講 座

新 し い 栄 養 学 (Ⅷ)

タ ン パ ク 質

大 野 佳 美*・原 一 郎**

* 山陽学園短期大学 (岡山市平井 1-14-1)

** 東京医科歯科大学教養部 (市川市国府台 2-8-30)

New Aspects on Nutrition

(8) Protein

Yoshimi OHNO and Ichiro HARA

* Sanyo Gakuen Junior College (1-14-1, Hirai, Okayama)

** Tokyo Medical & Dental University (2-8-30, Konodai, Ichikawa, Chiba)

○タンパク質の栄養学的意義

タンパク質は生体の構成成分として重要であるばかりでなく生体内で重要な生理作用を行っている物質としても大切なものである。例えばヘモグロビンは酸素を各組織に運搬しているがこの外にもいろいろな栄養素の運搬を行う物質、生体機能を円滑に行うために必要な酵素やホルモンなどの生理活性物質、遺伝情報の表現や再現を行う物質などもタンパク質からつくられている。また、脂質や糖質などエネルギー源の摂取量が不十分な場合にはタンパク質の一部はエネルギー源として消費され、その時生ずるカロリーは糖質と同様に 4 Cal/g とされている。

タンパク質は約 20 種のアミノ酸から構成されており、栄養的に重要な天然のアミノ酸の構造はすべて L 型

である。これらのアミノ酸のなかには動物の成長、体重維持などのためには欠くことができないが生体内では合成できず、したがって食品として外部から摂取しなければならないアミノ酸があり、これらを必要アミノ酸 (essential amino acid(s)) と呼んでいる。必要アミノ酸の種類は動物の種類やその生理的な状態 (成長期か成人かなど) によって異なり、人成人では、ロイシン、イソロイシン、バリン、リシン、フェニルアラニン、メチオニン、トレオニン、トリプトファンの 8 種類である。幼児ではこのほかに、完全な成長、発育のためにはヒスチジンが必要である。また、非必要アミノ酸であるシスチンはメチオニンと、チロシンはフェニルアラニンと、栄養的にはある程度代替できるのでタンパク質の栄養価の上ではこれらをも必要アミノ酸に含めていることが多い。

表-1 主要食品に含まれる必要アミノ酸量 (可食部 100 g 中)^{a)}

食 品 名	タンパク質 (g)	プロテインスコア	アミノ酸スコア	イソロイシン (g)	ロイシン (g)	リシン (g)	メチオニン (g)	シスチン (g)	フェニルアラニン (g)	チロシン (g)	トレオニン (g)	トリプトファン (g)	バリン (g)
全 卵	12.7	100	100	0.67	1.08	0.89	0.43	0.35	0.65	0.49	0.59	0.20	0.83
人 乳	1.4	82	100	0.07	0.13	0.09	0.02 ^{b)}	0.02	0.05	0.07	0.06	0.02	0.08
牛 乳	2.9	80	95	0.15	0.27	0.22	0.07	0.02	0.13	0.16	0.12	0.04	0.19
精 白 米	6.2	77	67	0.29	0.54	0.22	0.15	0.14	0.30	0.40	0.23	0.08	0.39
小 麦 粉	8.3	55	38	0.35	0.64	0.22	0.15	0.16	0.42	0.28	0.25	0.10	0.40
大 豆	34.3	55	74	1.80	2.70	2.58	0.43	0.48	1.98	1.38	1.62	0.55	1.86
ご ま	19.7	66	50	1.04	1.64	0.67	0.52	0.19	1.30	0.85	1.08	0.34	1.26
ビーナツ	25.6	47	65	0.98	1.73	1.03	0.24	0.36	1.36	1.13	0.66	0.31	1.13
えんどう	21.7	60	57	1.01	1.53	1.28	0.15	0.18	0.97	0.49	0.87	0.20	1.15
ほうれん草	3.0	70	100	0.09	0.18	0.15	0.02	0.01	0.12	0.10	0.11	0.04	0.12
さつまいも	1.3	80	63	0.05	0.08	0.05	0.01	0.02	0.05	0.06	0.06	0.02	0.08
じゃがいも	1.9	60	54	0.07	0.12	0.10	0.02	0.02	0.06	0.05	0.07	0.03	0.11

a) 香川綾編「食品成分表」より抜粋。

b) アンダーラインを引いたアミノ酸は制限アミノ酸である。

したがってタンパク質の栄養価はその構成するアミノ酸の種類と量によって決まる。すなわち栄養価の高いタンパク質の条件としてはすべての必要アミノ酸を含み、しかもそれぞれの必要アミノ酸が必要量以上に含まれており、かつその割合が適当であることのほかに、非必要アミノ酸も適当量含まれていることが要求される。表-1 に主要食品に含まれる必要アミノ酸量及びそのタンパク質の栄養の質的な評価法であるプロテインスコアとアミノ酸スコアとを示した。このようなタンパク質の評価を行うには種々の栄養実験から得た知見をもとにして生体にとって最も理想とするアミノ酸パターンをもつ基準のタンパク質を想定して決めたのがプロテインスコアであるが 1973 年 FAO/WHO 合同特別専門委員会によって改めてアミノ酸必要量から提案されたアミノ酸パターンから算出されたのがアミノ酸スコアである (2. タンパク質の栄養価の評価の項参照)。これらからみると理想的なアミノ酸パターンをもつ実存の食品は人乳や全卵であることがわかる。

食品成分として重要なタンパク質にはアルブミン (卵白, 牛乳, 大豆, 小麦に存在), グロブリン (卵白, 筋肉, 大豆), グルテリン (米, 小麦) 及びプロラミン (小麦, 大麦, とうもろこし) などが知られている。また, ほかの化合物と結合した複合タンパク質のなかには色素と結合して食品の色と関連したり, 糖タンパク質は食品に粘性を与えたりするものがある。

1 必要アミノ酸パターンと栄養価

ある特定の必要アミノ酸が不足するとほかの必要アミノ酸が充分量含まれていても, そのタンパク質の栄養効果は充分に発揮し得ず, 不足している必要アミノ酸の量はそのタンパク質の栄養価を制限することになる。このような必要アミノ酸を制限アミノ酸と呼び, 最も不足している必要アミノ酸を第 1 制限アミノ酸, 2 番目に不足している必要アミノ酸を第 2 制限アミノ酸と呼ぶ。このようにある特定の必要アミノ酸含量が少ないか, あるいは欠けているために, 必要アミノ酸のバランスの悪い栄養価の低いタンパク質に, その不足している必要アミノ酸を補ってバランスを補正すると, その栄養価が改善される。この効果をアミノ酸の補足効果と呼んでいる。古くは, とうもろこしのタンパク質であるゼインにリシン及びトリプトファンを補足した Osborne と Mendel の実験が有名である。一般に穀類はリシンが, ジャガイモや豆類ではメチオニンが第 1 制限アミノ酸である。

最近, 田代は雑穀 (あわ, きび, 米ぬか) のタンパク質の栄養価について調べ, あわタンパク質の低い栄養価は, そのプロラミンあるいはプロラミン様タンパク質のリシン含量が著しく低いためで, これに不足するリシンやトレオニンを補強して必要アミノ酸パターンを改善す

ると, その栄養価を飛躍的に高められ, 雑穀の食品としての価値を再評価している¹⁾。

一方, 低タンパク質食に制限アミノ酸を添加したときにはほかの制限アミノ酸の必要量が増加したり, ある特定の制限アミノ酸を含まないアミノ酸混合物を低タンパク質食に添加すると, 添加しない場合よりも成長低下や脂肪肝の生成がみられ, その不足した必要アミノ酸の添加によって症状が改善される場合をアミノ酸インバランス (amino acid imbalance) とよんでいる。このため, 食品それぞれの特徴を生かした上手な食品の組み合わせによってタンパク質の質的な改善を行うことが日常の食生活では重要であろうと考える。

また, タンパク質の必要アミノ酸パターンが比較적으로よくても, その消化性が悪い場合には, タンパク質の摂取量が問題である。この消化性について, 最近, ジャガイモ²⁾ やもろこし³⁾ の栄養評価の論文がある。我が国では大豆及びその加工食品は, 栄養価の高いタンパク質源として一般に広く摂取されているが, その消化性がしばしば問題とされてきた。的場⁴⁾ は各種プロテアーゼによる人工消化実験によって, 豆腐, 油揚げ, 生ゆば, 乾燥ゆばのタンパク質の栄養評価を行っている。タンパク質の消化酵素の一つであるトリプシンの活性を阻害するトリプシンインヒビターの活性は大豆を加工することによって, 生大豆の 2~5% 以下になった。ペプシン・パンクレアチン消化ではいずれも平均アミノ酸残基数が 15 以下に消化されており, アミノペプチダーゼ・プロリダーゼの加水分解によって必要アミノ酸のほとんどが遊離した。また, これらに含まれるリシン, メチオニンもほとんど損傷をうけていず, このような人工消化実験による消化性を指標とするかぎりにおいては, これら大豆加工品のタンパク質の栄養性は優れていると述べている。このほか, 大豆タンパク質の消化吸収率は, 最も消化の悪いきな粉 (83%) 以外は煮豆 (92%), 油揚げ (91%), 納豆 (90%) で, 従来考えられていたよりも 2 割近くよいことが確かめられている。

2 タンパク質の栄養価の評価

通常, 食品として摂取されたタンパク質は, いったんアミノ酸にまで分解される。一方, 体タンパク質は異化作用によって遊離アミノ酸を生ずる。このように体タンパク質は絶えず, 食物から摂取したタンパク質由来のアミノ酸, 及び体タンパク質の異化作用によって生じたアミノ酸とから新しく合成されている。すなわち, これらの遊離アミノ酸は共通のアミノ酸プールに蓄えられ, ここから必要に応じて体タンパク質合成のために使われている。総摂取窒素量と, 尿, ふん便中に排泄せつされる総窒素量との差を窒素出納と呼び, 総摂取窒素量の方が総排泄窒素量よりも大きい場合を正の窒素出納, 逆の場合

表-2 タンパク質の栄養評価法^{a)}

生物学的方法：

1) 体重変化より求める方法

PER (protein efficiency ratio, タンパク効率または効率比) = $\frac{\text{増体重 (g)}}{\text{摂取タンパク質 (g)}}$, 同比較値 = $\frac{\text{試料区の PER}}{\text{カゼイン区の PER}} \times 100$

NPR (net protein ratio, 正味タンパク比) = $\frac{\text{増体重 (g)} + \text{無タンパク区の減体重 (g)}}{\text{摂取タンパク質 (g)}}$

RNV (relative nutritive value, 相対的栄養価) = $\frac{\text{試料区の増体重割合}^*}{\text{比較基準タンパク区の増体重割合}^*} \times 100$
 (*摂取タンパクレベルを 2, 5, 8% とした場合の増体重割合, すなわちこう配)

2) 窒素 (N) 出納より求める方法

真の消化率 (true digestibility, TD) = $\frac{\text{摂取N} - \text{ふんN} + \text{無タンパク条件のふんN}}{\text{摂取N}} \times 100$

生物価 (biological value, BV) = $\frac{\text{吸収N}^* - \text{無N} + \text{タンパク条件の尿N}}{\text{吸収N}^*} \times 100$

(*摂取N - ふんN + 無タンパク条件のふんN, すなわち真の消化率の分子に相当)

NPU (net protein utilization, タンパク正味利用率) = 真の消化率 $\times$ 生物価 $\times \frac{1}{100}$ すなわち

$$= \frac{\text{摂取N} - \text{ふん} \cdot \text{尿N} + \text{無タンパク条件のふん} \cdot \text{尿N}}{\text{摂取N}} \times 100$$

窒素出納指数 (nitrogen balance index, NBI) = $\frac{\text{窒素出納}}{\text{吸収N (または摂取N)}}^* (\times 100)$

(*窒素出納が 0 ないしわずかにマイナスになる範囲内で摂取タンパクレベルを 3 段階くらい設定する) 分母を吸収Nとして 100 倍すれば生物価, 同じく摂取Nとして 100 倍すれば NPU に相当する。無タンパク条件を必要としないので人体試験で生物価, NPU を求める場合によく用いられる。

3) 尿成分より求める方法

クレアチニン 全窒素比 (creatinine-total N ratio) = $\frac{\text{尿クレアチニンN}}{\text{尿N}} \times 100$

ヒドロキシプロリン指数 (hydroxyproline index) = $\frac{\text{尿ヒドロキシプロリン} (\mu \text{mol/ml})}{\text{尿クレアチニン} (\mu \text{mol/ml/kg 体重})}$

化学的方法：

1) 人間の場合

アミノ酸スコア (またはアミノ酸価, amino acid score)

= $\frac{\text{試料タンパク質の第1制限アミノ酸含量 (mg/g タンパク質)}}{\text{FAO/WHO(1973) パターンの同アミノ酸割合 (mg/g タンパク質)}} \times 100$

2) ラットの場合

化学価 (chemical score) = $\frac{\text{試料タンパク質の第1制限アミノ酸含量 (mg/g タンパク質)}}{\text{NRC(1972) などのパターンの同アミノ酸割合 (mg/g タンパク質)}} \times 100$

ただし, 使用したアミノ酸パターンの名称を明記する。

・タンパク質所要量の求め方 (成人の場合)

$0.058 \text{ ①} \times \frac{100}{55 \text{ ②}} \times \frac{100}{80 \text{ ③}} \times 1.1 \text{ ④} \times 1.3 \text{ ⑤} \times 6.25 \text{ ⑥} = 1.18 \text{ g/kg}$

① 不可避窒素損失量 (g/kg/d) : 尿 0.034, ふん 0.012, 皮膚 0.010, その他 0.002

② 卵タンパク質の成人の正味利用率 (55%)

③ 日本人平均日常食のタンパク質の卵タンパク質に対す

る相対的利用効率 (80%)

④ ストレスなどに対する安全率 (10%)

⑤ 個人差変動に関する安全率 (30%)

⑥ 窒素タンパク質換算係数

a) 吉川春寿, 芦田淳編, “総合栄養学事典”, 同文書院 (1981) p. 465

を負の窒素出納という。また, 両者が等しい場合をゼロ出納または窒素平衡と呼んでいる。窒素平衡にある動物ではタンパク質の合成量と分解量が等しい。すなわちこの状態を代謝プールが動的平衡にあるといい, Schoenheimer らにより, ^{15}N -標識化合物を用いた実験で初めて示されたが, 現在もこの考えが肯定されている。

表-2 に示したようなタンパク質の栄養価の評価は常に摂取されたタンパク質の代謝としてとらえられてきた。これらの生物学的な数値をもとにして表-2 の下に

示したようにタンパク質の所要量が決められている。また表-3 に 1973 年 FAO/WHO 合同特別専門委員会の提案した暫定的なアミノ酸パターンを示した。これは前述の比較タンパク質のアミノ酸配合を改定したものでアミノ酸価と呼ばれている。しかし, 現在においても絶対的なものではなく, 年齢, 生理的な状態, 動物の種類によって異なる。人についても FAO/WHO と我が国とはタンパク質の効率や安全率に対する考え方が異なり, 成人男子のタンパク質所要量 (安全摂取レベル) は前者では

表-3 1973 年 FAO/WHO 合同特別専門委員会の出した暫定的アミノ酸パターン

アミノ酸	窒素 1g 当たり
イソロイシン	250 mg
ロイシン	440
リシン	340
メチオニン+シスチン (含硫アミノ酸)	220
フェニルアラニン+チロシン	380
トレオニン	250
トリプトファン	60
バリン	310

0.71 g/kg 体重/d であるのに対し後者では 1.18 g/kg 体重/d となっている⁹⁾。タンパク質の利用率は動物の種類によって異なるが、水谷、芦田⁹⁾は Charles River CD (CD ラット) 及び Fischer ラット (F ラット) に、10% カゼイン食あるいは 0.3% メチオニン補足 10% カゼイン食を与えて、タンパク質の利用率がラットの系統によって異なるかどうかを調べた。10% カゼイン食では、生物価 (Biological Value), $(A/U) \times Ip$ (A: アラントイン, U: 尿素, Ip: タンパク質摂取量。尿中に排泄される尿素に対するアラントインの比は摂取タンパク質の利用率と関係がある) で比較すると CD ラットの方が F ラットよりも大きく、メチオニン補足の場合には、CD ラットの生物価はほとんど 100 となり、 $(A/U) \times Ip$ では CD ラットの方が F ラットよりも著しい上昇がみられた。すなわち、10% カゼインあるいはメチオニン補足カゼイン食ではいずれも CD ラットのタンパク質の利用率は F ラットよりも大きいことが認められ、ラットの系統によるタンパク質の利用効率に異なる可能性が示唆された。

また、タンパク質の利用効率はタンパク質の種類や摂取レベルによっても変動する。卵のタンパク質の必要アミノ酸パターンはバランスがよく理想的であるためタンパク質の所要量を決める場合にその利用効率が使われている^{7), 8)}。エネルギーの摂取量が普通であるとき、卵のタンパク質の成人における利用効率は窒素摂取量が非常に少ない場合 (約 20 mg/kg 体重) にはほぼ 100 であるが、窒素摂取量が増加するにしたがい低下し、窒素平衡にある窒素摂取量 (80~90 mg/kg 体重) では 50~57 となる。これより卵のタンパク質の利用効率を 55 として成人のタンパク質の所要量を決めている。また、1 才の幼児では体重維持のためには 70、窒素蓄積には 40、妊娠前半期では 55、後半期及び授乳期 60 としてそれぞれの所要量を決めている。

3 乳幼児におけるタンパク質栄養

乳幼児の栄養障害として最も大きな影響を与えるのはタンパク質とエネルギー源の摂取量の不足である。成長

初期において、タンパク質及びアミノ酸の摂取量が不充分である場合、脳の正常な発育が障害され、知能の発達が遅れる。栄養欠乏症として開発途上国における低栄養状態の乳幼児によくみられるのは marasmus 及び kwashiorkor である。前者はタンパク質及びカロリーの摂取不足のため飢餓の状態に近く、体脂肪の消失や発育停止をおこし、後者は特に離乳期前後の乳幼児にみられ、一応カロリー摂取量が適当であるがタンパク質摂取量の不足に原因する。すなわち、低タンパク質食やアミノ酸インバランスのために肝臓に脂肪が蓄積し、低アルブミン血症、浮しゅ(腫)などが表れ、またすべての栄養素の消化率の低下がみられる。このような栄養不足になると抵抗力が低下し細菌に感染しやすくなり、そして感染によって栄養量の要求性が増加し、その結果、栄養欠乏症がさらに促進される。このため低栄養状態においては細胞性免疫、免疫グロブリン及び抗体産生の低下などがもたらされる⁹⁾。この免疫低下と関連して補体系が初期の生体の防御に関与していると考えられている^{10), 11)}。Peterson ら¹¹⁾は低タンパク質食として 2% カゼイン食でラットを飼育すると離乳後 2 か月でまず血清中の補体 C₂ が著明に減少、ついで 4 か月で C₄ が減少したが C₃ は 5 か月までは減少せず (図-1)、個々の補体成分への影響は年

図-1 タンパク質欠乏食 (n=5) 及び正常食 (n=5) で飼育したラットの補体の血清中のレベル

齢によって異なること、またこれらの変化は直接補体の合成及び分泌あるいはこのいずれかに関連していると報告した。

一般に妊娠期間中あるいは新生児のタンパク質やエネルギーの摂取不足がその程度に応じて母体及びその胎児に影響を与えることはよく知られている。妊娠前半期に蓄えられた栄養が後半期の胎児の急速な成長に使われ、したがって妊娠初期のタンパク質欠乏はこのタンパク質の蓄えがないために次期の胎児の成長が遅れたり、あるいは母体の正味の体重減少がみられる¹²⁾。出生直後の新生児のエネルギーあるいはタンパク質が不十分であると

永久的な発育の遅延があり、これは細胞分裂の段階での障害によると報告されている¹³⁾。Pond, Wu¹⁴⁾は妊娠中のラットに、5%あるいは8%という低タンパク質を含む飼料を与えると胎児の誕生時の体重が正常食に比べて軽く、また出生後の生存率が低下し成熟しても体は小さいが寿命には対照との差がないことをみいだした。一方 Zartarian ら¹⁵⁾は低タンパク食として 7.5% のカゼイン食、正常食として 25% カゼイン食でラットを 4~12 d 飼育したところ、妊娠前半期では低タンパク食の影響がみられなかった。しかし、妊娠後半期では肝タンパク質量及び RNA 量の減少がみられたが、胎児の体重や胎児数は両タンパク質投与群で差がなかったと報告している。これはたとえ胎児への影響がなくても、母体にはなんらかの影響を与えていることを示唆している。

Metcoff ら¹⁶⁾は非必要アミノ酸を過剰にしてアミノ酸インバランスの状態にすると、ラットの胎児の成長がおくれ、トレオニンが制限されるほどその程度が促進され、この場合母体重の正味量の減少があっても効果を示さなかったと述べている。また、このようなタンパク質及びアミノ酸インバランスによって胎児の成長が遅れなくても脳の DNA 量の減少がみられるといわれている。非必要アミノ酸過剰によるアミノ酸インバランスの場合には胎児の成長不良及び脳 DNA 量の減少を示すという報告もみられる¹⁷⁾。

また妊娠中の行動にも異常がみられる¹⁸⁾。一般に妊娠中は後足でのつま先立ちをする回数や活動が少なくなり睡眠時間が増加する傾向にあるが、妊娠前半期では低タンパク質食の影響がみられない。しかし後半期では授乳のための乳せんの発達に関連した腹側内側の身づくろいが少なくなり、場外では後足でのつま先立ちをすることが少ない傾向を示したがこれは脚の筋肉が少ないためと考えられる。

Tulp, Horton¹⁹⁾は離乳後のタンパク質の欠乏によって、ラットの脂肪を含まない組織の発達に障害を与え、また脂肪組織については細胞の増殖あるいは正常食に戻しても回復しない細胞の分化の減少などがもたらされることを示した。離乳後 3~7 週目でタンパク質欠乏になると体の成長、副こう丸の脂肪組織の発達が永久的に障害をうけた。すなわち、タンパク質の欠乏の期間が短く正常食での飼育期間が長い方がタンパク質欠乏による成長の遅れを回復しやすい。また、タンパク質欠乏をエネルギー摂取量を多くして補おうとしても体エネルギーの貯蔵とはならないと述べている。

食じ中のタンパク質のレベルが血清中の脂質やコレステロールのレベルに影響を与え、アテローム性動脈硬化や高コレステロール血症の程度は低タンパク食の場合に高いことが明らかにされており、また、血しょうコレステロールのレベルは食じ性タンパク質の種類によって影

響をうけ、大豆タンパク質をカゼインにかえると高コレステロール血症が多くなる²⁰⁾。新生児期のラットやモルモットでは、そのコレステロール代謝の様式がその後の食じに含まれるコレステロールの反応に影響を与える^{21), 22)}。

新生児期のモルモットに 10% タンパク質食を与えるとき、血清コレステロールレベルには対照の正常食と比べて差はみられないが、ふん中への中性ステロールや胆汁酸の排せつが増加し、この現象は正常食にかえた後も数週間みられた²³⁾。この時の 10% タンパク質食群における胆汁酸プールの大きさが 10 週目くらいまでは対照群と比べて差がみられなかった。このことから、新生児初期の低タンパク食投与によって、コレステロール代謝に関与する Key enzymes である HMG CoA Reductase 及び cholesterol 7 α -hydroxylase の活性が促進され、その結果、中性ステロールや胆汁酸の排せつが増加するのであろうと考えられた。

このように新生児及び乳幼児期における充分な栄養的にタンパク質がしかもその必要アミノ酸のバランスを考慮して充分量与えられることがその後の成長にとって極めて重要であるといえる。(昭和 57 年 2 月 2 日受理)

文 献

- 1) 田代 操, 栄養と食糧, **34**, 191 (1981)
- 2) G. Lopez de Romána, W.C. MacLean Jr., R.P. Placko, G.G. Graham, *J. Nutr.*, **111**, 1766 (1981)
- 3) W.C. MacLean Jr., G. Lopez de Romána, R.P. Placko, G.G. Graham, *J. Nutr.*, **111**, 1928 (1981)
- 4) 的場輝佳, 吉田穂積, 米沢大造, 栄養と食糧, **34**, 415 (1981)
- 5) 内藤 博, 船引龍平, 野口 忠, 化学と生物, **19**, 688 (1981)
- 6) 水谷令子, 芦田 淳, 栄養と食糧, **34**, 429 (1981)
- 7) P.C. Huang, C.P. Lin, J.Y. Hsu, *J. Nutr.*, **110**, 1729 (1980)
- 8) F.D. Johnstone, D.M. Campbell, I. Macgillivray, *J. Nutr.*, **111**, 1884 (1981)
- 9) D.N. McMurray, S.A. Loomis, L.J. Casazza, H. Rey, R. Miranda, *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 68 (1981)
- 10) M. Sakamoto, S. Ishii, K. Nishioka, K. Shimada, *Immunology*, **38**, 421 (1979)
- 11) B.H. Petersen, R.D. Watson, D.H. Holmes, *J. Nutr.*, **110**, 2159 (1980)
- 12) B.L.G. Morgan, D.J. Naismith, *J. Nutr.*, **107**, 1590 (1977)
- 13) M. Winick, A. Noble, *J. Nutr.*, **89**, 300 (1966)
- 14) W.G. Pond, J.F. Wu, *J. Nutr.*, **111**, 1949 (1981)
- 15) G.N. Zartarian, J.R. Galler, H.N. Munro, *J. Nutr.*, **110**, 1291 (1980)
- 16) J. Metcoff, T.J. Cole, R. Luff, *J. Nutr.*, **111**, 1411 (1981)
- 17) M.L. Portela, M.E. Rio, J.C. Sanahuja, *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**, 191 (1968)
- 18) J.R. Galler, G.N. Zartarian, A.L. Neel, H.N. Munro, *J. Nutr.*, **110**, 1298 (1980)
- 19) O.L. Tulp, E.S. Horton, *J. Nutr.*, **111**, 1145 (1981)
- 20) K.K. Carroll, *Lipids*, **13**, 360 (1977)
- 21) R. Reiser, Z. Sidelman, *J. Nutr.*, **102**, 1009 (1972)
- 22) J.R. Li, L.K. Bale, M.T.R. Subbiah, *Atherosclerosis*, **32**, 93 (1979)
- 23) A.S. Hassan, L.S. Gallon, R.L. Yunker, M.T.R. Subbiah, *J. Nutr.*, **111**, 2024 (1981)