0.90	1.04	1.03	0.97	1.63				
Ser	1.01	0.58	0.83	1.08	1.22	1.18	1.20				
Tyr	0.75	0.82	0.76	0.88	0.78	0.68	0.83				
相関係数		0.72	0.86	0.88	0.83	0.88	0.47	0.40 (0.67)*		0.90	0.88

注1. 1): 文献 16) より                      2): 文献 17) より                      3): 文献 18) より  
 4): 文献 3) より                              5): 文献 28) より                      6): 文献 22) より  
 2. 相関係数は人体筋肉との比較を示す。  
 3. \*は Met を除いて算出した相関係数

図1 人体筋肉の必須アミノ酸パターンとFAO  
アミノ酸必要量パターンとの比較  
(Thr規準)



の提示した人のアミノ酸必要量規準組成<sup>22)</sup>とスレオニンを規準として比較すれば、図1のごとく両者のパターンは近似しており、その相関係数は0.90である。また学童で窒素出納法から求めた Nakagawa<sup>ら</sup><sup>23)24)</sup>のアミノ酸必要量パターンおよび生物価が100に近い鶏卵のパターンとの相関係数もそれぞれ0.90, 0.88と高い。しかし Rose<sup>3)</sup>の人のアミノ酸必要量パターンとはメチオニンを除いて0.67の相関しかみられなかった。

アミノ酸必要量の測定は今日まで窒素出納法が主流をなしているが人では決して満足しうる数値は得られていない。主に窒素平衡が負にならない最少摂取量をそのアミノ酸の最少必要量としているが、実際上この判定は難しく、各実験者により実験成績の解釈は異なっており<sup>3)23)24)25)</sup>、また被験食のちがいかからも必要量は異なってくる<sup>26)</sup>。また得られた最少必要量が実際には窒素平衡を維持するには不十分な場合もあり<sup>27)</sup>、動物におけるほど正確な数値は得られていない。この点筋肉のアミノ酸組成は生体の酵素の濃度または活性度の個人差および各アミノ酸の分解または代謝速度が異なることおよびアミノ酸が蛋白合成以外にも使用されること等の理由<sup>28)</sup>から経口的に与えられるアミノ酸必要量パターンとはいくらか違いはあると考えられるが、人においてもある程度アミノ酸必要量パターンを推測するのに有効確実な一手段と考えられる。

## 結 論

3~16歳の小児12名より生検によって得た筋肉のアミノ酸15種を微生物定量法で測定した。窒素 16 g 当り Ileu, 5.59; Leu, 10.47; Lys, 11.08; Met, 2.69; Phe, 5.40; Thr, 5.06; Try, 1.49; Val, 8.24;

Ala, 9.27; Arg, 5.91; Cys, 1.05; His, 3.57; Pro, 4.43; Ser, 5.12; Tyr, 3.79 g であった。

## 文 献

- 1) Beach, E. F., Munks, B. & Robinson, A. : J. Biol. Chem., 148, 431 (1943).
- 2) Mitchell, H. H. : Protein and Amino Acid Nutrition, p. 11, New York and London, Academic Press, 1959.
- 3) Rose, W. C. : Federation Proc., 8, 546 (1949).
- 4) Ogur, M. & Rosen, G. : Arch. Biol., 25, 262 (1950).
- 5) 宮本梯次郎・吉田正子・福住悦子・村田希久 : 栄と食糧, 12, 265 (1959).
- 6) 杉浦文雄・鴻巣章三・太田良三・香取進一・田中清枝 : 日水会誌, 20, 941 (1955).
- 7) 村田希久 : 栄と食糧, 17, 84 (1965).
- 8) Horn, M. J. : Cereal Chem., 32, 64 (1955).
- 9) 岩崎 憲・大月 理・中島誠一 : 十全医会誌, 42, 2125 (1937).
- 10) 大月 理 : 十全医会誌, 42, 2153 (1937).
- 11) Bocobo, D. L., Skellenger, M., Shaw, C. R. & Steele, B. F. : Arch. Biochem. Biophys., 40, 448 (1952).
- 12) Müting, D. & Wortmann, V. : Biochem. Z., 325, 448 (1954).
- 13) 田村盈之輔・松野信郎・西原綾子 : 栄と食糧, 17, 306 (1964).
- 14) Sharpenak, A. E. : Voprosy Pitaniya, 16, 9 (1957); from Chem. Abstr., 52, 6526 (1958).
- 15) Block, R. J. & Mitchell, H. H. : Nutrition Abstr. & Revs., 16, 249 (1946).
- 16) 田村盈之輔・西原綾子・礎部しづ子・松野信郎 : 栄誌, 17, 17 (1959).
- 17) 田村盈之輔・西原綾子・礎部しづ子・松野信郎 : 栄誌, 17, 203 (1959).
- 18) 瀬尾三郎 : 東京医大誌, 16, 169 (1958).
- 19) 平 宏和・蛭沢春枝・杉村敬一郎・桜井芳人 : 栄と食糧, 11, 351 (1959).
- 20) Rose, W. C., Smith, L. C., Womack, M. & Shane, M. : J. Biol. Chem., 181, 307 (1949).
- 21) Williams, H. H., Curtin, L. V., Abraham, J., Loosli, J. K. & Maynard, L. A. : J. Biol. Chem., 208, 277 (1954).
- 22) FAO Committee : Protein Requirements, FAO Nutritional Studies, No. 16, Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1957.
- 23) Nakagawa, I., Takahashi, T., Suzuki, T. & Kobayash, K. : J. Nutrition, 80, 305

- (1963).      24) Nakagawa, I., Takahashi, T., Suzuki, T. & Kobayashi, K. : J. Nutrition, 77, 61 (1962).      25) Leverton, R. M., Gram, M. R., Chaloupka, M., Brodovsky, E. & Mitchell, A. : J. Nutrition, 58, 59 (1956).      26) Fomon, S. J., Owen, G. M. & Thomas, L. : Amer. J. Dis. Child., 108, 487 (1964).      27) Swendseid, M. E., Watts, J. H., Harris, C. L. & Tuttle, S. G. : J. Nutrition, 75, 295 (1961).      28) 中川一郎 : 栄と食糧, 17, 145 (1964).

### 〔Ⅲ〕 グルコース負荷時の血漿遊離アミノ酸におよぼす影響

#### 一血漿遊離アミノ酸の減少比率とアミノ酸必要量とについて一

血液遊離アミノ酸は蛋白質の摂取により増加し、その大部分は体蛋白質の生成に、一部は分解されてエネルギー源として用いられる。したがって血液遊離アミノ酸が生体内での蛋白質代謝の重要な位置を占めることはいうまでもない。

1922年 Folin ら<sup>1)</sup> は空腹時に炭水化物を投与すると一時的に血漿および尿中排泄のアミノ窒素が減少することを認め、Greene ら<sup>2)</sup> はこの現象を単糖類のグルコースおよびフルクトースの投与によっても認めた。Munro ら<sup>3)4)</sup> によればこの現象は炭水化物の蛋白質節約作用にほかならないとしている。彼らはグルコース負荷による血漿遊離アミノ酸の減少量の比率が窒素出納法から求めた Rose<sup>5)</sup> の人体アミノ酸必要量の比率と近似していることを認め<sup>3)</sup>、血中より消失したアミノ酸は体蛋白、主として筋肉蛋白中にとりこまれることを同位元素を用いて証明した<sup>6)</sup>。さらに田村<sup>7)8)</sup> らはグルコース負荷による血液遊離アミノ酸減少パターンが体蛋白質生成にもっとも効果的なアミノ酸パターン、すなわちアミノ酸必要量のパターンに近いと考え、成人についてみた血清遊離アミノ酸パターンが人体筋肉アミノ酸パターンと相関が極めて高いことを認めた。

著者は小児についてグルコース負荷を行ない血漿遊離アミノ酸の減少パターンを求め、人体筋肉アミノ酸パターンおよび人のアミノ酸必要量パターンと比較した。

#### 対象ならびに方法

1) 対象：1964年から1966年にかけて金沢大学附属病院、福井赤十字病院、福井県立病院の小児科に入院した3～12歳の小児53名を対象とし、第1編と同様いずれも入院を要した疾患が治癒し、普通食をとり栄養学的にもはや健康小児とみなしうる退院時を選んだ。一部全く健康な小児も含まれるが主に赤痢、漿液性髄膜炎、気管支炎にかかった小児で、血漿遊離アミノ酸に変動をきたすおそれのある疾患にかかった小児は対象より除いた。また対照として26～33歳の男子5名を選んだ。

2) 実験方法：採血法、試料の調整法および血漿遊離アミノ酸の測定法は第1編と同様で、測定したアミノ酸は必須アミノ酸8種とシスチン、チロシンであった。

予備実験：小児に対し14時間絶食後、早朝空腹時にグルコース 50 g (体重 1 kg 当り 2～3 g) と水 200 ml を経口投与し、負荷前、負荷後 1, 2, 3 時間に採血 (3 名)、および水 200 ml のみを経口投与し負荷前、負荷後 2 時間に採血 (3 名) して血漿遊離アミノ酸の推移を観察した。

本実験：小児に対し体重 1 kg 当り 1 g のグルコース負荷および一律 50 g (kg 当り 2～3 g) のグルコース負荷をそれぞれ14名、21名について予備実験と同様の方法で行ない、負荷前、負荷後 2 時間に採血した。また対照として成人男子 5 名に対し体重 1 kg 当り 1 g のグルコース負荷を行ない同様に負荷前、負荷後 2 時間に採血した。

補足実験：小児 7 名に対し一律 50 g (体重 1 kg 当り 2～3 g) のフルクトース経口投与を行ない、グルコース負荷の場合と同様に負荷前と負荷後 2 時間に採血した。また小児 5 名に対して一律に通常インシュリン 10 単位を注射し負荷前、および血糖値が最低となる時間、すなわち負荷後 1 時間に採血した<sup>9)</sup>。なお実験終了後はグルコースの投与を行ない低血糖発作を防いだ。

#### 実験成績

予備実験成績：グルコース 50 g の経口投与および水 200 ml のみの経口投与による血漿遊離アミノ酸の経時的変化を図 1, 2 に示す。グルコース負荷により血漿遊離アミノ酸はすべて負荷後 1 時間で急激に低下し負荷後 2 時間で最低となるが、負荷後 3 時間でも低下を示した。グルコースの代りに水 200 ml のみ負荷した場合は血漿遊離アミノ酸は低下を示さなかった。よってグルコース負荷による血漿遊離アミノ酸の減少効果は特異的であり、負荷後 2 時間でその減少効果を観察するのが妥当と考えた。

本実験成績：体重 1 kg 当り 1 g のグルコース経口投与と一律 50 g (体重 1 kg 当り 2～3 g) のグルコース投与を行ない、負荷前と負荷後 2 時間に測定した血漿遊離アミノ酸値を表 1, 2 に示す。体重 1 kg 当り 1 g のグルコース負荷では負荷後 2 時間での各血漿遊離アミノ酸の減少は小さく、少数例に減少を示さないものもみられその偏差も大きかった。体重 1 kg 当り 2～3 g のグルコース負荷では負荷後 2 時間で各血漿遊離アミノ酸の著明な減少がみられ、表 3 に示す

図1 ブドウ糖負荷後の各血漿アミノ酸の推移 3例

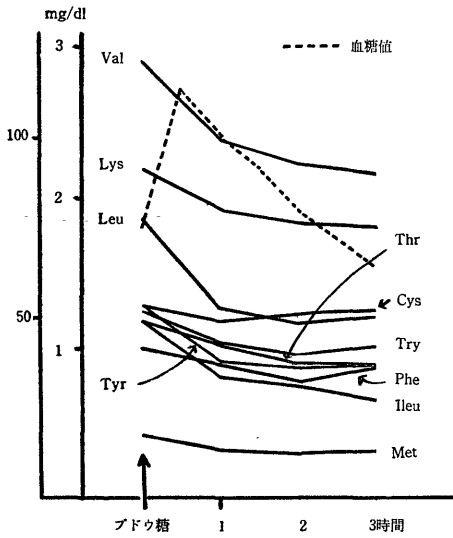
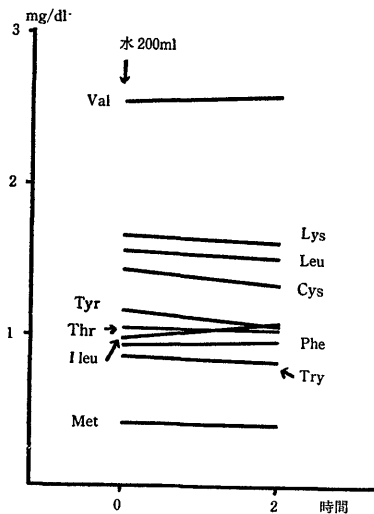


図2 空腹時遊離アミノ酸の推移 3例 (絶食12時間)



成人に対して体重 1 kg 当りグルコース 1 g 負荷した場合の減少量とほぼ等しい減少を示した。しかしシスチンの変動は小さく、むしろ増加を示したのも少数にみられた。

平均値の減少率は各アミノ酸で異なり一定していない(表4)。小児の体重 1 kg 当り 1 g の負荷においてはリジンの11.5%からメチオニンの26.8%まで、小児の 2~3 g 負荷ではシスチンの 3.3%からイソロイシンの44.0%まで、対照の成人ではトリプトファンの11.1%からイソロイシンの46.2%までの変動がみられ

た。小児の体重 1 kg 当り 2~3 g 負荷と成人のアミノ酸減少率を比較するとリジン、フェニルアラニンが小児において低い以外は各アミノ酸でほぼ一致をみる。しかしこの減少率が分子量の大きさとも比例していないことは Munro ら<sup>3)</sup> の観察と同じである。

グルコース負荷で認められた各血漿遊離必須アミノ酸の減少量を Allison<sup>10)</sup> に従ってスレオニンを規準とし表5に示し、あわせて第II編で求めた人体筋肉の必須アミノ酸組成ならびにFAOの提示したアミノ酸必要量規準組成<sup>11)</sup>、生物価が100に近い鶏卵の必須アミノ酸組成のパターンと比較した。小児に対し体重 1 kg 当りグルコース 1 g の負荷における血漿遊離アミノ酸の減少量は前述の理由から他のパターンと比較することは不適當と考えられる。

小児に体重 1 kg 当り 2~3 g 負荷による血漿遊離アミノ酸の減少パターンを成人に対し体重 1 kg 当り 1 g の負荷のそれと比較すると、リジンは成人の2.14に対し1.48と低く、トリプトファンは成人の0.35に対し0.67と高く、またバリンは成人の1.87に対し2.04とやや高い。また小児の減少パターンと人体筋肉の必須アミノ酸パターンと比較するとリジン、トリプトファン、バリンは人体筋肉でそれぞれ2.18, 0.29, 1.63と成人の減少パターンと同様の関係を見る。

一方FAOの規準組成パターンとはロイシンがFAOの1.70に対し2.04、トリプトファンがFAOの0.50に対し0.67、バリンがFAOの1.50に対し2.04とやや高く、メチオニンがFAOの0.80に対し0.52とやや低い以外はよく一致する。また鶏卵の必須アミノ酸パターンともロイシン、トリプトファン、バリンに同様の関係が認められる。

成人の血漿遊離アミノ酸の減少パターンと人体筋肉のパターンと比較するとイソロイシンが人体筋肉の1.10に対し1.32とわずかに高い以外はよく一致している。またFAOの規準組成パターンと比較するとリジンはFAOの1.50に対し2.14と高く、メチオニンはFAOの0.80に対し0.49、トリプトファンはFAOの0.50に対し0.35と低い。同様に鶏卵の必須アミノ酸パターンとはリジンが高く、トリプトファン、メチオニンが低い。

以上の各アミノ酸パターンの関係を図示してみると図3、4のごとくとなる。これらの関係を比較するため相関係数を算出して表6に示す。小児の血漿遊離アミノ酸減少パターンは人体筋肉パターンとは0.83の相関を示し、FAOの規準組成パターンとは0.92とより高度の相関を示した。また鶏卵の必須アミノ酸パターンとも0.88の相関であった。成人の血漿遊離アミノ酸





表2. 小児に1律50g (体重1kg 当り 2~3g) のグルコース負荷後2時間の血漿遊離アミノ酸の減少量 (mg/dl)

例	歳	性	Ileu		Leu		Lys		Met		Phe		Thr		Try		Val		Cys		Tyr													
			負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量	負前	減少量										
尾滝	3	♂	0.830	0.310	0.521	0.370	0.730	0.642	0.530	0.300	0.440	0.220	0.221	0.230	0.790	0.441	0.301	0.060	0.240	0.940	0.910	0.032	0.761	0.960	0.801	0.280	0.92	0.361	0.190	0.590	0.60			
木内	3	♂	0.620	0.480	0.141	0.260	0.750	0.511	0.411	0.300	0.290	0.160	0.130	0.930	0.760	0.171	0.100	0.850	0.250	0.970	0.910	0.062	0.191	0.750	0.441	0.451	0.00	0.450	0.880	0.500	0.38			
谷口	5	♂	1.100	0.580	0.521	0.560	0.970	0.592	0.461	0.900	0.560	0.470	0.250	0.220	0.990	0.770	0.221	0.230	0.880	0.351	0.071	0.010	0.062	0.482	0.010	0.470	0.890	0.73	0.161	0.200	0.740	0.46		
溝口	5	♂	0.590	0.200	0.301	0.801	1.150	0.652	0.051	0.690	0.360	0.340	0.200	0.140	0.740	0.550	0.190	0.970	0.690	0.281	0.491	0.250	0.242	0.640	0.600	0.981	0.14	-	0.160	0.930	0.680	0.25		
木間	5	♂	0.820	0.200	0.601	0.971	1.360	0.611	0.551	0.330	0.220	0.390	0.210	0.180	0.930	0.700	0.231	0.140	0.820	0.321	0.601	0.030	0.272	0.010	0.710	0.810	0.72	0.090	0.850	0.600	0.25			
久田	6	♂	0.620	0.420	0.201	1.190	0.820	0.371	0.691	0.280	0.410	0.330	0.230	0.100	0.720	0.430	0.291	0.080	0.690	0.391	0.201	0.130	0.072	0.022	0.640	0.380	0.930	0.83	0.101	0.160	0.720	0.44		
古田	6	♂	1.180	0.880	0.302	2.410	1.740	0.502	0.241	0.940	0.300	0.350	0.250	0.090	0.810	0.490	0.321	0.070	0.980	0.091	0.491	0.350	0.142	0.832	0.330	0.501	0.081	0.10	-	0.021	0.100	0.820	0.28	
中村	7	♀	0.620	0.490	0.131	2.100	0.610	0.601	0.401	0.230	0.170	0.280	0.190	0.090	0.820	0.710	0.110	0.660	0.380	0.281	0.010	0.790	0.222	0.281	0.880	0.401	0.361	0.38	-	0.020	0.610	0.460	0.15	
真田	8	♂	1.270	0.700	0.571	1.400	0.790	0.611	0.370	0.940	0.430	0.190	0.130	0.060	0.850	0.680	0.170	0.930	0.750	0.181	0.100	0.910	0.092	0.461	0.860	0.601	0.261	0.33	-	0.070	0.920	0.510	0.41	
山本	8	♂	1.010	0.590	0.452	1.710	0.450	0.722	0.772	1.800	0.590	0.300	0.130	0.880	0.700	0.181	0.311	1.500	1.160	1.110	0.870	0.242	0.812	0.330	0.481	1.710	1.14	0.031	0.300	0.750	0.55			
杉原	8	♀	0.640	0.310	0.331	0.670	0.930	0.742	0.441	0.800	0.640	0.330	0.270	0.060	0.830	0.700	0.131	1.200	0.800	0.321	0.190	0.930	0.262	0.201	0.740	0.461	0.280	0.96	0.321	0.150	0.710	0.44		
高松	8	♀	0.800	0.570	0.231	1.600	0.850	0.752	0.051	0.590	0.460	0.370	0.250	0.121	0.010	0.790	0.221	0.451	1.300	0.321	0.080	0.890	0.192	0.311	0.620	0.691	0.351	0.33	0.020	0.830	0.550	0.28		
堀川	9	♂	1.200	0.780	0.421	1.651	1.150	0.502	1.210	0.970	0.150	0.330	0.280	0.051	0.251	1.110	0.141	0.060	0.950	0.111	0.010	0.980	0.032	0.201	0.600	0.601	0.501	0.92	-	0.421	0.150	0.880	0.27	
福田	9	♂	0.840	0.470	0.371	0.841	0.450	0.391	0.931	0.650	0.280	0.340	0.260	0.080	0.780	0.570	0.211	1.800	0.950	0.231	0.050	0.760	0.292	0.822	0.380	0.440	0.890	0.92	-	0.031	0.240	0.870	0.37	
猪又	9	♂	1.010	0.560	0.451	0.800	0.610	0.472	0.291	0.890	0.400	0.350	0.170	0.180	0.930	0.700	0.231	0.020	0.690	0.330	0.910	0.760	0.152	1.111	0.680	0.431	1.510	0.01	0.140	0.920	0.710	0.21		
八本木	10	♀	1.130	0.550	0.582	0.050	0.380	0.672	0.771	0.980	0.790	0.460	0.300	0.161	0.420	0.850	0.571	0.361	0.030	0.331	0.271	0.020	0.252	0.732	0.120	0.611	0.401	0.39	0.011	0.220	0.510	0.71		
天谷	10	♀	1.120	0.620	0.501	0.940	0.680	0.263	0.462	0.940	0.520	0.550	0.370	0.181	1.200	0.980	0.141	1.900	0.730	0.461	0.180	0.980	0.202	0.522	0.000	0.521	0.691	0.65	0.041	0.231	0.020	0.21		
加藤	10	♂	0.830	0.540	0.291	0.510	0.910	0.601	0.691	0.480	0.210	0.370	0.240	0.130	0.770	0.660	0.111	0.050	0.680	0.371	0.351	0.190	0.162	0.271	0.680	0.591	0.021	0.08	-	0.061	0.030	0.800	0.32	
北川	10	♂	0.900	0.420	0.481	1.140	0.880	0.262	0.061	0.380	0.680	0.420	0.140	0.280	0.700	0.580	0.120	0.810	0.520	0.291	0.160	0.910	0.252	0.451	0.690	0.761	0.050	0.94	0.110	0.930	0.550	0.38		
山越	11	♂	1.190	0.590	0.602	0.091	0.340	0.753	0.022	0.460	0.560	0.490	0.290	0.201	0.500	0.980	0.521	0.471	1.800	0.291	0.331	0.150	0.182	0.802	0.240	0.561	0.361	0.34	0.021	0.240	0.780	0.46		
田近	12	♂	0.740	0.520	0.221	0.461	1.150	0.311	0.591	0.460	0.130	0.370	0.170	0.200	0.920	0.870	0.050	0.770	0.640	0.131	0.151	0.030	0.122	0.502	0.040	0.461	0.341	0.48	-	0.140	0.680	0.550	0.13	
平均値			0.910	0.510	0.401	0.631	0.080	0.552	1.510	0.750	0.400	0.370	0.230	0.140	0.960	0.730	0.231	1.110	0.840	0.271	0.170	0.990	0.182	0.481	0.930	0.551	0.201	0.16	0.041	0.040	0.680	0.36		
標準誤差			0.050	0.040	0.040	0.080	0.070	0.030	0.120	0.110	0.040	0.020	0.010	0.010	0.050	0.040	0.030	0.050	0.020	0.040	0.030	0.020	0.060	0.050	0.030	0.050	0.07	0.040	0.040	0.030	0.030	0.030		
減少率 %			44.0		33.9		18.6		37.8		24.0		24.0		15.4		24.3		24.3		15.4		22.2		3.3		34.6							

表3. 成人に体重1kg当り1gのグルコース負荷後2時間の血漿遊離アミノ酸の減少量 (mg/dl)

例	歳	性	Ileu		Leu		Lys		Met		Phe		Thr		Try		Val									
			負荷前	減少量	負荷前	減少量	負荷前	減少量	負荷前	減少量	負荷前	減少量	負荷前	減少量	負荷前	減少量	負荷前	減少量	負荷前	減少量						
南	26	♂	1.45	0.66	0.79	1.43	0.22	3.22	0.24	0.98	0.57	0.48	0.09	1.29	0.94	0.35	1.47	1.32	0.15	1.34	1.24	0.10	3.04	2.63	0.41	
竹	26	♂	1.19	0.64	0.55	1.32	0.63	2.60	1.83	0.77	0.47	0.31	0.16	1.12	0.89	0.23	1.61	1.24	0.37	1.35	1.12	0.23	3.11	2.41	0.70	
岩	26	♂	1.04	0.59	0.45	1.78	0.92	0.86	1.95	0.86	1.09	0.40	0.26	1.41	0.68	0.33	1.86	1.46	0.40	0.90	0.79	0.11	2.66	1.88	0.78	
佐	29	♂	0.94	0.58	0.36	1.77	1.13	0.64	2.46	1.44	1.02	0.53	0.28	0.25	1.11	0.75	0.36	2.58	1.91	0.67	1.12	1.03	0.09	2.80	2.02	0.78
谷	33	♂	0.68	0.37	0.31	1.68	1.13	0.55	3.01	1.96	1.05	0.53	0.28	0.25	0.99	0.50	0.49	1.19	0.94	0.25	1.15	1.04	0.11	2.65	1.85	0.80
平均			1.06	0.57	0.49	1.77	1.19	0.58	2.65	1.67	0.98	0.50	0.32	1.10	0.75	0.35	1.74	1.37	0.37	1.17	1.04	0.13	2.85	2.16	0.69	
標準			0.11	0.05	0.08	0.05	0.08	0.09	0.15	0.21	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.07	0.04	0.21	0.14	0.08	0.07	0.07	0.02	0.08	0.14	0.07
減少			46.2			32.8		37.0		36.0		31.8		21.3		11.1		24.2								

図3 アミノ酸パターン (1) (Thr基準)

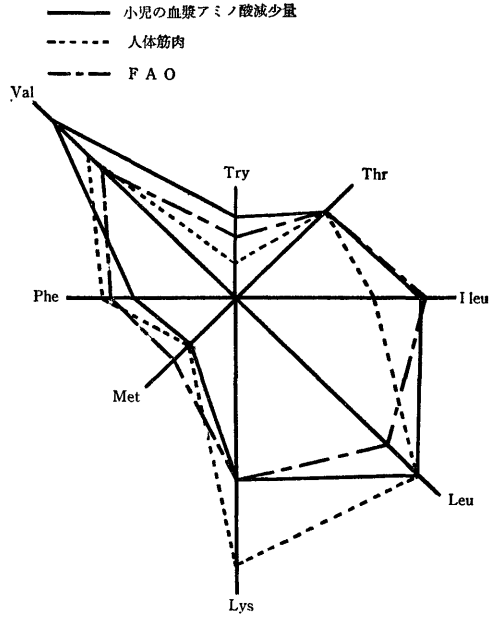


図4 アミノ酸パターン (2) (Thr基準)

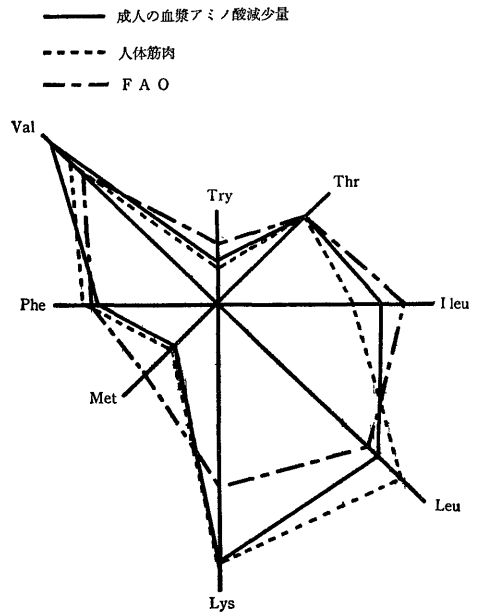


表4. 各負荷後の血漿遊離アミノ酸の減少量と減少率の平均値 (減少量mg/dl, 減少率%)

	小児 グルコース 1g/kg		小児 グルコース 2~3g/kg		成人 グルコース 1g/kg		フルクトース		インシュリン	
	減少量	減少率	減少量	減少率	減少量	減少率	減少量	減少率	減少量	減少率
Ileu	0.17	21.0	0.40	44.0	0.49	46.2	0.09	9.0	0.18	18.8
Leu	0.31	18.4	0.55	33.9	0.58	32.8	0.09	6.7	0.25	17.6
Lys	0.25	11.5	0.40	18.6	0.98	37.0	0.18	7.2	0.67	25.8
Met	0.11	26.8	0.14	37.8	0.18	36.0	0.03	12.0	0.09	27.3
Phe	0.11	12.0	0.23	24.0	0.35	31.8	0.06	7.1	0.18	19.2
Thr	0.26	22.2	0.27	24.3	0.37	21.3	0.06	5.3	0.24	21.1
Try	0.18	14.0	0.18	15.4	0.13	11.1	0.12	12.9	0.10	10.9
Val	0.42	18.0	0.55	22.2	0.69	24.2	0.49	23.0	0.39	16.4
Cys			0.04	3.3			-0.04	-3.9	0.08	6.1
Tyr			0.36	34.6			0.24	22.8	0.31	25.2

表5. 各負荷後の血漿遊離アミノ酸減少パターンと各アミノ酸パターンとの比較

	グルコース負荷			インシュ リン負荷	フルクト ース負荷	人体筋肉	FAO	鶏卵
	小児 1g/kg	小児 2~3g/kg	成人 1g/kg					
Thr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.00
Ileu	0.65	1.48	1.32	0.75	1.5	1.10	1.50	1.36
Leu	1.19	2.04	1.81	1.00	1.5	2.06	1.70	1.80
Lys	0.96	1.48	2.14	2.79	3.0	21.8	1.50	1.26
Met	0.42	0.52	0.49	0.38	0.05	0.53	0.80	0.62
Phe	0.42	0.82	0.95	0.75	1.0	1.07	1.00	1.20
Try	0.69	0.67	0.35	0.42	1.2	0.29	0.50	0.34
Val	1.62	2.04	1.87	1.62	8.1	1.63	1.50	1.48

表6. 各アミノ酸パターン間の相関係数

	成人グルコ ース負荷	人体筋肉	FAO規 準組成	鶏卵
小児グルコ ース負荷	0.86	0.83	0.92	0.88
成人グルコ ース負荷	/	0.97	0.93	0.85
人体筋肉	/	/	0.90	0.88

減少パターンは人体筋肉アミノ酸パターンと0.97という高度の相関を示した。またFAOの規準組成パターンとは0.93、鶏卵のパターンとは0.85の相関を示した。

フルクトース負荷: グルコース負荷と同様に一律50g(体重1kg当り2~3g)の経口投与を行ない血漿遊離アミノ酸の変動を負荷後2時間でみた結果を表7に示す。フルクトース負荷による血漿遊離アミノ酸の変動はグルコース負荷の場合と同様に一般に減少の傾向をみるが、シスチンではむしろ増加の傾向がうかがえ、他のアミノ酸の減少もわずかでロイシン、リジン、メチオニン、フェニールアラニン、スレオニンで

はその変動はまちまちでむしろ増加を示す例も多数にみられた。平均値の減少率もシスチンの-3.9%からバリンの23.0%とグルコース負荷の場合の各アミノ酸の減少率と異なっており、また偏差も大きかった。したがってこの減少パターンと他のアミノ酸パターンと比較することは不適当と考えた。

インシュリン負荷: インシュリン負荷による血漿遊離アミノ酸の変動を表8に示す。血漿遊離アミノ酸はシスチンを除いてグルコース負荷の場合と同様に減少を示した。平均値の減少率はシスチンの6.1%からメチオニンの27.3%と小児に対し体重1kg当り1gのグルコース負荷した場合とほぼ一致し、そのパターンもリジン、フェニールアラニンを除いてほぼ一致をみた。

考 察

摂取カロリー量が蛋白質代謝に影響をおよぼすことは古くから認められている事実であるが、カロリー源として炭水化物が脂肪よりもすぐれた蛋白質節約作用



を有している。その機転の一つが炭水化物の負荷によってみられる血漿遊離アミノ酸の減少効果である。Folin ら<sup>11</sup>が人に絶食後炭水化物を投与すると尿中アミノ窒素排泄の減少とともに一時的に血中アミノ窒素の急激な減少をみることを報告して以来、Schmidt ら<sup>12</sup>、Luck ら<sup>13</sup>、Denton ら<sup>14</sup>、Greene ら<sup>2</sup>、Harris<sup>9</sup>、Munro ら<sup>3</sup>によっても人および動物で血中アミノ窒素ならびに遊離アミノ酸について認められている。

グルコース負荷による血中アミノ窒素の経時的変化については、Munro ら<sup>3</sup>は成人6名について観察し血中アミノ窒素は絶食によっては変化せず、グルコース負荷後1時間で急激に減少して最低となり負荷後3時間でもなお負荷前の値へ復帰しないとしている。また田村ら<sup>15</sup>はグルコース負荷後5時間にわたり血清遊離アミノ酸の変動を観察し負荷後1~2時間が最も減少した。そして水のみを投与によっては変動がみられなかったとしている。小児について試みた著者の実験においても各血漿遊離アミノ酸は水のみを投与では変化を示さず、グルコース負荷後1時間で急激な減少を示し2時間でほぼ最低となり、この効果は血糖値が負荷前の値へ復帰した3時間でもなお認められた。

このような現象は脂肪の投与によっては認められない<sup>3,9</sup>とされており、グルコース投与による血中アミノ窒素の減少量は Schmidt ら<sup>12</sup>は13%、Munro ら<sup>3</sup>は12.3%であったとしている。このグルコースの作用は当然単純な希釈 (homodilution) によるものでなく<sup>4,12</sup>、また各アミノ酸が当量ずつ減少したものでないこと<sup>3</sup>は本実験の各アミノ酸の減少率がそれぞれ異なっていることから推測しうる。また成人に對し体重1kg 当り1g 負荷した場合の減少率と小児に對し体重1kg 当り2~3g 負荷した場合の減少率がほぼ一致したことから、生体に對して生化学的にある水準までグルコース負荷を行なった場合の各アミノ酸の減少率はおおよそ一定で、各アミノ酸間の比率もおそらく一定範囲を超えないものであらうと考えられる。しかしこれは必須アミノ酸にかぎられることで、非必須アミノ酸では著者の実験でのシスチンのごとく必ずしも減少せず増加を示すものもみられることは田村ら<sup>7</sup>の報告と一致している。

血漿中から消失したアミノ算は分解されて尿中に排泄されるのではなくて体蛋白合成にあずかるとされている。すなわち Munro ら<sup>6</sup>はラットでC<sup>14</sup>-グリシン、C<sup>14</sup>-ロイシン、S<sup>35</sup>-メチオニンをを用いて、水または脂肪の投与によってはみられないが、グルコース投

与後筋蛋白中にラベルしたアミノ酸のとりこみが増加すること、またこの際肝蛋白中には増加しないことを証明した。また24時間グルコースを投与すると絶食または脂肪投与群と比べて尿中窒素排泄が著しく少なく、肝への窒素蓄積も認めなかった。同様に低蛋白食に炭水化合物を添加すると肝、腎、心の窒素濃度は低下するが体全体の窒素量はかえって増加する<sup>16,17</sup>。

これらの観察からグルコースが負荷された後血漿から消失したアミノ酸が蓄積されるのは筋肉が主要組織 (major tissue) であることは明らかであり、その結果他の組織へ供給されるアミノ酸は節約され、肝での尿素生成も減少すると考えられる<sup>4</sup>。事実グルコース負荷によって減少するアミノ酸の比率が人のアミノ酸必要量パターンおよび人体筋肉アミノ酸パターンと近似していることは Munro ら<sup>3</sup>、田村ら<sup>7,8</sup>によって認められている。そして空腹時血中アミノ酸に対するグルコースの一時的作用と食餌蛋白質利用に対する炭水化物の作用との間には類似性がみられる。すなわち蛋白質と炭水化物を別々に摂取するよりも同時に摂取した方が窒素蓄積は良好となること<sup>18</sup>から炭水化物の蛋白質節約作用は比較的短期間においても作用するものと考えられる。

グルコース負荷による血漿遊離アミノ酸の減少効果は他の糖類によっても認められるとされている。Greene ら<sup>2</sup>はフルクトース負荷によっても血漿アミノ窒素が減少し、血糖値が最高となると血漿アミノ窒素は最低となることを認めている。しかし Albanese ら<sup>19</sup>はフルクトース負荷によって血中アミノ窒素は上昇を示したとし、これはフルクトースがグルコースに比べより容易にアミノ基転移反応の回転に転入されるという反応速度の差から血中非蛋白性窒素化合物をグルコースよりもすみやかにかつ有効に再利用させる結果によると述べている。著者の実験のフルクトース負荷では血漿遊離アミノ酸の減少はグルコースの場合よりも少なく、シスチンならびに数種の必須アミノ酸においてむしろ増加を示すものもみられた。

グルコース負荷によって血漿遊離アミノ酸が筋肉に蓄積されるにはインシュリン分泌が介在すると考えられる。Alloxan diabetes のラット<sup>20</sup>または脾摘出の犬<sup>21</sup>にグルコース負荷を行なっても血漿遊離アミノ酸は低下しない。また肝は血漿遊離アミノ酸レベルを左右するが、肝摘出の犬でもグルコース投与により血漿遊離アミノ酸は低下を示すという<sup>22</sup>。またアドレナリン分泌も直接体蛋白合成には関与しない<sup>23</sup>。インシュリンの投与により血中アミノ酸レベルがグルコース負荷でみられるように一時的急激な減少を示すことは古

くから知られている<sup>24)25)</sup>。Harris ら<sup>9)</sup>は低能者にインシュリンを投与し3.5時間後低血糖昏睡を起した際著明な血漿遊離アミノ酸の減少を認め、とくにロイシン、リジンの減少が著明であったと報告している。また Lotspeich<sup>26)</sup>は犬にインシュリンを注射し30分後血漿遊離アミノ酸が減少し、その減少パターンが筋蛋白のアミノ酸パターンと近似していることを認め、インシュリンの体蛋白合成の促進作用を主張した。さらに Forker ら<sup>27)</sup>は膀胱摘出の糖尿病の犬に S<sup>35</sup>-メチオニンを注射しインシュリン投与後筋蛋白にとりこみが増加することを認めた。Rubini ら<sup>28)</sup>は肝機能が正常であればインシュリン欠乏状態にある糖尿病患者でもグルコース負荷により血漿遊離アミノ酸の減少は正常であったとしてアミノ酸に対するインシュリンの作用は二次的であろうと推論しているが、彼らの血漿遊離アミノ酸の分析はフェニールアラニンとトリプトファンのみである。

また成長ホルモンも血漿アミノ酸レベルと密接な関係を有しており、Li ら<sup>29)</sup>はラットに成長ホルモンを投与すると血漿遊離アミノ酸レベルは6時間以内に低下し12時間でこの効果は消失した。また特異的成長抑制因子を有すると考えられる ACTH の投与では血漿遊離アミノ酸は上昇を示したことから、成長ホルモンが血中アミノ酸濃度を減少させるという事実は蛋白合成作用に関係するものと推論している。

著者の小児のインシュリン負荷試験では血漿遊離アミノ酸の低下を認めたがその減少率は小さく、小児に対し体重 1 kg 当り 1 g のグルコースを投与した場合の減少率とほぼ等しかったことから、Harris ら<sup>9)</sup>や Lotspeich<sup>26)</sup>の行なったように低血糖昏睡を起すほどのインシュリンの投与を行なえばおそらく血漿遊離アミノ酸の減少パターンは小児に対し体重 1 kg 当り 2~3 g のグルコースを投与した場合のパターンと一致してくるものと推測できる。

Longenecker ら<sup>30)</sup>は犬で蛋白質摂取による血漿の各遊離アミノ酸の増加量より算出した Plasma Amino Acid Ratio (PAA ratio) は制限アミノ酸の順序を示すとして蛋白栄養価を判断する方法としての可能性を考えたが、人に応用して PAA ratio を求めたところ、あるアミノ酸については個人差が著しかった、これはその個人の蛋白質の利用、アミノ酸の必要量あるいは蛋白栄養状態を反映するものであろう<sup>31)</sup>と考えている。

さらに田村ら<sup>7)8)</sup>は血漿遊離アミノ酸が摂取蛋白により増加しその大部分が生体蛋白質生成に用いられることから、Munro らの見解を発展させグルコース負

荷後の血漿遊離アミノ酸の減少パターンは生体蛋白質生成に最も効果的なアミノ酸パターン、すなわちアミノ酸必要量パターンに近いと考えた。そして健康成人5名につきグルコース負荷を行ない血漿遊離アミノ酸の減少パターンを求め、FAOの規準組成アミノ酸パターン<sup>11)</sup>とは相関係数0.83であり、人体筋肉アミノ酸パターンとは相関係数0.96とより高度の相関を認めた。事実カーカス分析による体蛋白アミノ酸パターンは筋肉アミノ酸パターンと近似し<sup>32)</sup>、Mitchell<sup>33)</sup>は筋肉アミノ酸パターンが窒素出納法で求めたアミノ酸必要量パターンと強く相関することをラットの実験から認めている。

著者の実験の成人5名について求めた血漿遊離アミノ酸減少パターンはFAOの規準組成アミノ酸パターンとは相関係数0.93であり、人体筋肉アミノ酸パターンとは相関係数0.97とより高度の相関を認めたことは田村らの成績と一致する。しかるに小児にあっては血漿遊離アミノ酸パターンは人体筋肉アミノ酸パターンとリジン、トリプトファン、バリンの比率で異なっており相関係数は0.83であり、むしろFAOのアミノ酸パターンと近似し相関係数0.92を示した。この原因については明らかではないが、グルコース負荷による血漿遊離アミノ酸の減少が体蛋白合成の促進によるものであり、その比率が生体のアミノ酸必要量の比率を反映するものであれば、小児は成長期にあるため体蛋白維持に最も合理的と考えられる比率とはおのずと異なったアミノ酸要求があるのではないかと考えられる。

しかしこのアミノ酸パターンが小児に対して最も合理的なアミノ酸必要量パターンであるという保証はなく、経口的なアミノ酸必要量パターンとは各アミノ酸の吸収および代謝速度の差からやや異なっているかも知れない。窒素バランス法による動物のアミノ酸必要量は結晶アミノ酸を使ってかなりよく行なわれているが、人に関してはRose<sup>5)</sup>の実験においても強い個人差があり、また実際には窒素平衡を維持するに不十分である場合もあり<sup>34)</sup>、いまなお確定したとは考えられない。窒素バランス法によるアミノ酸必要量の測定法は人に対しては実施が困難であり、長期間行い得ず、また決して生理的ではない。この点血漿遊離アミノ酸の変化からアミノ酸必要量を推測することはより生理的で、個人の蛋白栄養状態をよりよく反映するものであると考えられる。

## 結 論

3~12歳の小児についてグルコース負荷による血漿遊離アミノ酸の減少パターンを求め成人のそれと比較するとともに、FAOのアミノ酸必要量パターンおよび

人体筋肉アミノ酸パターンと比較した。小児の体重 1 kg 当り 2~3 g のグルコース負荷における血漿遊離アミノ酸は成人の体重 1 kg 当り 1 g のグルコース負荷の場合とほぼ等しい減少を示した。成人のアミノ酸減少パターンは FAO パターンよりもリジンが高く、メチオニン、トリプトファンが低いがかなりよく似て相関係数は 0.93 を示し、人体筋肉パターンとは FAO よりも近似しており相関係数は 0.97 を示した。小児のアミノ酸減少パターンは成人のそれよりもリジンが低く、トリプトファン、バリンが高く、人体筋肉パターンと比較するとその相関係数は 0.83 であり、むしろ FAO パターンに近くその相関係数は 0.92 を示した。

稿を終るにあたり御指導・御校閲を賜った 恩師佐川教授、谷口講師に厚く感謝致します。また御援助を賜った福井赤十字病院富沢博士、福井県立病院山本博士 ならびに 石川鑿肢学園の諸先生、および 終始御協力いただいた教室員諸兄に感謝致します。

## 文 献

- 1) Folin, O. & Berglund, H. : J. Biol. Chem., 51, 395 (1922).
- 2) Greene, C. H., Sandiford, K. & Ross, H. : J. Biol. Chem., 58, 845 (1924).
- 3) Munro, H. N. & Thomson, W. S. T. : Metabolism, 2, 354 (1953).
- 4) Munro, H. N. : Mammalian Protein Metabolism Vol. I, p. 381, New York and London, Academic Press, 1964.
- 5) Rose, W. C. : Federation Proc., 8, 546 (1949).
- 6) Munro, H. N., Black, J. G. & Thomson, W. S. T. : Brit. J. Nutr., 13, 475 (1959).
- 7) 田村盈之輔・松野信郎・西原綾子 : 栄と食糧, 17, 306 (1964).
- 8) 田村盈之輔 : 臨栄, 25, 40 (1964).
- 9) Harris, M. M. & Harris, R. S. : Proc. Soc. Exptl. Biol. & Med., 64, 471 (1947).
- 10) Allison, J. B. : Mammalian Protein Metabolism Vol. II, p. 42, New York and London, Academic Press, 1964.
- 11) FAO Committee : Protein Requirements, FAO Nutritional Studies, No. 16, Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1957.
- 12) Schmidt, E. G. & Eastland, J. S. : J. Lab. & Clin. Med., 21, 1 (1935).
- 13) Luck, J. M., Davis, B. L. & Van Winkle, W. : Proc. Soc. Exptl. Biol. & Med., 32, 1039 (1935).
- 14) Denton, A. E. & Elvehjem, C. A. : J. Biol. Chem., 206, 455 (1954).
- 15) 田村盈之輔・松野信郎 : 栄研年報, 37, 32 (1964).
- 16) Munro, H. N. & Naismith, D. J. : Biochem. J., 54, 191 (1953).
- 17) Rosenthal, H. L. & Allison, J. B. : J. Agr. Food Chem., 4, 792 (1956).
- 18) Munro, H. N. : J. Nutrition, 39, 375 (1949).
- 19) Albanese, A. A., Orto, L., Rossy, J., Dihalho, R. & Belmont, A. : Metabolism, 4, 160 (1955).
- 20) Muro, H. N. : Scot. Med. J., 1, 285 (1956). 文献 4) より.
- 21) Boliman, J. L., Flock, E. V., Grindlay, J. H., Mann, F. C. & Block, M. A. : Amer. J. Physiol., 174, 467 (1953).
- 22) Flock, E. V., Block, M. A., Mann, F. C. & Grindlay, J. H. : J. Biol. Chem., 198, 427 (1952).
- 23) Frame, E. G. & Russell, J. A. : Endocrinology, 39, 420 (1946).
- 24) Luck, J. M. & Morse, S. W. : Biochem. J., 27, 1648 (1933).
- 25) Milman, A. E., De Moor, P. & Lukens, F. D. W. : Amer. J. Physiol., 166, 354 (1951).
- 26) Lotspeich, W. D. : J. Biol. Chem., 179, 175 (1949).
- 27) Forker, L. L., Chaikoff, I. L., Entenman, C. & Tarver, H. : J. Biol. Chem., 188, 37 (1951).
- 28) Rubini, M. E. & Seligson, D. : Amer. J. Clin. Nutr., 6, 365 (1958).
- 29) Li, C. H., Geschwind, I. & Evans, H. M. : J. Biol. Chem., 177, 91 (1949).
- 30) Longenecker, J. B. & Hause, N. L. : Arch. Biochem. Biophys., 84, 46 (1959).
- 31) Longenecker, J. B. & Hause, N. L. : Amer. J. Clin. Nutr., 9, 356 (1961).
- 32) Beach, E. F., Munks, B. & Robinson, A. : J. Biol. Chem., 148, 431 (1943).
- 33) Mitchell, H. H. : Protein and Amino Acid Nutrition, p. 11, New York and London, Academic Press, 1959.
- 34) Swendseid, M. E., Watts, J. H., Harris, C. L. & Tuttle, S. G. : J. Nutrition, 75, 295 (1961).



## A b s t r a c t

## 1) Plasm Amino Acid Levels in Healthy Children.

Eighteen free plasma amino acids were determined in the plasma of seventy-seven healthy children, aged from 3 to 12 years, and six adults by using the method of microbiological assay.

The average levels in the children were found to be lower than in the adults. Especially of these amino acids determined, leucine, tryptophan and valine showed significant differences between the average levels in the children and adults ( $P < 0.05$ ). The children were divided into three age groups. In the youngest group, aged 3 to 5 years, the average levels of isoleucine, threonine, arginine and glycine were lower with significant differences than in the eldest group, aged 9 to 12 years ( $P < 0.05$ ).

## 2) Amino Acid Composition of Human Muscle.

The muscles were obtained from twelve children at the time of surgical operation to estimate the contents of fifteen amino acids by means of microbiological assay.

The results were as follows: isoleucine, 5.59; leucine, 5.40; lysine, 11.08; methionine, 2.69; phenylalanine, 5.90; threonine, 5.06; tryptophan, 1.49; valine, 8.24; alanine, 9.27; arginine, 5.91; cystine, 1.05; histidine, 3.57; proline, 4.43; serine, 5.12; and tyrosine, 3.79 gm per 16 gm of nitrogen.

The pattern of these essential amino acids of human muscle was similar to the pattern of amino acid requirements of human beings determined by the nitrogen balance method, as Mitchell stated.

## 3) Influence of Glucose on Plasma Amino Acids.

The pattern of amino acids in the plasma after glucose ingestion was investigated as to both children and adults. The reduced proportion of amino acids in the adults was similar to the pattern of the human muscle tissue ( $r$  value, 0.97), but, compared with the FAO reference pattern, the decreased quantity of lysine in the adults was higher and that of methionine and tryptophan were lower than in FAO ( $r$  value, 0.93).

However, in the children, the coefficient of correlation to the pattern of human muscle was 0.83 and to the FAO pattern was 0.92.

These differences between adults and children were discussed.