

タン白質 (Protein)

タン白質は、身体の土台となると同時に、血液やホルモン、酵素等も作る大切な栄養素である。筋肉、骨、歯、内臓諸器官、血液、ホルモン、酵素、そして皮膚や毛髪等、全てタン白質でできており、生命現象の中心的役割を果たす(図1)。

<タン白質の必要量が増加する状態>

- がん患者
- アスリート
- リウマチ患者
- 成長期の子供
- 甲状腺機能亢進症
- 妊娠期・授乳期
- ストレス負荷時

タン白質は、構造タン白質と機能タン白質に分類され、機能タン白質はその働きの違いから、図1のように分類される。

構造タン白質

- ・コラーゲン(骨、皮膚、歯、爪、毛髪等)
- ・細胞構成タン白質(筋肉、皮膚、内臓等)
- ・核タン白質(DNA、RNAの材料)

身体の構成成分



機能タン白質

- ・消化酵素(アミラーゼ、ペプシン、トリプシン等)
- ・種々の代謝を行う酵素類

酵素として代謝に関与

- ・アクチン、ミオシン(筋肉)
- ・細胞骨格等

収縮性タン白質



- ・抗体
- ・補体
- ・フィブリノーゲン(血液凝固等)

生体の防衛に関与

- ・インスリン、グルカゴン
- ・成長ホルモン等

ホルモンとして代謝を調節

- ・アルブミン等

アミノ酸の貯蔵

- ・アルブミン
- ・ヘモグロビン
- ・リポタン白等

栄養素や酸素の運搬



- ・タン白質1g当たり4kcalのエネルギー

エネルギー源としても働く



- ・LDLレセプター
- ・インスリンレセプター等

レセプターの構成成分(情報伝達)

図1 タン白質の分類

タン白質は、多くのアミノ酸がペプタイド結合により結合した高分子化合物(ポリペプタイド鎖)であり、20種類のアミノ酸が様々な配列をすることで形成される。

また、アミノ酸のみが結合してできる単純タン白だけでなく、アミノ酸以外の物質と結合しているタン白質(複合タン白質)も存在する。

表1 複合タン白質の種類と例

種類	(例)
タン白質十糖	免疫グロブリン コンドロムコタント白
タン白質十金属(Fe)	フェリチン
タン白質十核	ヒストン*
タン白質十ヘム	ヘモグロビン
タン白質十脂質	HDL、LDL

*DNAに結合するタン白質

タン白質の消化・吸収・代謝

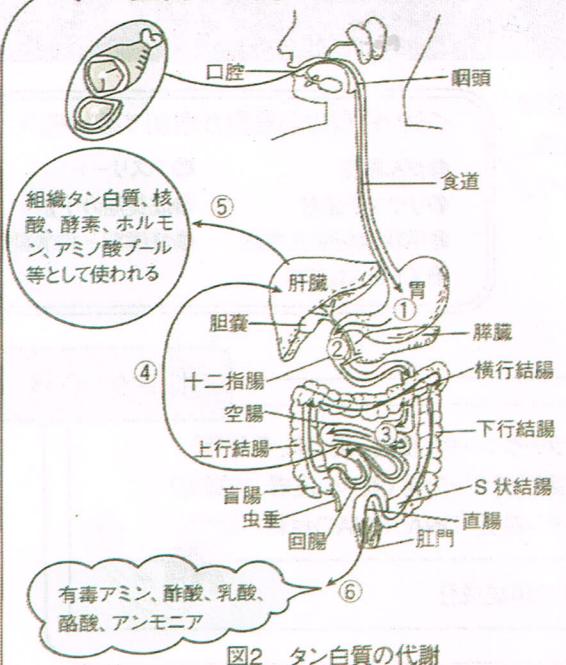


図2 タン白質の代謝

血中アルブミン濃度を下げる!

血中に50~60%分布するアルブミンは、体タン白質の異化亢進状態を把握するために使われる重要なマーカーである。

下記の状態が長く続くと血中アルブミンは低下を示す。

- ・タン白質摂取不足
- ・急性炎症性疾患
- ・がん等の消耗性疾患
- ・肝臓疾患
- ・ストレス(外傷や火傷、精神的ストレス等)

- ① 食物として摂取されたタン白質は、胃の中でペプシン(ペプシノーゲン+塩酸)という消化酵素の作用を受けやすい状態になる。ペプシンは部分的にタン白質をポリペプタイドへと分解する。
- ② ポリペプタイドは十二指腸へと移動し、胰液中のトリプシンやキモトリプシンによってさらに短いペプタイドへと消化される。
- ③ さらに、小腸では、胰液中のカルボキシペプチダーゼ、腸液中のアミノペプチダーゼによって、ペプタイドがアミノ酸へと分解される。
- ④ アミノ酸は、小腸で吸収され、毛細血管に入り、門脈を経て肝臓に運ばれる。
- ⑤ 肝臓から血液に入って各組織に送られ、必要に応じて体内で使われる。
- ⑥ 消化しきれなかったタン白質は、大腸に運ばれ、腸内細菌によって分解される。それによって様々な化合物が生成され、便の臭気成分となる。

アミノ酸スコア100が重要!

9種類の必須アミノ酸のバランスのことをアミノ酸スコアといふ。それぞれのアミノ酸が全て必要量を満たしていれば、アミノ酸スコア100となる。

しかし、一つでも必要量を満たしていないければアミノ酸スコアも減少する。

例) 必須アミノ酸の1種類だけが必要量の60%しか満たしていない場合、アミノ酸スコアは60となる。

必須アミノ酸

- イソロイシン
- ロイシン
- バリン
- 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
- (ヒスチジン)

健康な身体をキープするには 異化=同化^{*1} の維持が不可欠

1日当り体重1kgにつき約1~1.5g必要

例) 体重50kgの人の場合、1日50~75gのタン白質摂取が必要。

身体が必要とするタン白質の量は、体内での利用率や日々の精神的ストレス(プレッシャー等)及び身体的ストレス(筋肉トレーニング等)等によって増加する。

^{*1}異化=摂取した食物から、エネルギーを産生及び身体の中で消化すること

同化=摂取した食物から、必要な組織を作ったり、エネルギーを貯蔵したりすること



吸収されないと意味が無い!

各消化酵素が正常に产生・分泌されていれば、高分子であるタン白質も分解され、小腸で吸収される(図2)。しかし、ストレスや疾患によって消化酵素の产生・分泌が低下すると、タン白質の消化・吸収が阻害される。

タン白質の低分子化=負担の少ない消化吸收

タン白質 → ペプタイド → アミノ酸
 ↓ ↓
 高分子(ポリマー^{*2}) → 高分子が分解された状態 → 低分子(モノマー^{*3})

分子量 炭素の質量(12)を基準とし、分子の質量を相対的に表した量。
タン白質の分子量は10,000以上である。

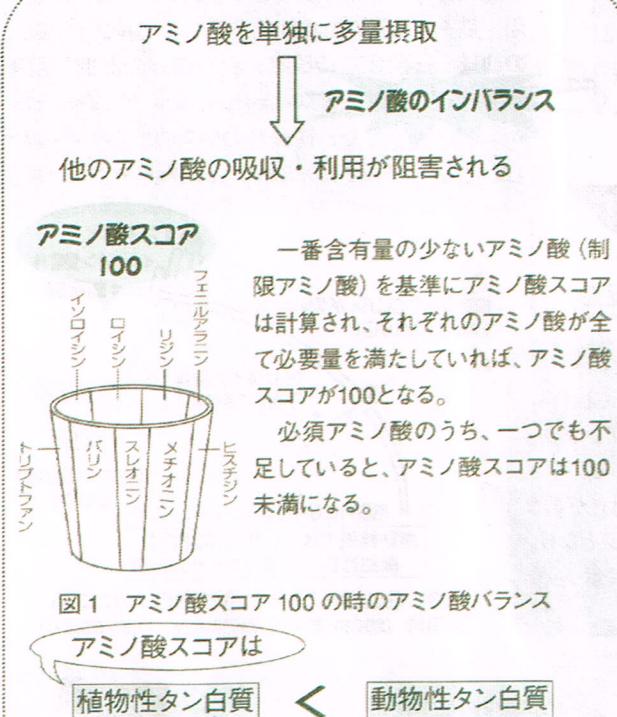
^{*2}多数のモノマーが結合した化合物

^{*3}化合物が結合する際の基本単位

必須アミノ酸 (Essential Amino Acids)

酵素やホルモン及び身体のあらゆる組織の構造材料であるタン白質は、20種類存在するアミノ酸が結合してできている。

アミノ酸の摂取にはバランスが必要

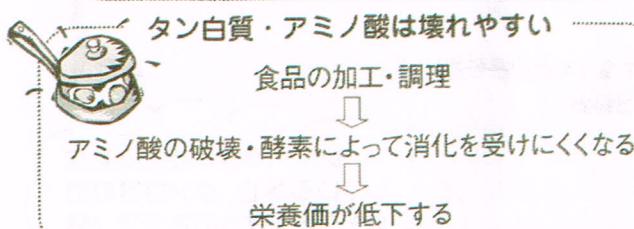


であるが…

不足しているアミノ酸を摂取することで、アミノ酸スコアが高くなる

(例: 大豆タン白に、不足しているメチオニン等を添加することでアミノ酸スコアが100に近づく。)

また、食事からアミノ酸スコアの高いタン白質を摂取するのは難しい上、タン白質の必要量は、ストレスや疾患等によって増えるため、ダイエタリーサプリメントによる補給が必要となる。



人間の身体に必要なアミノ酸は主に20種類

必須アミノ酸	イソロイシン ロイシン バリン 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 (ヒスチジン)
体内では合成できず、必ず食物から補給しなければならないアミノ酸。	

※()は必須と非必須の両方の見解がある。

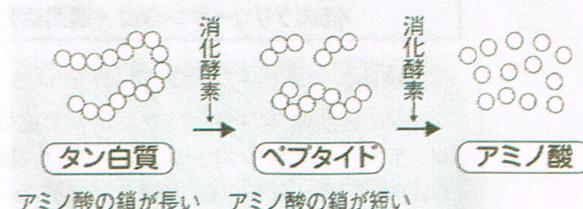
非必須アミノ酸	システイン アラニン アスパラギン酸 グルタミン酸 グリシン プロリン セリン アルギニン アスパラギン グルタミン (チロシン)
体内で合成できるが、様々な働きがあるため、摂取したいアミノ酸。	

胃腸の弱い人にアミノ酸は必要!

食物から摂ったタン白質は、消化酵素によってペプタイド、アミノ酸に分解され、小腸上皮から吸収される。

消化酵素はアミノ酸から作られるため、タン白質やアミノ酸が不足している人ほど、消化酵素が不足し、タン白質の消化力が低下する。

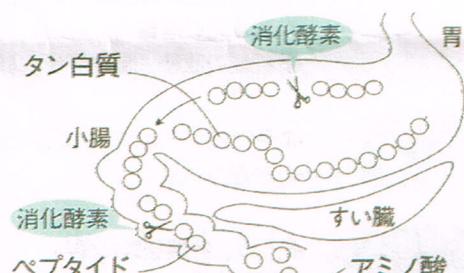
さらに、胃腸が弱っている人、消化器疾患を患っている人、ストレスの多い人は特にアミノ酸の補給が重要となる。



吸収に優れているアミノ酸

アミノ酸は、消化酵素が無くても小腸でほぼ100%吸収される。

タン白質は消化酵素が必要なため、胃腸の働きや様々な要因により消化、吸収されにくくなる。



アミノ酸はタン白質よりも吸収スピードが速く、吸収率も高いことが明らかにされている。

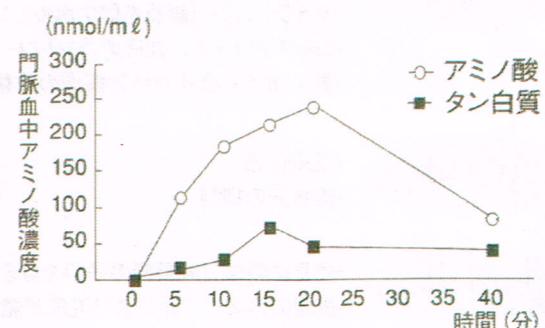


図2 タン白質とアミノ酸の血中濃度の違い

空腹時の摂取が効率的なアミノ酸

食前、食間などの空腹時や、成長ホルモンが放出される就寝前の摂取が効率的である。

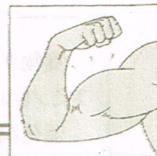
必須アミノ酸の主な生理機能

バリン

- ・成長に関与
- ・血液中の窒素バランスの調整
- ・肝機能の向上

イソロイシン

- ・成長促進
- ・神経機能補助
- ・血管拡張
- ・肝機能の向上



ロイシン

- ・肝機能の向上
- ・肝細胞の増殖・分化の正常化
- ・血糖のコントロール(図3)
- ・タン白質合成の促進
- ・筋タン白質の維持
- ・筋肉グリコーゲン合成・酵素活性の促進



～血糖値のコントロールを担うGLUT4にはロイシンが必要～
筋肉と脂肪組織に存在するグルコース輸送担体(GLUT4)は、各組織内へのグルコースの取り込みを調節しているが、GLUT4が正常に機能するにはロイシンが関与している。

インスリンの分泌が低下すると、このGLUT4の働きが弱まり、グルコースが細胞内へ取り込まれず、高血糖状態となり、さらに、耐糖能異常や高脂血症等を引き起こし、メタボリックシンドロームへと進行する。

メチオニン

- ・開始アミノ酸としての役割
- ・かゆみやアレルギーの原因となるヒスタミンの血中濃度の低下作用
- ・尿の産生能力に関与(不足するとむくみが生じる)
- ・薬物中毒の解毒
- ・肝機能の改善(慢性肝炎、肝硬変、脂肪肝)

リジン

- ・身体の組織を修復し、成長に関与
- ・肝機能の向上

フェニルアラニン

- ・抗うつ、神経機能に関与
- ・血圧の上昇
- ・鎮痛作用(慢性的な痛みの軽減)

トリプトファン

- ・セロトニン(脳を覚醒させたり、気分を落ちさせる神経伝達物質)やメラトニン(睡眠を促すホルモン)の前駆物質
- ・コレステロール、血圧のコントロール
- ・更年期障害症状や精神疾患の改善

スレオニン

- ・成長促進
- ・脂肪肝の抑制

ヒスチジン

- ・成長に関与(成長期の子供では合成速度が間に合わないため必須)
- ・皮膚の形成(不足により湿疹が発症する)
- ・神経機能の補助
- ・ヘモグロビン、白血球の産生に関与
- ・ヒスタミン前駆体

チロシン

- ・脳を活発化させる神経伝達物質アドレナリン、ノルアドレナリン、ドーパミンの前駆物質
- ・甲状腺ホルモンの前駆物質
- ・黒色色素、メラニンの前駆物質

BCAA(分岐鎖アミノ酸)

BCAAは体の必須アミノ酸の約40%を占める。他の必須アミノ酸と異なり、まず筋肉に取り込まれ、代謝される。

筋肉等の体構成成分である他、タン白質合成作用、筋タン白質の崩壊抑制作用、低アルブミン血症の改善、肝臓疾患の改善、免疫機能の促進作用等が報告されている(Goldberg AL. et al. (1978) Federation Proc. 37, 2301)。また、運動時の筋肉のエネルギー源として利用される(下村吉治他、(1994)運動生化学6、95)。

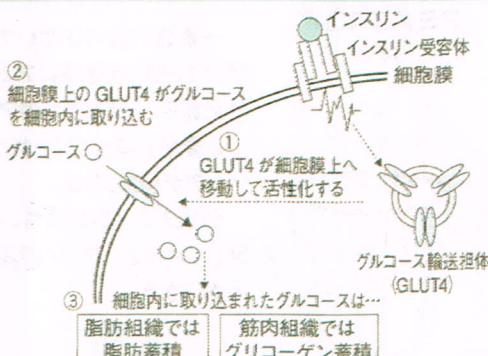
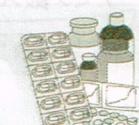


図3 GLUT4による血糖値調節メカニズム
(芦田均、(2008) 美味技術研究会誌、11,61-65より)



アミノ酸を十分に補給することで、体タン白の異化・同化のバランスを維持できる。



ストレスや、特定の疾患を発症している場合、タン白質の需要量も増加するので、アミノ酸の補給が重要!

