アミノ酸必要量とその測定法に関する考え方

中 川 一 郎
(Itsiro Nakagawa)

必要量というものは表にしてみると、それが数字であるだけにいかにもわかったようで、そこには少しも疑問がないように思われる。しかし必要量に対する研究ほど複雑怪奇でつかみどころのない、いつになってもすっきりした結果の得られない、後味の悪い感じだけが残って、研究している本人にとってはこれほど心細い学問はない。

このことをまず前置きしておいて本題に入りたいと思う。

1. 必要量に対する概念

a 最小必要量

これ以上減少すると身体に種々の障害が起こってくるぎりぎりの量である。この場合も臨床症状の出現を目安とすれば判定が比較的らくであるが、潜在性欠乏を目安とするとそれをきめることは、なかなか困難である。

b 至適所要量

これをきめることはさらに困難である。たとえ成長発育を促進したにしても、健康、寿命という長い期間の観察からは必ずしも至適でないかもしれない。従って至適量というものは理論的には存在しても実際問題としてはとうていきめられないものである。

c 栄養所要量

日常生活において最も広く使われている言葉であるがこれには最小必要量の2倍が適当か、50%のゆとりを考慮するのがよいか、あるいはその他の方法か、どれがよいかこれも正しくはきめることはできない。

ところで、これから述べることは以上3者のうちではきめるのに一番容易と思われる最小必要量についてである。また絶対的の必要量というか、或いはそれ自身単独の必要量というか、いずれにしてもそういうものは存在しない。たとえば各アミノ酸相互のバランスで、個々のアミノ酸の必要量が異なってくる。個々のアミノ酸の最小必要量をきめるとき、最初にある一つのパターン（それが卵や牛乳のアミノ酸組成にならったものであろうと、Roseのパターンであらうと）のアミノ酸混合を考え、それから一つのアミノ酸を除去または、量をかげん

して必要量をきめる。従ってその際に得られたそのアミノ酸必要量はそのパターンでの最小必要量である。こうして次々に別のアミノ酸必要量がきまって最後にできたものは最初実験を始めたときのパターンとは違ってしまふ。このようにしてきめられた個々のアミノ酸の最小必要量は最初のパターンでの最小必要量で、最後にでき上がったパターンではそれらの必要量は違うかも知れない。たとえ最後にでき上がった個々のアミノ酸の最小必要量の混合で再試験しても、それはその混合でもヒトあるいは動物がやれるというだけで個々のアミノ酸の最小必要量はものによってはさらに少ないのかもしれない。従ってこのパターンで再び個々のアミノ酸の最小必要量をきめなければならないことになる。こんなことは重箱のすみをつつくようなことと思われるかもしれないが総窒素量にゆとりのあるときならよいが総窒素量5gとか10gという少ないときには問題になると思う。その他アミノ酸と糖、また本問題とは直接関係がないにしても、ビタミンと脂肪、糖およびその種類の如き関係が栄養素相互の間にあってますます複雑になり、それ自身単独の必要量というものはない。

2. アミノ酸必要量測定のための在来の方法とそれに対する批判

a 摂取量調査法

これは現状調査であり、熱量の摂取量などと異なって蛋白質あるいはアミノ酸の如きは家庭の経済状況で質および量が左右されるので必要量ということに対してはあまり役に立たない。

b 窒素平衡試験法

これに対する批判は古くから行なわれている。なかでも汗への排泄がよく問題にされ、Darke¹⁾によれば発汗しない条件のもとでも窒素化合物を皮膚から1日平均 254 ± 22.9 mg失う。従って1日 ± 400 mgに近い量を云々する窒素平衡試験は皮膚からの喪失分を加えないと意味がなくなるという。汗への排泄についてはその他にConsolagioら²⁾の報告もある。

c その他の方法

血液蛋白の保有量と副腎皮質ホルモン分泌を正常に保つための必須アミノ酸必要量(吉村)³⁾, カークス分析法(Williams), これは動物のアミノ酸必要量とその動物全体のアミノ酸組成が実験的にほぼ一致したことから一つのアミノ酸必要量が判明すれば生体のアミノ酸比から大部分のアミノ酸必要量が計算できるという。これに対しては各生体の酵素の濃度または活性度に個人差のあること, 各アミノ酸により分解または代謝速度が異なること, アミノ酸が蛋白合成以外にも使用されることなどの理由で反駁されている。

d アミノ酸試験食餌

要はその中に含まれる窒素分の質および量がよくわかっていて, しかも自由にかつ容易にこれを変えることのできる食餌をつくることである。

天然蛋白の加水分解物またはその他の方法で特定のアミノ酸を破壊除去したもの, これは含有アミノ酸がすべて天然型で可欠アミノ酸も自然の型で含有されている点ではすぐれているが破壊物質の性質や量が不明であるという欠点がある。

次には純アミノ酸の混合食餌で, その混合比率については母乳, 卵, 筋肉などのアミノ酸組成がまねられている。

このように個々のアミノ酸を単に混合するのでなくアミノ酸をペプチドの形で与えることが好ましいが, 現下の条件では困難である。

その他には半混合食餌, 例えば Swendseid¹⁾ の窒素源としてビーナッツ蛋白, グリシンおよび L-アミノ酸また Clark ら⁵⁾による小麦粉, 大豆およびアミノ酸からなる食餌などがある。

エネルギー消費の増大

純粋なアミノ酸混合を用いるときは水解していないカゼインをもってするより窒素平衡を得るのにカロリーを多く要す⁶⁾。これについては今のところ原因不明であるし, また純アミノ酸混合ではクレアチン排泄量増大の傾向がある。

可欠アミノ酸との比率

可欠アミノ酸の種類および多少による必須アミノ酸必要量への影響のあることはよく知られたことである⁷⁾。

e 実験期間の長さ

みじかくてはもちろんいけないがあまり長すぎても低い窒素レベルで適応現象が現われてくる。

f 被験者の数

被験者の数は多いにこしたことはないが, これに対してももちろん種々な制約がある。著者らのアミノ酸必要量に関する研究で協力してくれた小児の数はわずかに50名ならずで, これをもっておそらく何百万人かの小児の

アミノ酸必要量はこれこれだということはできない。必要量の個人差は成人について最高と最低の比率がバリンでは2倍, ロイシンでは7倍におよぶといわれる。

g 必要量判定の目安

窒素平衡試験法の場合 Rose⁹⁾ は窒素平衡が負にならない限界摂取量をそのアミノ酸の最小必要量とした。しかし個人差をしんしゃくして被験者らのうちの最高値を最小必要量としている。

Leverton ら⁹⁾は卵蛋白の組成にならってアミノ酸結晶を組み合わせて, 6日間を1期間として窒素平衡法により測定を行なった。摂取窒素量が排泄窒素量の95~105%に相当する範囲にあるとき窒素平衡がとれたとした。そして被験者のすべてがそれで窒素平衡がとれた最小摂取量のアミノ酸量を最小必要量と考えた。

著者ら¹⁰⁾は被験小児のすべてがそれで正の窒素平衡を維持し得た最小摂取量を求めた。一つの窒素レベルから他のレベルに移るには正または負の平衡が4日連続した場合, そうでなく, 正, 負が入り混ったときは5日間の測定でこれらの平均値が正であるか, 負であるかをきめて次のレベルに移った。なお, 正の程度であるが体内の窒素の濃度を3%とし, 10ないし12才の小児が1年間に3kgの体重増加をするとすればその窒素量はちょうど90gになる。これを1日量に換算すると0.25gとなる。すなわち, 平均0.25gの窒素の蓄積が行なわれなければならない。これに50%の安全量をみて0.38gとした。

井上¹¹⁾は必須アミノ酸量の欠乏による負出納値はアミノ酸量の増量に応じてほぼ直線的に改善される事実よりここに得られた回帰直線が0出納レベルを切る量を計算し, これを「0出納維持の必須アミノ酸必要量」とみなしている。Roseによれば被験者のすべてについて平衡が維持されていなければならないが, 井上では0出納のレベルを切る点では個人により+の平衡-の平衡があってその平均値である。どちらがよいかについては批判があると思う。ついでに述べるがアミノ酸必要量を体重単位で表現する方法がしばしば用いられているが Rose らは必要量と体重とは相関がないといい, Jansen¹²⁾ もリジンについて体重1kg 当たり何mgの表示法を排けきしている。

3. 実験結果と実際の利用価値

以前に著者らはビタミン B₁, B₂の必要量について人体実験を行なったが, 実験室で得た結果というものは実際生活とはほどとおい異常環境下において得られたものである。すなわち試験食は必要量を求めようとする栄養素, 例えば一つのアミノ酸, 一つのビタミンだけが欠けていて, それ以外の栄養素は十分含まれているというような特殊な食餌で, こういう食餌は普通の日常生活では

摂り難いものである。

以上述べてきたように探し出せばいくらでも欠陥のある方法、また、たとえ可能な限りにおいての最善の方法で行なったにしても、その結果が実際問題に対してどれだけ価値があるか、これに対しては必要量の問題についてすこし勉強している著者自身たえず懐疑の念をいだいているところである。そんなことならそういう研究はやめてしまえばよいということになるが、著者はこれに対して次のように考えてわずかに自分自身をなぐさめている次第である。すなわち著者らの場合も、ある小児の、ある特殊条件下にある際のアミノ酸必要量というべきで、これをもって小児のアミノ酸必要量はいくらだといおうとするのではもちろんない。同じような方法で先人が成人や乳児について得た結果と比較してみると、これくらいという程度の示唆を与えるにすぎないというように。

(第18回日本栄養・食糧学会総会シンポジウムより)

文 献

- 1) Darke, S. J.: *Brit. J. Nutrition*, **14**, 115 (1960)
- 2) Consolazio, C. F., Nelson, R. A., Matoush, L. O., Harding, R. S., & Canham, J. E.: *U. S. Army Medical Research & Nutrition Laboratory, Report No. 270*, 1 (1962)
- 3) 吉村, 吉岡: 必須アミノ酸研究委員会報告, 20号 (1963)
- 4) Swendseid, M. E., Williams, L., & Dunn, M. S.: *J. Nutrition*, **58**, 495 (1956)
- 5) Clark, H. E., Yang, S. P., Walton, W., & Mertz, E. T.: *ibid.*, **71**, 229 (1960)
- 6) Rose, W. C., Coon, M. J., & Lambert, G. F.: *J. Biol. Chem.*, **210**, 331 (1954)
- 7) Holt, L. E., Jr. & Snyderman, S. E.: *J. Amer. Med. Assn.*, **175**, 100 (1961)
- 8) Rose, W. C., Johnson, J. E., & Haines, W. J.: *J. Biol. Chem.*, **182**, 541 (1950)
- 9) Leverton, R. M., Gram, M. R., Chaloupka, M., Brodovsky, E., & Mitchell, A.: *J. Nutrition*, **58**, 59 (1956)
- 10) 中川: 栄養と食糧, **15**, 5 (1962)
- 11) 井上, 古川: 必須アミノ酸研究委員会報告, 20号 (1963)
- 12) Jansen, G. R.: *J. Nutrition, Supplement* **1**, 76 (1962)

(国立公衆衛生院栄養生化学部)

生物体の加水分解物リピッドの定量的分離法、ならびに食品の脂肪定量に Reference 法としての用途

生体試料を塩酸酸性で加水分解するとき、自動酸化の保護剤としてピロガロールを加え、グリセリドエステルの加水分解の触媒としてドデシルベンゼンスルホン酸を加えるものである。この方法によると結合性複合リン脂質を完全に遊離させることができ、かつ構成脂肪酸中の不飽和酸の酸化も抑制できる。このとき類脂質と同じような行動をするフルフラールなどを除去するため、蟻酸水溶液で不活性化したケイ酸カラム（ベンゼンに懸濁する）を通過させ流出液の溶剤をとばし残渣の重量を測る。ここに得られた物質がこの報告でいう「hydrolysate lipids」に相当し、脂肪類の構成脂肪酸およびその他の不ケン化物を含んでいる。このような「hydrolysate

lipids」にしての定量は、炭水化合物含量がとくに多く、しかも少量の脂質しかないような試料に適用しても非常に選択的かつ精度よく測定できる。以上のことから食品分析における reference 法として推奨しているが、一般的な日常法としてもさしてむずかしい方法ではない。

A Method for Quantitatively Isolating "Hydrolysate Lipids" from Biological Materials, and Its Use as a Reference Method for Determining "Fats" in Foods.

by J. J. Wren and P. P. Wojtczak : *Analyst*, **89**, (1055), 122~131 (1964)

(12)