

アミノ酸の役割と健康生活

武蔵丘短期大学教授 富永裕之

はじめに

最近よく“アミノ酸”という言葉を目にするようになりました。アミノ酸の効果期待した健康食品も多数市販されるようになってきました。アミノ酸は体によいものだという漠然としたイメージは持っていますが、「そもそもアミノ酸ってどんな物質?」「どのように体にいいの?」と聞かれると、意外と正確に答えられる人が少ないようです。

本講座では第1回と第2回でアミノ酸について取り上げ、その基礎的なところからアミノ酸研究における最先端の話題までを解説します。

私の担当する第1回では「アミノ酸の役割と健康生活」と題して、本当の意味でアミノ酸を理解するのに必要な基礎知識と役割について詳細にお話しし、それに関連して健康な生活を営むにはどうすればよいかを考えていきます。



タンパク質構成要素としてのアミノ酸

個人差はありますが、我々の体の約20%がたんぱく質でできています。筋肉、皮膚、毛髪、爪、内臓、血液、神経伝達物質やホルモンなどの主成分もたんぱく質です。我々は身体の構成要素として不可欠なたんぱく質を作り出す経路を体の中に持ち、絶えずたんぱく質を作り続けて生きていますが、この経路はいわば個人個人に合ったたんぱく質を組み立て直す経路に過ぎません。すなわちたんぱく質は食物から取り続けなければならないのです。

また体の中では様々な化学反応が起きています。通常の化学反応は200℃を超えるような高温にして始めて進行するものでありますが、生体内での化学反応は我々が日常暮らしているような低温で速やかに進行させなければならないという厳しい制約があります。この様な制約を乗り越え、化学反応を進行させる触媒として働く物質が“酵素”で、この酵素の主成分もやはりたんぱく質なのです。

さらにたんぱく質は、分解してエネルギーを作り出すことができます。我々はエネルギーなくしては動くことも息をすることさえもできないのです。すなわちたんぱく質は、糖質や脂質と同様、エネルギー源となるという側面も持ちます。

以上述べてきましたように、たんぱく質は我々が生きて行くために最も重要な物質の一つですが、この物質を作り出す原材料となるのがアミノ酸なのです。たんぱく質を構成するアミノ酸は後述の20種類しかなく、これらのアミノ酸が通常数10から数1,000個以上結合(ペプチド結合)してたんぱく質はできています。アミノ酸が基本となって巨大なたんぱく分子を作っているのです。

アミノ酸の構造

それではアミノ酸とはどんな化学物質でしょうか。化学的な側面を説明いたします。たんぱく質を構成するアミノ酸は20種類しかないことは先に述べた通りですが、実は20種類のアミノ酸は1分子が違っていただけで、他は共通の構造をしているのです。アミノ酸分子の構造を図1に示しました。炭素（C）を中心にアミノ基（NH₂）、カルボキシル基（COOH）、水素（H）、残鎖（R）で構成されておりますが、この中の残鎖の部分の違いによって20種類のアミノ酸ができています。またアミノ酸を元素の面から見ると、大部分は炭素（C）、水素（H）、酸素（O）、窒素（N）で構成されていますが、メチオニンやシステインのように残鎖の部分に硫黄（S）を含むものもあります。

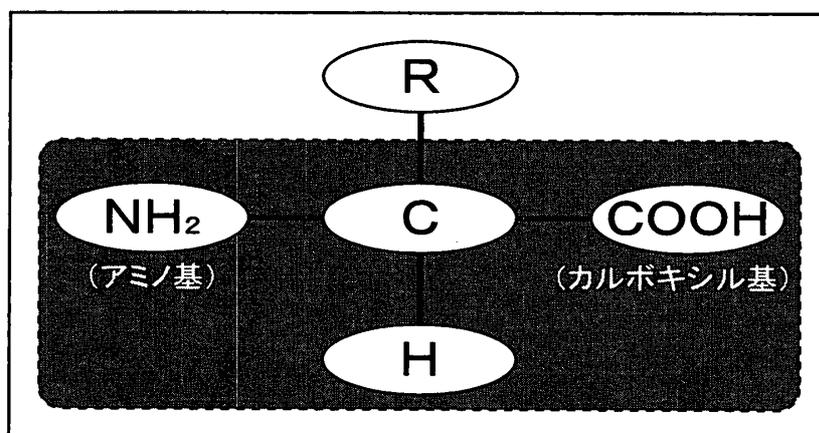


図1 アミノ酸の分子構造

必須アミノ酸と非必須アミノ酸

体内で合成できないため、必ず食物から摂取する必要があるアミノ酸を必須アミノ酸と呼びます。イソロイシン、ロイシン、リジン、メチオニン、フェニルアラニン、スレオニン、トリプトファン、バリンの8種アミノ酸がそれに相当し、小児期にはヒスチジンも必須アミノ酸となります。従って食物からたんぱく質を取るということは、必須アミノ酸を体内に供給するという重要な意味合いを持つこととなります。

一方、体内で十分量合成することが可能なアミノ酸を非必須アミノ酸と呼び、アラニン、アスパラギン、アスパラギン酸、システイン、グルタミン、グルタミン酸、グリシン、プロリン、セリン、チロシン、アルギニンの11種アミノ酸がそれに相当します。大部分の非必須アミノ酸の合成にはアミノ基転移という反応が関与しています。

たんぱく質およびアミノ酸の体内動態

たんぱく質およびアミノ酸の体内動態をまとめて図2に示しました。まず食物から摂取したたんぱく質は消化管内で消化されて低分子のアミノ酸となり、小腸の細胞に吸収され、そして血液中に入り門脈を経て肝臓や各組織へ運ばれます。この分解過程でペプシンやトリプシン、またキモトリプシンなどの多くのプロテアーゼが作用しています。各組織細胞内では、常に新しいたんぱく質が合成されており、他方ではたんぱく質からアミノ酸への分解も起こり、新旧たんぱく質が交代（代謝回転）しています。肝臓などの臓器や腸管のたんぱく質、血漿のたんぱく質は代謝回転の速いものが多く、筋肉や皮膚では遅いたんぱく質が多いとされています。たんぱく質の一部はアミノ基と残鎖に分解され、非必須アミノ酸の合成に使われます。不要となったアミノ基は、肝臓の尿素サイクルを経て尿素となり尿中に排泄され、残鎖部分は糖

質、脂質の代謝経路に入って、エネルギー源となるかグリコーゲンや脂肪に再編成されます。未消化のたんぱく質は、消化酵素の一部や剥離した消化管粘膜とともに糞中に排泄されていきます。

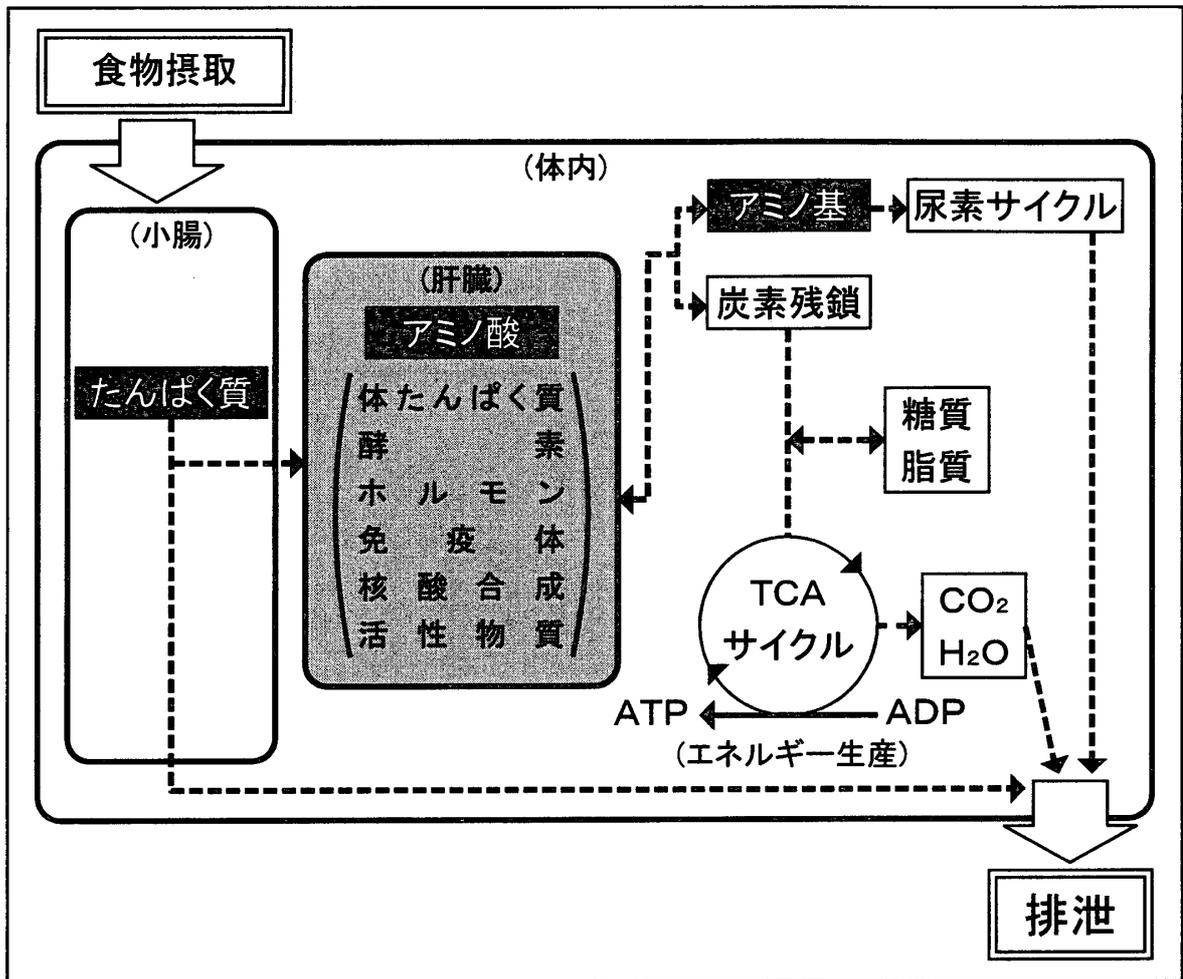


図2 たんぱく質およびアミノ酸の体内動態

生体内におけるアミノ酸の役割

体内においてアミノ酸は次の作用を示します。

1) たんぱく質合成、核酸・ホルモンなどの生体成分の材料

体内におけるアミノ酸の消費量は、たんぱく質合成に使われるものが最も多いとされています。成人の1日のたんぱく質代謝量は、1日摂取量の約3倍と推定され、摂取したアミノ酸から合成されるたんぱく質量よりも、たんぱく質分解により遊離したアミノ酸が再度たんぱく質に取り込まれる量の方が多いためです。このようにたんぱく質の分解によって遊離したアミノ酸は有効に再利用されています。アミノ酸は体構成たんぱく質合成の材料となるだけでなく、酵素やペプチドホルモンの材料となり、これらが代謝の調節に関与しています。食物の摂取が少ないとアミノ酸はエネルギー源として利用され、たんぱく質合成が不十分となります。

2) 血糖生成の材料

アミノ酸代謝の大部分は肝臓で行われます。この理由は、ロイシン以外のアミノ酸は総てその炭素

骨格が糖新生に用いられ、血糖生成の材料になるからで、中でもアラニンやグルタミン酸は最も量が多く主要材料となります。

3) アミノ酸と代謝物の生理活性作用

アミノ酸がそのまま生理活性作用を示すものと、代謝されて生理活性物質となって作用するものがあります。グリシン、グルタミン酸、システインから重要なSH化合物であるグルタチオンが生成され、ヒスチジンからヒスタミンが、チロシンから甲状腺ホルモン、カテコールアミン、メラニンが、グルタミン酸からγ-アミノ酪酸（GABA）が、グリシン、アルギニン、メチオニンからクレアチンが生成されます。

4) 神経伝達物質あるいは神経機能調節物質としてのアミノ酸

脳神経系に存在する遊離アミノ酸の中には、神経細胞の伝達物質となったり神経伝達作用を調節したりするアミノ酸があります。伝達物質となるものとしてグルタミン酸、アスパラギン酸などのジカルボン酸系アミノ酸は神経細胞の興奮を促し、グリシンやGABAは抑制的に働きます。またメチオニン、システインやシステイン酸、脳内でシステインからタウリンが生合成される過程の中間代謝物であるシステインスルフィンも神経細胞の興奮を促し、β-アラニン、セリン、プロリンおよび含硫アミノ酸の最終代謝産物であるタウリンは抑制作用を示します。

ところで脳内のアミノ酸は均一に分布するのではなく、一定の部位に局在することがわかっています。興奮性のグルタミン酸およびアスパラギン酸は脳全般に、GABAは黒質、内側前脳束、小脳および大脳皮質に、グリシンは脊髄および脳幹に、タウリンは大脳、小脳、線条体および視床下部に多く存在します。

特にGABAは近年注目を集めるようになったアミノ酸代謝産物であります。本物質は種子の胚芽部分に多く含まれ、発芽玄米なども豊富に含まれます。生体内では脳や目に存在する抑制系神経伝達物質でありますGABAは、脳の血流を改善し脳代謝を活性化する働きがあることから、アルツハイマーや記憶力の向上などにも効果的とされています。またラットにGABAを与え続けたところ、血圧の低下作用がみられたという実験結果も報告されています。さらに最近の研究では必須アミノ酸の一つであるトリプトファンがうつ病に関連がある脳内神経伝達物質、セロトニンの合成に不可欠なアミノ酸であることがわかっています。

5) その他遊離アミノ酸の役割

体内に遊離の形で存在するアミノ酸は、たんぱく質結合アミノ酸の0.5%に過ぎず、その組成も異なります。たんぱく質中では必須アミノ酸と非必須アミノ酸の比率はほぼ等しいですが、遊離アミノ酸では、アラニン、グルタミン酸、グルタミンおよびグリシンの4つの非必須アミノ酸だけで組織中の全遊離アミノ酸の約80%を占めます。血漿遊離アミノ酸は体内総遊離アミノ酸の2～3%に過ぎず、これは1日に食事から摂取するアミノ酸量と比べると少ないことがわかります。従って、血漿遊離アミノ酸は活発に組織と交流していることがうかがえます。血中アミノ酸はアミノ酸代謝における臓器相関の仲介をしており、なかでもアラニンとグルタミンは窒素運搬体として重要です。

アミノ酸と健康生活

1) 脂肪燃焼アミノ酸（リジン、メチオニン、プロリン、アラニン、アルギニン）

諸説はありますが、脂肪燃焼アミノ酸は脂肪分解酵素であるリパーゼを活性化することにより脂肪を分解しやすくするとされています。例えば脂肪を燃やすためにはカルニチンが必須ですが、カルニチンはリジンとメチオニンによって体内で合成され、骨格筋や筋肉内に存在します。すなわちリジン

やメチオニンが脂肪燃焼アミノ酸の代表選手です。また脂肪燃焼アミノ酸の摂取と同時にビタミンB群、特にビタミンB₂を摂取すると効果が増強されます。しかし脂肪の燃焼はリパーゼの働きだけで起こるのではなく多くの酵素が関与していますので、各々作用機序の異なったサプリメントを上手に利用し、有酸素運動を併用することが重要です。

2) 体力アップアミノ酸 (バリン、ロイシン、イソロイシン、アルギニン、グルタミン)

20種類あるアミノ酸のほとんどは主に肝臓で代謝されます。ところが激しい運動を行なったとき、まずは肝臓や筋肉中のグリコーゲンや脂質をエネルギーとして燃焼し、これが無くなると筋肉中に蓄えられている分岐鎖アミノ酸 (BCAA) がエネルギーとして使われます。つまり、激しく運動をすると筋肉中のアミノ酸を消費し、筋肉組織は損傷していくわけです。BCAAとはバリン、ロイシン、イソロイシンの3種アミノ酸のことを指し、運動直前や直後の30分以内や睡眠前にBCAAやアルギニンおよび筋肉合成に必須のグルタミンを補給することにより、運動によるスタミナを長時間維持したり、速やかに筋肉の損傷を修復、増強するとともに故障を軽減する効果が期待できます。

最近注目を集めつつあるのが、一生回遊を続けるカツオやマグロの持久力と瞬発力の秘密とされている物質、アンセリンですが、材料となるヒスチジンとアラニンを摂取してこれらの改善につながるかは不明です。

3) 免疫力アップアミノ酸 (アルギニン、グルタミン)

我々の体の中には、細菌やウイルスから身体を守る免疫細胞が数億あるといわれますが、この中でもアルギニンはマクロファージの、グルタミンはキラーT細胞の活性を高める効果があるとされています。体内の粘膜を強化するはたらきのあるビタミンAやビタミンCおよびビタミンEと一緒に摂るとさらに効果的です。

4) 肌再生アミノ酸 (プロリン、アルギニン、システイン)

ストレス、紫外線、老化、乾燥など、現代の女性を取り巻く環境はなかなか厳しいもので、肌をいつまでも美しく保つことも、広義の健康と考えてもよいのかもしれませんが。

ところで肌再生アミノ酸といわれるプロリンとアルギニンは、コラーゲン生成の主原料となることから、シワやタルミに対し改善効果があると考えられています。またシステインはメラニンの過剰生成を抑え、シミの予防に役立ちます。これらのアミノ酸に加え、軟骨魚類やイカなどに含まれるコンドロイチン硫酸やコラーゲン生成と関わりのあるビタミンCを併用するとさらに効果的です。なお天然保湿成分のひとつであるピロリドンカルボン酸 (PCA) の生成には、グルタミン酸が不可欠であるとされています。

おわりに

以上アミノ酸と健康生活について、今日までに報告されている研究結果を踏まえて考えてきましたが、そもそもアミノ酸の不足は運動選手、極端な偏食家および一部老人以外には考えられないというのが一般的です。すなわち健康な生活を営むために必要なことは、十分な栄養補給と適度の運動および健やかな精神の保持であり、アミノ酸はあくまで補助的なものにとらえる必要があるようです。

なお本講義を進めるにあたり、御助言と御協力をいただいた本学助教授若荷尚史博士に感謝の意を表します。