

## 3章 ビタミンの効用

有吉 敏彦

### はじめに

風邪や癌の予防あるいは老化の防止にビタミンCやEが有効であるとして大量に摂られている。確かにビタミンを十分に摂ることは生命にとって欠かせないことであるが、しかし過剰のビタミンは人体にとっていかなる生理作用を示すのか十分には知られていない。肺炎や風邪とビタミンC、癌とビタミンA、老化の防止とビタミンEなどの関係は、ビタミンの栄養素としての問題、即ち栄養学の問題というよりは、むしろ、病気に効く薬としてのビタミン、即ち薬理効果を期待しての薬理学の問題といえる。

ビタミンに関する誤った情報として世間に伝えられていることは、1) ビタミンには特別の活力や活気があり、普通以上の健康体にするとか、2) 自然のビタミンには生命の真髄があり、化学的に合成したビタミンには効能がないとかであろう。

しかし、本当にビタミンが不健康を予防したり、癌の予防や老化の防止に効果があるのであろうか。そこでビタミンの種類や性状、生理作用、過不足による症状、1日に必要な所要量、どのような食品に含まれるか、健康という立場に立ってビタミンの効用を考えてみよう。

### 1節 ビタミンとは

ビタミンとは、「食物中に存在する動物の栄養に必須の、微量の有機化合物

であり、通常、動物は体の中で合成できず、その欠乏により特有の障害、即ち欠乏症を惹き起こすもの」と定義されている。しかしビタミンは20種類以上もあり、上に述べた定義がすべてあてはまるわけではない。つまり微量で有効であるといわれているが、1日所要量数 $\mu$ g単位（1gの百万分の1）からmg単位（1gの千分の1）、あるいはビタミンCのように数十mgから数gまで必要という人もあるので、決して微量とはいえない。一方ニコチン酸（ナイアシン）は必須アミノ酸トリプトファンから、体の中で生成されるし、ビタミンD<sub>3</sub>は紫外線にあると、皮膚で、7-デヒドロコレステロールから生成される。ビタミンCもヒト、サル、モルモットを除いて、他の動物では体の中で合成されている。

## 2節 ビタミンの種類とその性質

さて今日ビタミンとして知られているものは20種類以上にも及んでいるが、すべてがヒトに必要なというわけではない。また必要なビタミンであっても、動植物中に広く分布しているため、私達が食品をバランスよく摂った場合それで十分である場合もある。また腸内細菌で合成されたものを利用するため、ヒトでは食事性、即ち栄養の摂取不足で欠乏症を起こすビタミンとしては、ビタミンA、ビタミンB群の中のB<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、ニコチン酸、ビタミンC、ビタミンDの6種類と考えられている。もちろん、欠乏症は栄養の摂取不足（例えば、偏食や外食に依存したり、即席食品や加工食品の多食など）で起こるばかりではなく、私達の体でのビタミンの吸収不良や、あるいは妊娠しているときや授乳しているとき、生長時など体の組織が要求量を増した場合や、病気の治療や予防に抗生物質を使用して有益な腸内細菌を殺した場合など、ビタミン欠乏症が生ずることは知っておかねばならない。その他特殊な条件下ではビタミンB<sub>6</sub>、パントテン酸、ビオチン、ビタミンB<sub>12</sub>などは欠乏症を起こすことが知られている。

ビタミンの名前は現在国際的に統一され、アルファベット名で呼ぶことは避けられるようになっているが、本テキストでは便宜上、従来使われていた名前で話を進めていきたい。

### 3章 ビタミンの効用

一般にビタミンはその溶解性から水溶性ビタミンと脂溶性ビタミンに大別される。その種類と性質を簡単に表1にまとめておく。

表1. ビタミンの種類とその性質

米国食品医薬品局(FDA)の規定による 栄養上不可欠と認められたビタミン		その他のビタミン (FDA規定以外)	
種類	性状	種類	性状
B <sub>1</sub> (チアミン)	水溶性, 酸に強く, アルカリに弱い	パントテン酸	水溶性, 酸, アルカリ, 熱に不安定
B <sub>2</sub> (リボフラビン)	黄色結晶性粉末, 水溶性, 熱, 酸に強く, アルカリに弱い。 光で分解する	葉酸	水にややとけにくい 光に不安定
		ビオチン	水溶性, 酸, アルカリ, 熱, 光に安定
ニコチン酸 (ナイアシン)	水溶性, 熱に強く, アルカリに弱い	E	脂溶性, アルカリ, 光に不安定
B <sub>6</sub>	水溶性, 熱, 酸に強い 光に対して不安定	K	脂溶性, アルカリ, 光に不安定
B <sub>12</sub>	暗赤色結晶, 水溶性, 熱に強い 光に弱く分解する	L	水溶性, 熱に弱い
C (アスコルビン酸)	水溶性, 熱, アルカリに弱い 空気中で酸化され分解する	P	水溶性, 熱に弱い
		コリン	水溶性
A (レチノール)	脂溶性, 不安定な化合物で 酸, 空気, 光, 熱で分解する	パラアミノ安息香酸	水溶性
D (カルシフェロール)	脂溶性, 安定な化合物	イノシトール	水溶性

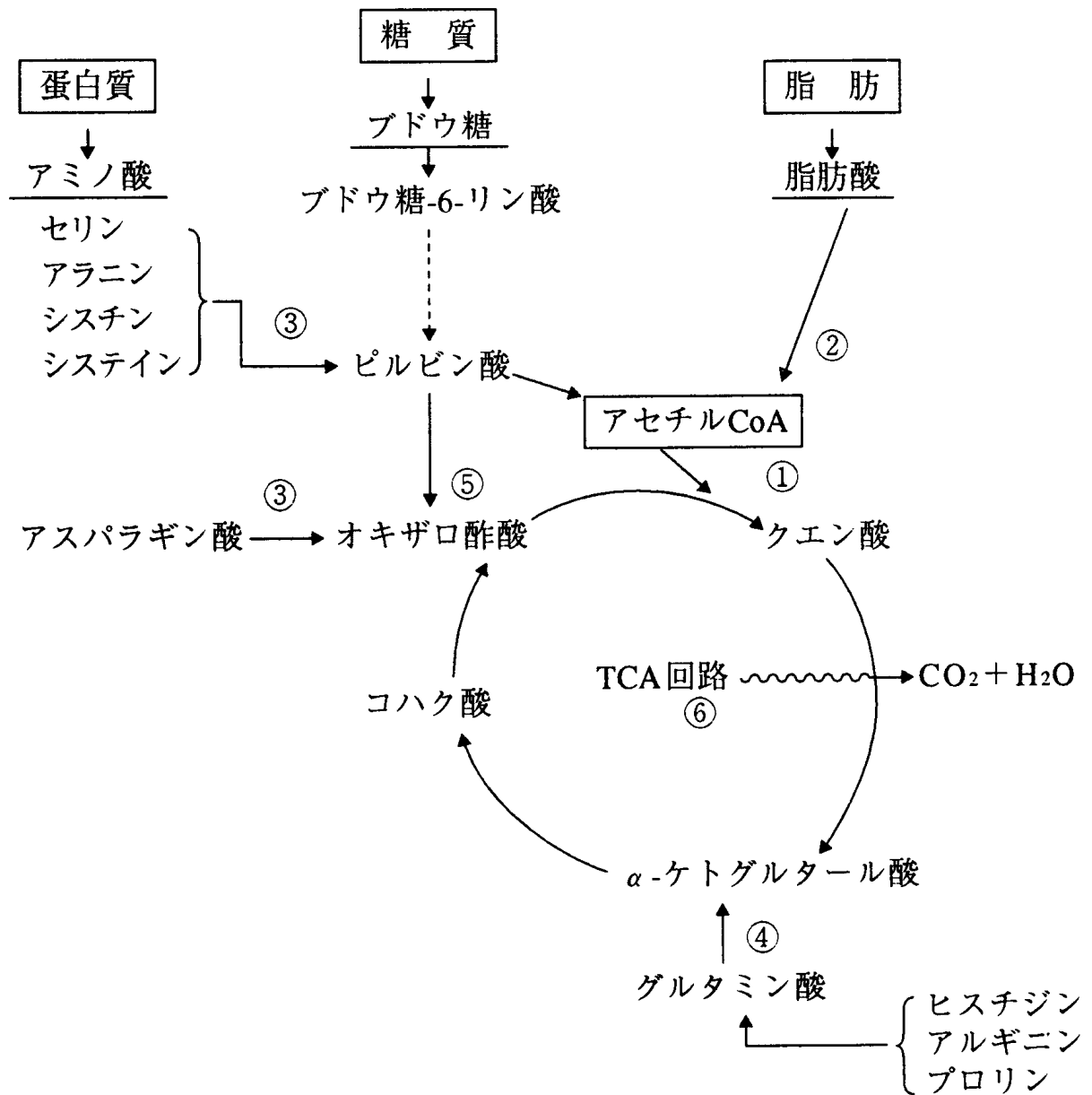
### 3節 ビタミンの生理作用並びに欠乏症と過剰症

#### 1. ビタミンB<sub>1</sub>と脚気

ビタミンB<sub>1</sub> (チアミン) はビタミンとして最初に発見され、米糠から抽出、分離された。現在では化学的に大量合成されている。B<sub>1</sub>が欠乏するとよく知られているように脚気になる。脚気の自覚症状としては全身倦怠感、足のだるさ、つかれやすさ、少し運動すると動悸がする、息が切れる、手足のしびれ感、下肢のむくみ、食欲不振などが知られている。一方診察すると血圧低

下, 心臓の拡大, アキレス腱反射低下, ふくらはぎの圧痛, 軽い知覚麻痺, 浮腫等が観察される。

B<sub>1</sub>は糖質(熱源)の代謝(エネルギーの発生)に関係する種々の酵素の補



- ① ビタミン B<sub>1</sub>、リボ酸、ハントテン酸、ニコチン酸
- ② ビタミン B<sub>2</sub>、パントテン酸、ニコチン酸
- ③ ビタミン B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>
- ④ ビタミン B<sub>6</sub>、ニコチン酸
- ⑤ ビオチン
- ⑥ ビタミン B<sub>2</sub>

図1 代謝とビタミン

### 3章 ビタミンの効用

酵素として、代謝がうまく進むように調節潤滑油の役目を果たしている。従って主としてエネルギーを糖質の代謝に依存している脳や神経組織、心筋などは、B<sub>1</sub>の不足によって障害をうけることになる。栄養が改善された現在では脚気はほとんど認められなかったのであるが、昭和50年頃から西日本各地で脚気が再び発生している。その原因としてはB<sub>1</sub>をほとんど含んでいない白米を多食し、インスタントラーメンや菓子パン、砂糖入りの清涼飲料水を多く摂り、肉や魚、卵や野菜などが少なく、偏食傾向にある、激しい運動をする高校生に発症したと考えられている。特に偏食傾向の若年者やアルコールを多飲する中壮年層はB<sub>1</sub>欠乏に気をつけなければならない。

#### 2. ビタミンB<sub>2</sub>

ビタミンB<sub>2</sub>（リボフラビン）は多くの酵素（フラビン酵素）の構成成分として、生体の中の酸化還元反応の極めて重要な働きをしている。従ってB<sub>1</sub>以上に大切なビタミンと思われる。（図1参照②，③，⑥）

動物実験ではB<sub>2</sub>の欠乏で生長が停止し、毛並が乱れ、脱毛が生じ、眼の角膜に異常が生じついには死亡する。このB<sub>2</sub>はほとんどの食品に広く含まれているので欠乏症はないようである。ただしヒトでも抗生物質の副作用や、肝炎等によってB<sub>2</sub>の利用障害があると、二次的に欠乏症が起こることが知られている。症状は眼、口の周辺、舌、皮膚に現れ、眼では角膜周囲に細い血管が新生し、これがしだいに角膜に侵入してくる。また角膜周囲の充血、角膜の混濁、目じりのただれや異物感、弱視、流涙が観察されている。口唇の症状では、発赤やただれ、き裂、口角炎や口内炎、歯ぐきの出血や腫れなどがあり、舌の症状としては、舌が紫紅色となり舌苔がなく、また舌がヒリヒリすると言われている。なお脂漏性皮膚炎と呼ばれる変化が、まぶたや耳たぶ、鼻口、鼻唇溝などの皮膚に慢性湿疹として認められることもある。

#### 3. ニコチン酸とペラグラ

ニコチン酸（ナイアシン）はビタミンB群の中のビタミンとして、ニコチン酸アミド（ナイアシンアミド）とともに、ヒトの抗ペラグラ因子、イヌの黒舌病治療因子として発見された。脱水素酵素の補酵素（NADおよびNADP）の構成要素で、表2に示されるような種々の生体内酸化還元反応に機能している。（図1参照①，②，④）

表 2. NAD (P) を補酵素とする脱水素酵素

酵 素	補 酵 素	反 応
アルコール脱水素酵素 アルデヒド脱水素酵素	NAD NAD	エタノール $\rightleftharpoons$ アセトアルデヒド アセトアルデヒド $\rightleftharpoons$ 酢酸
イソクエン酸脱水素酵素	NADP	イソクエン酸 $\rightleftharpoons$ 2-オキソグルタル酸
グルコース-6-リン酸脱水素酵素 グルタミン酸脱水素酵素	NADP NAD>NADP	グルコース-6-リン酸 $\rightleftharpoons$ 6-ホスグルコン酸 グルタミン酸 $\rightleftharpoons$ $\alpha$ -ケトグルタル酸+ NH <sub>3</sub>
乳酸脱水素酵素	NAD>NADP	乳 酸 $\rightleftharpoons$ ピルビン酸
リンゴ酸脱水素酵素	NAD>NADP	リ ン ゴ 酸 $\rightleftharpoons$ オキザロ酢酸

ヒトを含む哺乳動物でビタミンとしては例外的に、アミノ酸のトリプトファンから体の中で生成される特異的なビタミンである。このビタミンが欠乏すると、ペラグラ (Pella=粗, agra=皮膚) という病気, 「粗なる皮膚=荒れ肌 (さめ肌, とり肌)」 という意味である。主として必須アミノ酸のトリプトファン含量の少ないトウモロコシを主食とする地域の人々に発生している。

皮膚症状としては、日光にさらされる手, 足, 顔, 首すじや, 皮膚のすれやすい肘, ひざなどに左右対称に紅斑を生じ, しだいに赤褐色に変わり汚い皮膚炎となる。一方, 口唇炎や口角炎, 舌炎など, ビタミンB<sub>2</sub>欠乏症と類似の症状も観察される。更に消化器症状として, 嘔気, 下痢, 嘔吐, 食欲不振が, 精神神経症状として, 頭痛, 不眠, めまい, 無気力, 健忘症が, また重症になると幻覚, 妄想, 痴呆になるとさえ言われている。つまりこのビタミンの欠乏症は皮膚, 消化器, 神経系の三つの特徴的な症状が観察されている。一般にペラグラは徐々に進行し, 冬には軽快し夏には憎悪を繰返し, ついには死に至るとまで言われているが, 幸いにして日本では死亡する程の重症例はないとされている。しかしアルコール飲用者で, 食事ことに蛋白質をほとんど摂らない粗食者や, 極端な偏食者 (肉, 魚, 卵, 牛乳などすべて嫌い) に, 典型的なペラグラが観察されている。

一方, ペラグラによる精神分裂症 (痴呆) の治療に, ナイアシンを1日10g 投与したり, あるいは高脂血症の治療に大量を投与すると, 顔面が紅潮した

### 3章 ビタミンの効用

り、また消化器潰瘍のある人は悪化したり、不整脈や肝毒性の副作用もあることが最近報告されている。

#### 4. ビタミンCと壊血病

長旅の航海に出た人々の死の病として恐れられた壊血病に、新鮮な果実や緑黄色野菜が有効であることは、数百年も前から知られていた事実であったが、ビタミンC（アスコルビン酸）が結晶として取り出されたのは、1928年ウシの副腎からである。しかし現在までCの生理作用については、ビタミンB群の補酵素としての重要な役割と違って、まだ十分に解明されているとはいえない。しかし結合組織とくにコラーゲンの生成と維持についての機能は比較的よく研究されている。動物体内全蛋白質の約30%を占めるコラーゲンの生成とその維持が、C欠乏のため障害をうけ、毛細血管から出血しやすくなり、あちこちの皮下で出血が生じ、同時に全身倦怠、脱力、食欲不振等が起こり、やがて歯ぐき、筋肉、骨膜、粘膜にも出血が起こり、その部分が腫れ痛み、更に血尿、血便を見ることになり、感染症に対する抵抗力も弱まってついには死に至る。

一方、Cはチロジンの代謝にも関与し、メラニン色素の生成に影響があるとされている。更に生体の還元反応に関与しているので、還元的環境をつくって酵素や生体膜の安定化に寄与していると考えられている。なお抗酸化剤、つまり酸化防止剤として食品に利用されている。なお癌や老化との関係は後章で述べる。

#### 5. ビタミンAと夜盲症

ビタミンA（レチノール）の重要な作用の1つは、視覚における作用で、哺乳動物の網膜の感光上皮細胞中の桿体（光を感じる）成分〔視紅、ロドプシン＝オプシン＋レチナール（ビタミンAアルデヒド）〕の構成要素であり、他の1つの生理作用は、動物の成長や組織上皮細胞の形成に関与していることである。ビタミンAとロドプシンの関係については図2を参照してほしい。

まず光が当たるとロドプシン中の11-シス-レチナールが、全トランス-レチナールに変化し、同時にオプシンが離脱し、この際の光の吸収が視細胞の興奮を惹起し、ものが見えると言われている。全トランス-レチナールはアルコール脱水素酵素（補酵素はNADで、先のニコチン酸が構成成分）によって、大部分がビタミンAに還元され血液中のビタミンAと交換する。一部はレチ

ナルイソメラーゼ（酵素）によって、11-シス-レチナールに変わり、オプシンと結合してロドプシンを再生する。従って血液中のAの不足は視紅成分の補給を途絶えさせ、薄暮に眼が見えにくくなり（夜盲症）、やがて眼球が乾燥し始め、角膜の軟化が起こり遂には角膜が穿孔し失明することになる。

成長や組織の正常保持作用も知られているので、Aの欠乏は上皮細胞の萎縮を招き、皮膚粘膜がカサカサして乾燥し、さめ肌、とり肌（皮膚角化症）のようになり、同時に感染症に対しても抵抗力が弱まる。なお癌との関係については後章で述べる。

ところで前に述べたビタミンB<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、ニコチン酸、ビタミンCは水溶性のビタミンなので、大過剰に摂ってもすぐ尿中に排泄されるから、過剰症は観察されないが、Aは脂溶性のビタミンのため過剰に摂ると体内に蓄積して過剰症を起こす。症状としては、食欲不振、体重減少、脳圧亢進のため激しい頭痛や吐気、肝臓・脾臓の肥大、子供の成長の遅れ、抜毛、リウマチの様な四肢の疼痛性腫脹、月経不順などが観察されている。

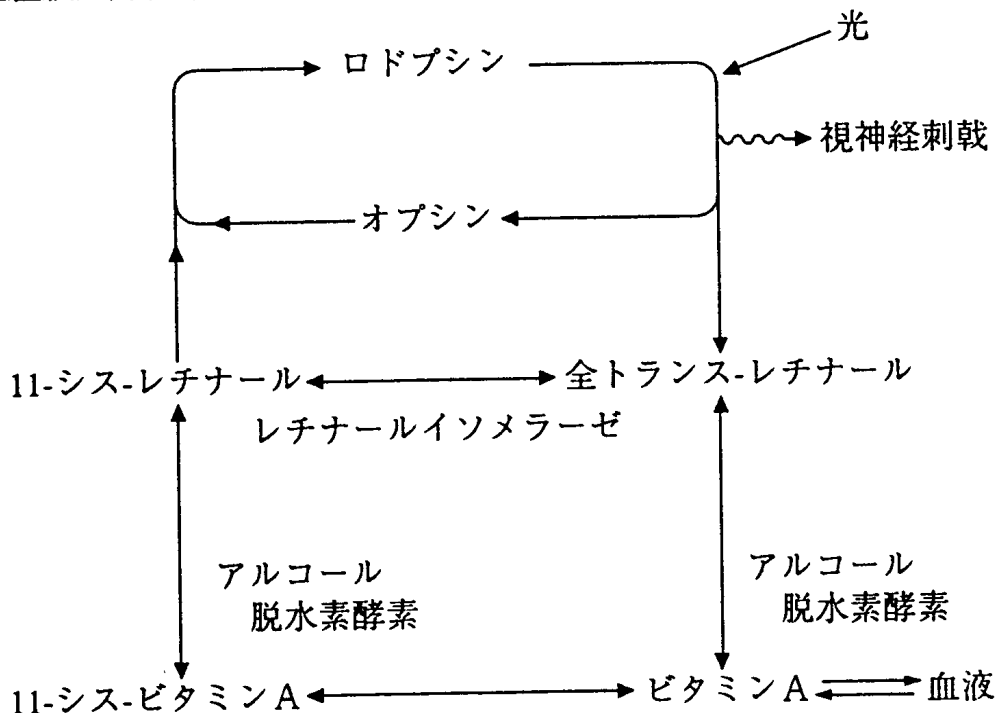


図2 ビタミンAとロドプシン

## 6. ビタミンDとくる病・骨軟化症

ビタミンD（カルシフェロール）は抗くる病因子として古くから知られているが、天然にはむしろ、プロビタミンDとして存在している。先にも述べたが



### 3章 ビタミンの効用

紫外線照射によって皮膚組織の7-デヒドロコレステロール（プロビタミンD<sub>3</sub>）からビタミンD<sub>3</sub>に変わり酵母や椎茸の中のエルゴステロール（プロビタミンD<sub>2</sub>）もビタミンD<sub>2</sub>に変わる。プロは「前」の意味でビタミンの母体あるいは前駆体である。ビタミンAのプロビタミンはカロチンという色素であるが、後章の食品に含まれるビタミンのところで説明する。

さてビタミンDは小腸から、カルシウムおよびリン酸の吸収を促進させ、一方では副甲状腺ホルモンと協力して骨に働き、血清中のカルシウムとリンの値を高める。ビタミンDそのものは生理作用がなく、肝臓で代謝（水酸化）され、このものが更に腎臓で水酸化されて活性型に変わり、小腸や骨に移行し血清カルシウム濃度を調節する作用を発揮する。従って肝臓や腎臓が悪い場合には二次的にDの欠乏症状を認める場合がある。Dの欠乏症状は、骨にカルシウムが沈着することを妨げるために、骨の発育・石灰化が障害され、特に骨の成長の盛んな乳幼児、小児においてはくる病が生じる。つまりくる病は、石灰化が阻害されて骨の軟化が起こり、骨格の異常即ち脚の骨はO脚、X脚になり、脊椎は湾曲し、頭蓋骨の変形も観察される。歩行や運動は遅れ、歩行不能となることもあり、また歯の発育も遅れ歯質も良くない。骨の成長のとまった成人でのD欠乏は、血中の無機リンが減少し、骨からカルシウムが抜け出すため骨が軟化し変形することになる。骨盤部、脊椎、肋骨などにも病変が生じ骨折しやすくなり、所謂、骨軟化症という病気になる。腎臓の悪い人で、人工透析をしている人はDの活性化が悪いため、骨軟化症を起こすことがある。この場合予防のために当然活性型のDの投与を考えなければならない。

Dもまた脂溶性のビタミンであるので過剰症が知られている。動物にDを大量投与すると、腎臓や動脈に異常な石灰化が生じ、極端な場合は死に至る。ヒトでは食欲不振、吐気、便秘、皮膚乾燥、口渇、多飲、多尿、あるいは血管、腎臓の組織の石灰化、骨の複雑骨折等の症状が報告されている。

#### 7. その他のビタミン

##### (1) ビタミンB<sub>6</sub>

ネズミの抗ペラグラ因子として見出されたもので、ピリドキシン、ピリドキサル、ピリドキサミンの3種がある。水溶性のビタミンで光に対して不安定、特にアルカリ性では速やかに分解される。

アミノ酸の重要な代謝反応のほとんどすべての酵素の補酵素として機能している。従って蛋白質の代謝に関与することになる。(図1-③, ④を参照)

欠乏症はネズミのペラグラ皮膚炎, 舌炎が知られているが, ヒトでは腸内細菌がB<sub>6</sub>を合成することもあって, 確実な欠乏症は観察されていない。しかしB<sub>6</sub>と拮抗する作用を持つ薬(例えば抗結核薬のイソニコチン酸ヒドラジド)を連用すると, 神経炎やけいれん等の副作用が起こり, また有用な腸内細菌を殺してしまうような抗生物質を服用すると, 食欲不振, 吐気, 口唇炎や口内炎, 舌炎などが生ずる場合がある。これは一種のB<sub>6</sub>欠乏症として理解されている。その他, 脂漏性皮膚炎やペラグラ様皮膚炎, 神経炎も観察されることがあると言われている。

最近, B<sub>6</sub>を神経衰弱や自閉症, 筋肉疲労などの治療に大量投与すると, 手足や口の周辺が無感覚になったり, 歩行困難になったりするなどの症状が現れ, 末梢神経系に有害であるとの報告がある。従って, 特定のビタミンの大量服用は, B群全体のビタミンの不均衡を招く危険性があるのかもしれない。

## (2) パントテン酸

パントテン酸はひなの抗ペラグラ因子, 酵母, 乳酸菌の成長因子として見つけられたものである。水溶性で酸, アルカリ, 熱に不安定である。糖質代謝, 脂肪酸代謝時の重要な補酵素 CoA の構成成分であるが, ヒトにおいては固有の欠乏症は観察されていない。しかし動物においては種によって異なっているが, パントテン酸欠乏は幼若動物で起こりやすく, 成長停止, 体重減少が共通して見られ, ひなのペラグラ, ラットの毛髪色素欠乏症, マウスの神経系障害(興奮性で狂暴になる)が特徴的である。代謝とビタミンの関係は図1の①, ②を参照してほしい。

## (3) ビタミンB<sub>12</sub>

1948年, ウシの肝臓から悪性貧血に有効な赤色の結晶が分離された。分子の中に金属のコバルト原子を含むために赤い色であり, コバラミンと呼ばれている。水溶性で pH4.5~5.0では安定であるが, アルカリ性では分解されやすく, 光にも鋭敏に反応して不活性化される。

赤血球の発達や骨髄, 神経細胞の機能に必要であると言われている。従って欠乏により悪性貧血を生じる。B<sub>12</sub>は腸内細菌によっても合成され吸収されて

### 3章 ビタミンの効用

利用されているが、消化管からの吸収には胃粘膜で生産されるムコ蛋白質（内因子）が必要とされているので、胃粘膜の障害のあるヒト、胃切除者は吸収の障害が起こる。また吸収部位の小腸に病変があれば吸収は阻害されることになる。

#### (4) 葉酸

ヒト、サル、ひなの抗貧血因子の1つとして、またある種の乳酸菌の成長因子として、肝臓や酵母から取られたもので、始めはビタミンM (monkey)、ビタミンBc (chick)あるいは肝L. casei因子とも言われていた。しかしほうれん草の葉から有効成分が抽出されたのに因んで葉酸と名付けられた。

橙黄色の結晶で水にやや溶けにくく熱には安定であるが光に不安定である。核酸やアミノ酸の代謝系における補酵素として重要な役割を果たしている。従って葉酸が欠乏すると、核酸代謝の異常で赤血球の正常な生成に障害が起こり、巨大赤芽球性貧血（大赤血球性貧血）を生じる。しかし葉酸は腸内細菌により合成されるので、一般に欠乏は起こりにくいとされている。

#### (5) ビオチン（ビタミンH）

酵母の発育因子として卵黄から、また抗皮膚炎因子（抗卵白障害因子）として肝臓から見出された。水溶性で熱、光、酸、アルカリに安定なビタミンである。

体の中ではビオチンを含む酵素として、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を固定転移させ糖質や脂肪の代謝に関係している。（例えばピルビン酸をオキサロ酢酸へ、図1-⑤参照）。ところが卵白中の塩基性蛋白質アビジンと特異的に結合しこの生理作用はなくなる。腸内細菌によって合成され利用されるので、一般に欠乏症は生じないとされているが、生卵白の大量の摂取や、腸内細菌を抗生物質で殺した場合などは欠乏症が生じることになる。ネズミでは皮膚炎、脱毛、成長停止、異常姿勢などが知られ、ヒトでも摂取カロリーの30%を乾燥卵白として与えると（考えられないことであるが）、10週後に憂うつ、幻覚、疲労感、鱗屑状皮膚炎が生じたという。しかし卵黄中にはビオチンが多く含まれているので、生の全卵を摂ったときはビオチンの欠乏にはならない。

#### (6) ビタミンE（トコフェロール）

1922年、ラットの生殖に関係するビタミンとして発見された。無色～淡黄色

の粘稠な油状物で、油にはとけ水にはとけない。酸性では熱に安定であるがアルカリ性では簡単に分解され、また紫外線に対しても不安定である。強い抗酸化作用があるので、食品添加物の酸化防止剤に指定されている。私達の体の中の生体膜に対しても同様の機能を果たしていると類推されているので、過酸化脂質生成を防止するとして現在大いに利用されている。なお癌や老化との関係は後章で述べる。

ネズミではEの欠乏で雄の場合は精細胞が萎縮し精子の産生が衰え、雌は受胎はするが胎仔は正常に発育せず死亡して吸収される。ウサギやモルモットではE欠乏で筋の萎縮が起こる。腸内細菌で合成され利用されるので、ヒトにおいては確かな欠乏症は観察されていない。しかし未熟児や乳幼児では赤血球の溶血が見られ、また黄疸にかかりやすいと言われている。

#### (7) ビタミンK

血液凝固ビタミン (Koagulation vitamin) という意味でビタミンKと名付けられた。淡黄色の脂溶性物質で光やアルカリに対して不安定で簡単に分解される。

このビタミンKは体の中では肝臓で、生理的に不活性な前駆体から活性のプロトロンビンを生成する段階に作用していると考えられている。血液凝固の機構は複雑であるが、簡単に書けば図3のようになる。

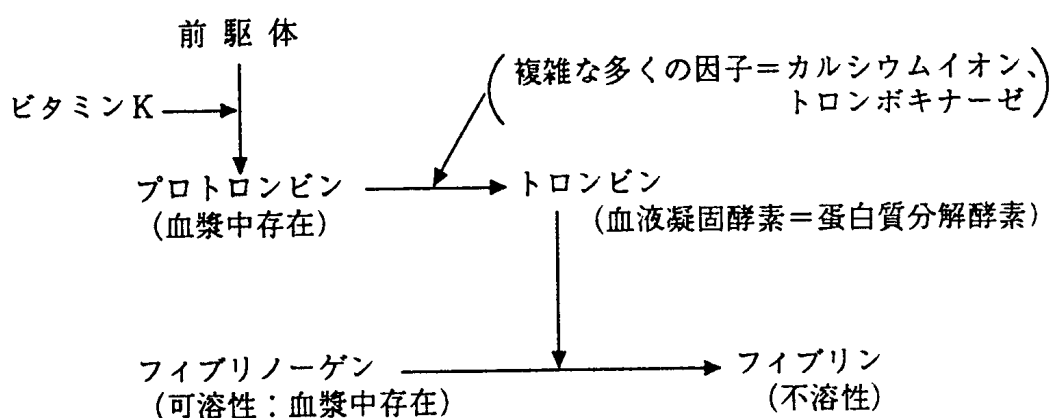


図3 ビタミンKと血液凝固

腸内細菌によって合成されるので、通常ヒトでは欠乏症は起こりにくいですが、血液中プロトロンビン量の少ない新生児や、抗生物質を使用した患者では、Kの欠乏により血液凝固時間の延長が起こり出血傾向が観察される。また胆汁分

### 3章 ビタミンの効用

泌が減少すると血中プロトロンビン量が減少すると言われている。これはKが脂溶性ビタミンのため、吸収されるときに胆汁が必要なためで、胆汁不足によりK欠乏になったと考えられている。

一方、ビタミンKは過剰では溶血性貧血（赤血球の破壊で起こる）や黄疸を生じさせると言われている。

#### (8) その他の水溶性ビタミン

a-コリン：動物の脂肪肝予防因子として1930年に発見。アルカリ性物質でリン脂質レシチンの成分である。生体内ではメチオニン、セリンから生成され、神経伝達物質アセチルコリンの母体である。ネズミでは欠乏すると肝機能が低下し脂肪肝になる。レシチンの成分のためヒトでは欠乏することはなく、含量の多い食品は卵黄、肝臓、大豆である。

b-パラアミノ安息香酸：細菌の成長促進因子として1940年に発見。シロネズミではこのビタミンが欠乏すると、毛の色が灰色に変わるので抗灰髪因子（Anti-gray hair factor）という。葉酸の一構成成分でもあり、海藻中に含まれている。

c-イノシトール：1928年、脂肪代謝に関与するビタミンとして見つめられた。イノシトールリン脂質の構成成分で、欠乏症はマウスの脱毛、成長停止、脂肪肝が知られている。酵母、米糠に多く含まれている。

d-リポ酸：ビタミンB<sub>1</sub>と共同してピルビン酸の代謝に関与している。（図1-①参照）。微生物の増殖促進作用がある。動植物界に広く分布しているのでリポ酸の欠乏症を起こさせる動物実験は未だ成功していないと言われている。

e-ビタミンL：乳汁分泌（lactation）に関与するところからビタミンLと名付けられた。肝臓から得られたものをL<sub>1</sub>（アントラニール酸）、酵母から得られたものがL<sub>2</sub>（アデニルチオメチルペントース）で、両者が共同して催乳作用を示す。動物では欠乏によって授乳不能になる。酵母に多く含まれている。

f-ビタミンP：ビタミンCと共同して毛細血管の保護即ち、毛細血管が脆くなり血液が血管外に滲出することを防ぐ作用をすることから、滲透性（permeability）を支配する意味でビタミンPと名付けられた。Pの作用を

もつものは植物のフラボノイド（ルチン＝そばに多い，ヘスペリジン＝柑橘類の皮）があるが，レモンの汁からも淡黄色色素（チトリン）が分離されている。PはCの含まれているところに一緒に存在し，高血圧患者の出血防止や血圧低下に利用されている。

g-ビタミンU：1950年，潰瘍予防因子として発見された。熱に弱く100℃で効力はなくなる。キャベツの葉，レタス，卵，牛乳に存在している。

#### (9) 必須脂肪酸（ビタミンF）

ラットにリノール酸，リノレン酸を完全に除いた食餌を与えると，鱗状尾，脱毛，不妊症，成長抑制などが起こることが知られている。アラキドン酸を含むこれらの高度不飽和脂肪酸は，ヒトを含めて動物体内で合成されないから食物から摂らねばならない。そのため必須脂肪酸と呼ばれている。かつてビタミンF（fatty acid＝脂肪酸）と呼んだが，必須アミノ酸をビタミンとしないように，また1日所要量が約3～6gという大量なことから，ビタミンに入れないうちもある。植物油など食品中に豊富に含まれているので，ヒトでは通常欠乏症は起こらない。ただし不飽和脂肪酸のため非常に酸化されやすく，摂取するときは量に見合ったビタミンEの摂取を必要とする。

アラキドン酸など炭素数20個の高度不飽和脂肪酸から，重要な生体成分プロスタグランジン（子宮筋の収縮，末梢神経の拡張，腸管の平滑筋の収縮作用などを示す）が生成されることがわかり種々の研究が進められている。

### 4節 ビタミンの所在と1日所要量

ビタミンの欠乏状態は食品からの栄養摂取が不十分な場合だけでなく，吸収の阻害や，体での要求量が増した時（例えば発熱，重労働，激しい運動などエネルギーが要求されるとき）に認められる。特に腸内細菌はビタミンの補給に大きく貢献しているので腸内細菌の生育を抑制するような抗生物質の服用時には，ビタミンの欠乏症が惹き起こされるかもしれないことを頭にいれておく必要がある。

さてこの章では特に重要なビタミンがどのような食品に多く含まれ，また1日にどの位必要か簡単に説明しよう。

### 3章 ビタミンの効用

#### 1. ビタミンB<sub>1</sub>

抗神経炎作用，脚気に有効なB<sub>1</sub>がはじめ米糠から抽出されたように，糠は含量が多い。その他植物界では穀物の胚芽，豆類，いも，緑葉菜，酵母等に多く含まれ，動物界では肝臓，卵黄に多い。肉は一般に少ないが豚肉は例外的に多く含んでいる。

ところで，ハマグリ，アサリ，シジミ，などの二枚貝，淡水魚，わらび，ぜんまい等にはビタミンB<sub>1</sub>分解酵素（チアミナーゼ・アノイリナーゼ）が存在しているが，この酵素は加熱すると不活性化するので，これらの食品を生で食べない限り，まず安心と考えられる。なおヒトの腸内細菌からもこの分解酵素を産生する菌が見出されている。

一方ニンニク，ニラ，ネギの香の成分アリシン（allicine）はB<sub>1</sub>と結合して化学的に安定なアリチアミン（allithiamine）となり，このものは水にとけにくく吸収率もよくなる。このことを利用するためB<sub>1</sub>の誘導体は化学的に合成され，吸収されやすいようにしてあり，これを活性ビタミンB<sub>1</sub>と称している。

B<sub>1</sub>の所要量は消費熱量1,000カロリーに対し0.3mg位とされているが，組織が飽和される量は1,000カロリー当り平均0.33mgとされているので，安全量を考慮して0.4mgとすると，成人男子2,500カロリー当り1.0mgとなる。もちろんエネルギー消費が高まっている発熱時や重労働時，それに妊婦や授乳婦はB<sub>1</sub>の必要量が少々高くなる。

B<sub>1</sub>は水溶性のため大量摂取しても蓄積貯蔵されることはなく，過剰分は尿中に排泄される。一般に吸収は量的に10mgまでは投与量に応じて腸管からの吸収量が増加するが，10mgを越えるとそれ以上摂取しても吸収されないとされている。従って必要量は食品から毎日摂るように心がけ，一方，B<sub>1</sub>の調理加工中の損失は約30%とされているので，その分は余分に摂る必要があろう。

#### 2. ビタミンB<sub>2</sub>

成長促進作用や抗口角炎，抗口唇炎等，皮膚炎に有効なB<sub>2</sub>は，ほとんどの食品に含まれているので，一般に需要は満たされていると考えられている。特に植物では緑葉菜，穀類の胚芽，酵母に，動物では肝臓，肉，卵，チーズなどに豊富に含まれている。

1日の所要量は成人男子で通常1,000カロリー当たり0.55mgで、1日およそ1.3mgとされている。女子では1.1mg程度の摂取が必要であろう。また繊維質の摂取によって腸内細菌のB<sub>2</sub>合成能力が増加するので、その分だけ必要量は少なくてすむ。B<sub>2</sub>の調理加工中の損失は約25%とされている。

### 3. ニコチン酸

抗ペラグラ作用のニコチン酸は酵母に特に多く含まれているが、その他、小麦胚芽、豆類、獣肉、魚肉、肝臓など動植物組織中に広く分布している。

所要量は成人男子1,000カロリー当たり6.6mgで1日の必要量17mg程度となる。もちろん必須アミノ酸トリプトファンから生成されるが、その60mgがニコチン酸1mgに相当すると言われている。ニコチン酸の調理中の損失は約10%程度と言われている。

### 4. ビタミンC

抗壊血病作用のあるビタミンCは新鮮な野菜、果実に多く、野菜は白色部より緑色部に多く含まれている。果実では柑橘類、イチゴ、柿に多い。緑茶にも比較的多く含まれているが、紅茶やウーロン茶にはCは含まれていない。

Cは食品の保存や調理加工中の損失が大きく、条件にもよるが、40~70%で普通50%程度の損失と考えた方がよい。従って出来る限り新鮮な食品を摂ることが望ましい。またニンジン、キュウリ、カボチャなどにはビタミンC破壊酵素（アスコルビン酸酸化酵素）が存在するので、組織が破壊されるとCを酸化してしまう。しかし一度煮ると酵素は不活性化される。もみじおろし（大根と人参の生）が不都合な理由はこの酵素のためである。もちろん繊維を摂るためであればかまわない。

Cの1日所要量は体重1kg当たりほぼ1mgとされている。従って男子60mg、女子50mgが必要である。小児は体格の割に代謝が激しいので3割増、妊婦も代謝亢進と体重増加を見込んで5割増、授乳婦は15割増が必要とされている。母乳中にはビタミンCは飽和状態にあると考えられているが、牛乳中にはCはほとんど含まれていないので、人工栄養児はこの点注意すべきであろう。

### 5. ビタミンA

抗眼疾、上皮粘膜保護作用のあるビタミンAそのものは、動物性食品にのみ存在している。即ち肝油、バター、卵黄である。肉は一般に少ないがウナギの



### 3章 ビタミンの効用

みは例外で肉に含まれている。一方植物性食品には体の中でビタミンAに変わる物質プロビタミン（ビタミンの母体又は前駆体）がある。ビタミンAのプロビタミンはニンジンやカボチャ、ほうれん草等に含まれている色素カロチンで、その他緑葉菜、しそ、（浅草）のり等にも多く含まれている。

本来のAの他にプロビタミンAもあり、同一重量でもAの効果が異なるので、生理効果をもとにして、国際単位 I. U. (International Unit) が定められている。ビタミンAは $0.3\mu\text{g}$ を1 I. U.,  $\beta$ -カロチンは $0.6\mu\text{g}$ , その他のプロビタミンAは $1.2\mu\text{g}$ を1 I. U. としている。但しカロチンの吸収率は食品の種類や調理方法で異なり、一般に油脂類と一緒に摂ると吸収はよくなるが、日本ではAの給源となる植物性食品のカロチンの平均吸収率を30%としている。

さてビタミンAの1日所要量は成人男子で2,000 I. U., 女子1,800 I. U. であるが、カロチンで摂る場合は一応その3倍の I. U. が目標になっている。しかし少なくとも所要量の半分は本物のビタミンAで摂ることが望ましいとされている。

Aは脂溶性ビタミンにため過剰摂取すると蓄積され、過剰症が生ずることは既に前に説明してある。一方みかん、カボチャ等のカロチンの過食で皮膚や粘膜が黄色くなる現象（柑皮症）があるが、危険はない。

ビタミンAおよびカロチンの調理中の損失は平均20%程度で、ビタミンEやCは酸化に弱いこのAの保護効果がある。

#### 6. ビタミンD

くる病を予防するビタミンDは魚類の肝臓や肝油、また卵黄に少し含まれ、プロビタミンD<sub>2</sub>として椎茸、酵母に、プロビタミンD<sub>3</sub>として動物の皮膚細胞に存在する。

1日の所要量は幼児で400 I. U. でビタミンD<sub>3</sub>の $10\mu\text{g}$ に相当する。くる病の治療は300 I. U. でできるが、青少年や成人は100 I. U. で十分であるとされている。しかし妊婦や授乳婦はカルシウム代謝が亢進しているので、400 I. U. 必要であるとされている。DはAと同様過剰症があることは前に説明した。Dの吸収には胆汁酸塩が必須であるとされている。従って胆汁分泌の少ない人や閉塞性黄疸で胆汁の腸内排泄が妨げられるとDの吸収は阻害されることにな

る。

Dは貯蔵，加工，調理に対して比較的安定で損失はないと考えられている。

## 7. その他のビタミン

その他のビタミンの1日の所要量と食品中分布を一括して表3に示した。

表3. その他のビタミンの1日所要量と食品中の分布

	種類	1日所要量	分布	備考
水溶性 ビタミン	ビタミンB <sub>6</sub>	1.6~2.0mg	酵母，穀類，豆類，魚肉， 獣肉，肝臓	通常で足りる。
	パントテン酸	10~15mg	広く分布する。酵母，肝， 卵黄，胚芽，根菜に多い。	〃
	ビタミンB <sub>12</sub>	3 μg	動物の内臓，赤身肉，魚 類。	〃
	葉酸	0.1~0.2mg	肝，腎，キノコ，酵母，緑 葉に豊富に分布する。	〃
	ビオチン	0.15~0.3mg	ほとんどすべての食品，卵 黄，肉類，豆類，酵母。	〃
脂溶性 ビタミン	ビタミンE	(20~30mg)	植物油，卵，全粒穀物，肝 臓。	日本では決まっていな い。
	ビタミンK	不明	緑黄野菜，大豆油，根菜。	
	ビタミンF	(3~6g)	植物油。	

## 5節 癌や老化とビタミン

ビタミンの1日所要量は前章で学んだように，栄養上の目的からは最高でせいぜいビタミンCの50~60mgであり，特別の場合を除いては通常の食生活で所要量を十分に満たし健康保持に十分であると考えられている。しかし最近になってビタミンが老化や風邪や肝炎等の予防や治療に有効であるとして大量に使われている。いずれにしる所要量の50倍，100倍の大量を用いなければ効かないとすれば，栄養素としてではなく医薬品として使用していると考えなければならない。ビタミンCが欠乏すれば壊血病になるが，Cを与えれば治癒し，他の薬を与えても決してよくなる。しかし風邪にCが効くといっても，アスピリンも効く。風邪はビールスが起こす病気で，ビールスを殺す薬は現在の

ところないから、結局、体の抵抗力を強めて自分自身の治癒力で治したと考えるべきであろう。

#### 1. ビタミンC

さて、ビタミンCの話に戻りますが、ノーベル賞（1954年化学賞、1962年平和賞）をもらったポーリング博士（物理化学者で医者ではない）が、ビタミンCは風邪ウイルスの核酸を破壊するから風邪の予防や治療に有効であるとして、Cの大量の服用をすすめ、また自分で実践したことから、日本でも大きな反響が起こり、臨床的にもためしている病院がある。その後Cの抗ビールス作用を利用して、肝炎ウイルス（B型肝炎）の発生を予防すると報告された。即ち輸血後に1日2g以上投与した患者では、肝炎の発生率は0.2%、投与しなかった群では7%の発生率を示したというわけである。

一方体の中でビールスの増殖を抑えるインターフェロンの産生をCが促進する効果を有するという報告、発癌物質のニトロソアミン（野菜などに含まれる硝酸塩から生ずる亜硝酸と肉や魚に含まれる二級アミンが胃の中で反応して生ずる化学物質）の生成をCが妨げる効果をもつという報告、実際に癌患者に1日5g以上服用させると寿命を延長させる効果があるという報告もある。

またビタミンCの本来の生理作用と考えられるコラーゲンの生成やその維持を正常に保つことから、毛細血管の血管壁の脆弱化を防ぎ、このことが動脈硬化に有効ではないかと予想されることコレステロールの低下作用や、Cの抗酸化作用で、過酸化脂質の生成を抑制し、老化や動脈硬化の防止に役立つのではないかと期待されている。

しかし一方ではこのような大量のC投与で逆に有害になるとの報告もある。即ちビタミンCは尿酸値を高めるので、痛風の患者では腎臓結石（尿酸結石）のおそれがあること、大量のビタミンCは溶血を起こしやすいこと、健康な成人に2週間にわたって1日0.5~1.5gを与え、その後正常の摂取量に戻すと、血清及び血球中のCの値がかえって正常のヒト以下であったことなども報告されている。またビタミンB<sub>12</sub>の吸収を阻害するとも言われている。

ビタミンCの1日所要量は個人差が大きいとも考えられるが、またどの程度のCを摂れば、病気の予防や治療に役立つかという問題については、未だ十分に研究されているとは言えない。

## 2. ビタミンE

ビタミンEは強い抗酸化作用をもつので、生体膜を構成する不飽和脂肪酸の過酸化を抑制し、膜の安定化に役だっていると考えられている。一般に過酸化脂質が血管障害、腫瘍、老化に関係があると信じられている。例えばビタミンEの欠乏動物では、大動脈や頸動脈に動脈硬化の所見があり、Eを投与した動物ではこのような動脈硬化の発生が抑制されたという報告、アラキドン酸の過酸化プロスタグランジン $G_2$ 及び $H_2$ から作られるトロンボキサン $A_2$ が、血管を収縮し血小板を凝集させて血栓の形成を促進させ、心筋梗塞や脳梗塞発生と密接に関連すること、また不飽和脂肪酸の多い脂肪を与えると乳房腫瘍の発生率が増加し、Eを投与するとその腫瘍の発生率を低下させること、無毛マウスに紫外線を照射すると高率に扁平上皮癌が発生するが、抗酸化剤の投与によってその発生が抑えられることなどの報告が数多くある。これらの実験は、「生体の中の抗酸化剤の不足が過酸化脂質の増加を招き、この過酸化脂質がいろいろ老化と関係のある病気（成人病あるいは老年病？）の促進因子として働き、この時Eはこの過酸化を抑制して予防効果を発揮するのだ」とする解釈に手助けするかもしれない。

一方ビタミンEの大量投与は、ビタミンKの代謝を阻害するため、血液の凝固時間を長引かせ、出血の素因を作ることも報告されている。

ヒトに対するビタミンE大量投与の影響（好影響、悪影響に関わらず）については、なお未知の点が多いと考えられている。

## 3. ビタミンAと $\beta$ -カロチン

ビタミンAの生理作用のうち、粘膜上皮組織と粘液分泌能の正常保持の作用があることは既に学んだが、Aの欠乏により粘膜組織が異常を来すと、細菌に感染しやすくなり皮膚の角化も始まる。

A欠乏の動物では、気管上皮の核酸に結合する化学発癌物質の能力は、正常動物に比較すると4倍も大きいことが報告されている。またハムスターの頸部に入れられた発癌物質の発癌作用は、Aを摂ることによって防御されたとの報告もある。

ヒトにおいては、Aの摂取量と肺癌の発現率の間に逆の関係があるとノルウェーで疫学的に確かめられている。緑黄色野菜中の $\beta$ -カロチンはビタミンA

### 3章 ビタミンの効用

のプロビタミンであるが、 $\beta$ -カロチンの摂取量と肺癌の発現との間に逆の関係がある。即ち $\beta$ -カロチンは抗癌作用物質であり、抗腫瘍効果を持つと報告されている。また $\beta$ -カロチンの比較的多い食事は、長い間煙草を喫っているヒトの肺癌の危険もまた減少させるかもしれないと報告されている。

癌が発生する機構は現在のところ、細胞の染色体の中で眠っている発癌遺伝子(DNA)を、イニシエーター(initiator, 起爆者)で眼を覚まさせ、プロモーター(promotor, 促進者)で発達させて癌化させる二段階が考えられている。従ってイニシエーターとなるある化学物質が、遺伝子DNAを傷つけて眼を覚まさせても、プロモーターが促進させない限り癌化は起こらず修復されてしまうことになる。ビタミンAや $\beta$ -カロチンは、このプロモーターの作用を抑制する作用があると言われている。なおAは糖タンパクや糖質コルチコイドの合成に関与しているので、免疫機能を賦活化したり、ストレスに対する抵抗力をますともいわれている。

しかし、ビタミンAは脂溶性ビタミンなので、過剰を摂ると蓄積して害にもなることをもう一度思い出してほしい。

#### おわりに

高血圧、心臓病、糖尿病、貧血、胆石、痛風、肝炎、肥満といった成人病や病気が増加している事実は、食生活が理想的とは言えないからであろうか。特に子供達の食生活はバランスの良い食生活が必要である。①体の活動に必要なエネルギー源である糖質、脂質、②体の発育、筋肉組織の消耗を補充するタンパク質、③糖質、脂質、タンパク質をうまく代謝し、円滑に調節するビタミンとミネラル、などを量、質ともにバランスよく摂取することが重要である。現在の子供達の食生活は動物性脂肪の過剰(ハンバーグ、ハム、ソーセージ、ピザ、スパゲッティ、焼そば、ギョウザ、唐揚げ、その他)であり、糖質過剰(間食としてのインスタントラーメン、スナック菓子、ジュース、その他)であり、緑黄色野菜の不足になっているかもしれない。

昭和60年11月、厚生省はビタミンCやビタミンEのとり過ぎに警告を発した。即ち、厚生省は、「ビタミンCについて世界各国でいくつもの試験調査が

行われた結果、風邪に有効という成績は得られず、現在、米国では風邪とビタミンCの関係は公式に否定されている。」とし、また米国のある医療施設が、ビタミンCによる癌の予防効果は否定されるとの報告を基にして、「米国医学会はこの報告を高く評価し、ポーリング博士らの報告は科学性に欠ける。」と判断している。

更にビタミンCが大量に与えられると肝臓の機能の一部が低下するという研究があること、日本人の通常の食生活ではビタミンCをかなり多く摂取していることなどから結論として、「ビタミンCが大切な生理作用をもっていることは否定しないが、そのことと大量摂取とは全く別の問題である。」と述べている。

一方、ビタミンEについて厚生省は、「老化を遅らせたり、寿命を延ばすのに効果があるかどうかは、科学的に確認されていない。」と述べている。ビタミンEは表3にもあるように、日本での1日所要量は決まっていない。またほとんどの食品に含まれていて、普通の食事を摂っている限り欠乏症はみられていない。一方市販の製品を使っている人の中に、湿疹、かぶれ、下痢などの症状を訴える人がいることも事実である。

すでに述べたように以下に挙げる食品は、一つまたはそれ以上のビタミンの給源になっている。即ち、肝臓（レバー）、卵（卵黄）、チーズ、バター、強化マーガリン、全乳、魚（ニシン、サケ、マグロなど）、緑黄色野菜、黄色果実、豆類、堅果（くるみなど）、全粒穀物食品、赤肉、赤身肉、豚肉、貝類、生野菜、ジャガイモ、サツマイモ、コーン、イチゴ、柑橘類、レタス、キャベツ、ホウレンソウ、植物油等である。したがって、平均的で普通の食事をする人々にとって補足的にビタミンを必要とすることはほとんどないと考えられる。

もちろん、ビタミン欠乏症は発展途上国ではなお見られているが、先進国ではまず普通にはみられていない。ビタミンを十分に摂るのは、生命にとって欠かせないことであるが、過度のビタミン摂取はなお十分に研究する必要がある。