



5

栄養と代謝





食品と栄養素



栄養素

◇ 栄養素とは

【生理学】

栄養素は、通常飲食物として消化管をとおして摂取する物質のうち、生命活動、成長、生理機能の維持などに必要な物質群をいう。

◇ 栄養素の分類

【生理学】

栄養素は蛋白質、脂質、糖質(炭水化物)、ビタミン、ミネラル(無機質)、水の6種類に分類される。

1. 三大栄養素

栄養素のうち**蛋白質、脂質、糖質(炭水化物)**は、身体の構成成分として、また身体活動のエネルギーとなるアデノシン三リン酸(ATP)の産生材料として**大量に必要とされるため、三大栄養素(マクロ栄養素)**とよばれる。

2. その他の栄養素

三大栄養素以外のビタミンとミネラルは身体で必要とされる量が少ないため**微量栄養素(ミクロ栄養素)**とよばれる。

代謝

代謝とは

◇ 代謝とは

【生理学】

代謝¹⁾とは、生体が生きていくために起こる生化学的な反応²⁾のすべてをいう。

◇ エネルギー代謝とは

【生理学】

個体は栄養素を摂取し、そこから得られたエネルギーをATPに変換する。また個体はATPにたくわえられたエネルギーを使って活動し、かつ生体機能を維持している。これらの過程でおこるエネルギー変換(ATPの合成と分解)をとくにエネルギー代謝という。

栄養素のエネルギー

◇ エネルギーの単位

【生理学】

さまざまな栄養素はそれぞれエネルギー³⁾をもつが、そのエネルギー量は熱量⁴⁾であらわされる。なお栄養素がもつエネルギー量は、一般に熱量の単位のひとつであるカロリー(cal)⁵⁾をもちいる。

-
- 1) 代謝： 代謝は大きく異化と同化に分けられる。異化は、複雑な分子を単純な分子へ分解することによってエネルギーをえる過程である。いっぽう同化はエネルギーを使って単純な分子から複雑な分子を合成する過程である。
 - 2) 生化学的な反応： 代謝における生化学的な反応の多くは、化学反応を進行させるためにはたらく物質である酵素による反応であるが、代謝には生体膜内外の物質移動によっておこる反応もふくまれる。
 - 3) エネルギー(energy)： ある物理系が他に対して仕事をする能力をもつとき、これをその系のエネルギーという。たとえば運動する物体がもつ能力は、運動エネルギーという。熱もエネルギーの一種であり、熱運動の運動エネルギーである。すなわち熱エネルギーの実体は、その系を構成する微粒子がおこなう熱運動の運動エネルギーの総和である。
 - 4) 熱量： 熱エネルギーは熱運動の運動エネルギーであり、これがもつ熱の量(エネルギー量)を熱量という。
 - 5) カロリー(記号:cal)： カロリーという言葉は、ラテン語で「熱」を意味する“calor”に由来する。カロリーという単位は、かつて広くもちいられていたが1948年の国際度量衡総会を契機に、この単位は使用されなくなった。しかし日本の計量法では、今でも食物または代謝の熱量の単位としてカロリーが使用されている。カロリーはかつて「1gの水の温度を標準大気圧下で1°C上げるのに必要な熱量を1calとする」と定義されていた。しかし水の比熱はその温度によってことなる。このため現在カロリーは、エネルギーの標準的な単位であるジュール(記号:J)をもちいて、「1cal=4.184J」と定義される。これは水1gの温度を16.5°Cから17.5°Cに上げるのに必要な熱量とほぼ同じである。

◇ 各栄養素がもつエネルギー量

【生理学】

飲食物から吸収された三大栄養素⁶⁾が体内で分解されるとき、**1gあたり糖質は約4kcal、蛋白質は約4kcal、脂質は約9kcalのエネルギー**を放出する。放出されたエネルギーは熱に変化したり、アデノシン三リン酸(ATP)に蓄えられて各細胞で利用される。

◇◇ エネルギー代謝

◇ エネルギー摂取量とエネルギー消費量

【生理学】

個体は、飲食物からえたエネルギーによって活動し、かつ生体機能を維持している。このために**飲食物から得ているエネルギー量をエネルギー摂取量**という。いっぽう**生体を使うエネルギー量をエネルギー消費量**という。

一般に一定の期間においてエネルギー摂取量とエネルギー消費量が同じであれば、体重の増減はおこらない。体重が増加するのは、エネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回ったときであり、逆の場合は体重が減少する。

◇◇ エネルギー摂取量

◇ エネルギー必要量

【生理学】

生体に必要とされる1日のエネルギー量を**エネルギー必要量**という。ただしエネルギー必要量は、身長、体重、身体活動量などにより個人差がある。

飲食物から得るエネルギー量や栄養素のバランスは、健康の維持・増進、エネルギー・栄養素欠乏症の予防、生活習慣病の予防、過剰摂取による健康障害の予防に大きな影響をあたえる。このため厚生労働省は、エネルギーおよび各栄養素の摂取量の基準を**食事摂取基準⁷⁾**として示している。

6) 三大栄養素： 食事から摂取されるエネルギー産生栄養素の理想的なカロリー摂取バランス(PFCバランス)は、蛋白質13～20%、脂質20～30%、炭水化物50～65%とされている。

7) 食事摂取基準： 食事摂取基準は、望ましいとされる1日当たりの栄養素の摂取量の基準を年齢別、性別、身体活動レベル別に示したものである。

◇ エネルギー消費量

◇ 総エネルギー消費量

【生理学】

生体における1日あたりの総エネルギー消費量は、以下の過程のエネルギー消費量の合計である。

- 生命を維持するために最低限必要とされるエネルギー量(基礎代謝量)
- 食事をすることによって体内で栄養素が分解されるときに、そのエネルギーの一部が熱として消費されるエネルギー量(特異動的作用)
- 日常生活活動や運動などの身体活動に消費されるエネルギー量

◇ 基礎代謝と基礎代謝量

【生理学】

基礎代謝は、安静覚醒時に生命を維持するために最低限必要とされるエネルギーをいう。また基礎代謝にもちいられる1日あたりのエネルギー量を基礎代謝量という。基礎代謝量は総エネルギー消費量の約60%をしめる。

1. 基礎代謝量の測定方法

基礎代謝量は、以下の条件で測定される。

- 12時間以上の絶食
- 安静仰臥位で、筋の緊張を最小限にした状態
- 快適な室温で、心身ともにストレスの少ない覚醒状態

2. 成人の基礎代謝量

健康成人の平均的な基礎代謝量は、成人男性では1500kcal/day、成人女性で1200kcal/dayである。

3. 基礎代謝量の特徴

基礎代謝量は以下のような条件でことになってくる。

- 体表面積が広いほど体表面から奪われる熱量が多いため、体表面積が広いほど基礎代謝量は大きい。なお基礎代謝量は体表面積あたりで表すと個人差が小さい。
- 体表面積当たりの基礎代謝量は、出生後から成長期が終了するまでは、

成長にともなう活発な代謝⁸⁾が行われるため、小児の方が成人より高い。

- 体温 [p.550]が高いほど体内でつくられる熱量が多いため、**体温が高いほど基礎代謝量は大きい。**
- 身体の組織別の基礎代謝量⁹⁾は**肝臓、脳、骨格筋で高く**、これらの器官は基礎代謝がおこなわれる主な場となる。
- 骨格筋の量が多く脂肪組織が少ない**男性は、女性にくらべて基礎代謝量が大きい。**なお脂肪組織¹⁰⁾では代謝があまり活発におこなわれないため、**身体の脂肪量が多いと、基礎代謝量は小さくなる。**
- 骨格筋の量は加齢とともに減少するため、**基礎代謝量は加齢にともなって低下する。**

4. 基礎代謝量の調節

基礎代謝を亢進する要因としては以下のようなものがある。

- **環境温度の上昇や体温の上昇は基礎代謝を亢進する。**
- 甲状腺¹¹⁾から分泌される**サイロキシン**や**トリヨードサイロニン**は**基礎代謝を亢進する。**
- **アドレナリン**(副腎髄質ホルモン)や**副腎皮質刺激ホルモン**は**基礎代謝を亢進する。**

◇ 特異動的作用

【生理学】

特異動的作用(食事誘発性産熱反応) [p.551]とは、**食物が体内に摂取された後、栄養素¹²⁾が消化・吸収され、他の物質に変換・貯蔵される過程などでエネルギー(ATP)が消費され、その際に熱が産生される反応をいう。**

-
- 8) 成長にともなう活発な代謝： 基礎代謝量の生涯を通じての最高値は10歳代にみられる。また体重1kgあたりの基礎代謝量(基礎代謝基準値)でみると、これがもっとも高いのは1~2歳頃である。
- 9) 組織別の基礎代謝量： 組織別の基礎代謝量は、肝臓が全体の27%、脳が19%、筋骨格筋が18%であり、この3器官のみで全体の60%以上を占める
- 10) 脂肪組織： 脂肪組織の基礎代謝量は全体の4%程度にすぎない。
- 11) 甲状腺： 甲状腺ホルモン(サイロキシンやトリヨードサイロニン)は代謝を亢進する作用をもつため、バセドウ病などの甲状腺機能亢進症では、基礎代謝が亢進し体温上昇などの症状をしめし、粘液水腫やクレチン病などの甲状腺機能低下症では、基礎代謝が低下して低体温となる。
- 12) 栄養素： 特異動的作用は蛋白質を摂取したときに最も強くおこり、摂取カロリーの約30%に相当するエネルギーが消費される。いっぽう炭水化物では約6%、脂肪では4%のエネルギーが消費される。特異動的作用は約6時間持続する。

◇ 活動時エネルギー消費量

【生理学】

身体活動によるエネルギー消費は、運動によるものと、家事などの日常生活活動が該当する非運動性身体活動によるものがある。これは総エネルギー消費量の約30%をしめる。

ただし身体活動によるエネルギー消費量には、大きな個人差があり、一般に身体活動が活発であるほど、そのエネルギー消費量は大きくなる。

◇ エネルギー代謝率

【生理学】

身体活動によるエネルギー消費は、その強度や時間に大きく左右される。さまざまな作業における**単位時間当りの活動の強度を評価**するためには、**エネルギー代謝率**という指標がもちいられる。

ただし、さまざまな作業時のエネルギー消費は、同じ強度の作業であっても体格によって異なる。しかし作業強度を基礎代謝量あたりで計算すると体格による個人差は消失するため、体格の差異によらずにそれぞれの作業固有の強度を表すことができる。これをエネルギー代謝率¹³⁾といい、以下の計算式で算出される。

$$\text{エネルギー代謝率} = \frac{(\text{作業時全消費エネルギー量}) - (\text{安静時消費エネルギー量})}{(\text{基礎代謝量})}$$

◇ メッツ

【生理学】

メッツ(METs)は、身体活動の強さを簡便に評価するためにもちいられる指標である。**メッツ(METs)¹⁴⁾**は活動時の代謝量を安静時の代謝量で割った値として求められるもので、**活動時代謝量と安静時代謝量の比**である。この値は、運動療法などにおいて運動強度を表示するのにもちいられる。

13) エネルギー代謝率： エネルギー代謝率は、以下の5段階に分けられる。①0～0.9は軽労作、②1.0～1.9は普通の労作、③2.0～3.9はやや重い労作、④4.0～6.9は重い労作、⑤7.0以上は激しい労作

14) メッツ(metabolic equivalents; METs)： メッツには単位がない。

各栄養素のはたらきと代謝

糖質（炭水化物）

糖質（炭水化物）とは

◇ 糖質の分類

【生理学】

糖質(糖類)は炭水化物ともよばれ、炭素(C)、水素(H)、酸素(O)からなる単糖が単独でまたは数珠状に連なったものの総称である。

なお飲食物などから摂取した**糖質**は、消化管内で糖質分解酵素 [p.272] の作用¹⁵⁾をうけ、**単糖にまで分解されなければ吸収されない**。単糖類は小腸粘膜で能動輸送によって吸収される [p.273]。

糖質は、それを構成する単糖の数から以下のように分類される。

1. 単糖類 [p.271]

単糖とはそれ以上加水分解¹⁶⁾することのできない糖の最小単位であり、これには**グルコース(ブドウ糖)**、**フルクトース(果糖)**、**ガラクトース**などがふくまれる。

2. 二糖類 [p.271]

単糖が2個つながったものを二糖といい、これには**乳糖(ラクトース)¹⁷⁾**、**麦芽糖(マルトース)¹⁸⁾**、**蔗糖(スクロース)¹⁹⁾**がふくまれる。

15) 糖質分解酵素の作用： 糖質には、ヒトの消化管で単糖類に分解できない多糖類もある。これらは食物繊維(難消化性多糖類)とよばれ、セルロース(cellulose)、ヘミセルロース(hemicellulose)、リグニン(lignin)、ペクチン(pectin)、グルコマンナン(glucomannan)、グアガム(guar gum)などの物質が知られる。ヒトはこれらを分解する酵素をもたないため、単糖として吸収されることはないが、整腸作用や、高コレステロール血症、糖尿病、大腸癌、便秘、肥満、痔疾、高血圧などの疾患を予防し、軽快させる作用がある。

16) 加水分解： 加水分解とは、化合物が水と反応することによっておこる分解反応のことをいう。電気的な極性を持つ化合物が水と反応するとき、水分子のうち水素イオン(H⁺)と水酸化物イオンには、化合物を構成する陰イオンが結合し、水酸イオン(OH⁻)には、化合物を構成する陽イオンが結合する反応がおこる。

17) 乳頭(ラクトース; Lactose)： 乳糖(C₁₂H₂₂O₁₁)は、哺乳類の乳汁に含まれている糖類であることから命名された。また、植物ではレンギョウの花粉中にふくまれている。

18) 麦芽糖(マルトース; maltose)： 麦芽糖(C₁₂H₂₂O₁₁)は、デンプンを構成する主成分のアミロースの構成単位である。名称の由来は、発芽させたオオムギに湯を加えることによってデンプンが糖化したもの(モルト; Malt)に多くふくまれることによる。

19) 蔗糖(スクロースまたはサッカロース; sucrose)： 蔗糖(C₁₂H₂₂O₁₁)は、植物に貯蔵糖として広く存在する二糖類である。食品としての蔗糖は、砂糖の主成分であり、サトウキビやサトウダイコン(テンサイ)などから抽出し、純度を高めて結晶化したものである。なお蔗糖の結晶を大きく成長させると氷砂糖になり、蔗糖を約170°Cに加熱すると、カラメル(キャラメル)とよばれる褐色の物質に変化する。

3. 多糖類 [p.272]

単糖が10個以上つながっている物質を**多糖類**という。食品中の糖質の多くは**多糖類**であり、これには**デンプン**²⁰⁾や**グリコーゲン**²¹⁾がある。このうち**グリコーゲン**は動物の体内において、**エネルギー産生の原料であるグルコースを貯蔵**²²⁾をするためにもちいられる多糖類である。

◇ 糖質のはたらき

【生理学】

糖質(炭水化物)は、おもに**エネルギー源(ATPの産生材料)**となる。糖質が分解されるときに産生される**1gあたりのエネルギー量は4kcal**である。

1. 糖質のはたらき

体内の糖質のうち、**単糖であるグルコースは、血糖(血中グルコース)**として**血中に多くある**。**血糖(血中グルコース)**は、身体すべての**細胞におけるアデノシン三リン酸(ATP)産生の原料**となる。また一部の糖質は**核酸やアミノ酸、脂質の合成**にも利用される。

2. 糖質の過剰摂取

糖質を過剰に摂取すると、余分な糖質は体内で**脂質(中性脂肪)**に変換されて、**脂肪細胞に取りこまれて貯蔵される**。このため**糖質の過剰摂取は、単純性肥満、脂肪肝や2型糖尿病**をきたす。

◇◇ 糖質代謝

◇ 嫌氣的エネルギー産生過程

【生理学】

嫌氣的エネルギー産生過程 [p.20]は、細胞内に**取りこまれたグルコース**

-
- 20) **デンプン(澱粉;starch)**: デンプンは水中で沈殿することから、この名がある。デンプンはその構造によって**アミロースとアミロペクチン**に分けられる。アミロースは直鎖状の分子で、分子量が比較的小さい。アミロペクチンは枝分かれをもつ鎖状分子で、分子量が比較的大きい。デンプンの中にはアミロースとアミロペクチンの両者が共存している。
- 21) **グリコーゲン(glycogen)**: グリコーゲンは、デンプン(アミロースやアミロペクチン)と同じく**グルコースがグリコシド結合によって多数結合した鎖状の物質**であるが、アミロペクチンよりもはるかに**分岐が多く、分岐の先がさらに分岐し、網目構造をとる**。
- 22) **グルコースを貯蔵**: グリコーゲンのおもな蓄積臓器は**肝臓と筋肉**である。グリコーゲンは**直接ブドウ糖に分解できる**という利点があるため、**血液中のグルコース濃度の調整(他組織へのグルコース供与)と運動時のエネルギー産生**に使用される。

を嫌氣的に分解してATPを獲得する過程であり、解糖²³⁾ともよばれる。

1. 解糖の原料

嫌氣的エネルギー産生過程(解糖)の原料になるのはグルコース(ブドウ糖)のみである。

2. 解糖の特徴

グルコースの嫌氣的分解経路²⁴⁾(解糖)は、さまざまな酵素によって単糖であるグルコース²⁵⁾を、酸素をもちいずにピルビン酸に分解する過程である。

- 解糖におけるグルコース分解は加水分解²⁶⁾ではなく嫌氣的分解である。
- 解糖はひろく細胞質全体においておこなわれる。
- 細胞への酸素供給が十分なときには、解糖はいちじるしく抑制²⁷⁾される。ただし酸素供給のあるなしにかかわらず、解糖はつねにおこなわれている。
- 有酸素運動以外の運動、すなわち瞬発的で激しい骨格筋運動(無酸素運動²⁸⁾)を行っているときは細胞への酸素供給が追いつかなくなるため、解糖によるATP産生が活発におこなわれる。
- 解糖によってグルコースが分解されて生ずる物質(最終産物)は、ATPとピルビン酸(あるいは乳酸)である。
- 解糖においては、その初期段階で1分子のグルコース分解に2分子のATPを消費し、最終段階で4分子のATPが産生される²⁹⁾。このように解糖において産生されるATPは差し引き2分子であり、他のATP産生機構にくらべ

23) 解糖: 解糖は、ほとんどすべての生物にそなわっている糖の代謝経路であり、もっとも原始的な代謝系である。

24) グルコースの嫌氣的分解経路: グルコースの嫌氣的分解は、エムデン-マイヤー-ホフ経路(Embden-Meyerhof pathway)によっておこなわれる。この経路は10段階の化学反応によっておこなわれ、1分子のグルコースが2分子のピルビン酸に分解される。

25) 単糖であるグルコース: 食物中の糖類(糖質または炭水化物)の多くは多糖類として存在し、これは単糖が数珠状に連なった分子である。口から摂取された食物中の多糖類は消化管内に分泌される糖質分解酵素(加水分解酵素)によって単糖類にまで分解される。この分解過程は水と酵素をもちいた反応(加水分解)によっておこなわれる。すなわち単糖類は、これ以上加水分解できない糖としての最小単位である。グルコースも単糖類のひとつで、消化管から吸収されたグルコースは細胞内に取りこまれた後、解糖によってさらに分解されて、この過程でATPを獲得している。なお解糖とよばれるグルコースの分解過程は、加水分解(水をもちいた化学反応)によるものではなく、複数の酵素をよる複雑な反応による。

26) 加水分解: 加水分解とは、ある化合物が水の付加反応によって、その一部またはすべての結合が切断されることをいう。消化管内における多糖類から単糖類への分解は、加水分解によっておこなわれる。

27) いちじるしく抑制: 嫌氣的条件下において解糖は活発におこなわれるが、好氣的条件下ではその速度が強く抑制される。これをパストゥール効果(Pasteur effect)という。これはおもに解糖系酵素であるホスホフルクトキナーゼが嫌氣的条件下で活性化される一方、好氣的条件下では阻害されることによる。この現象は微生物から高等動物まで広くみられる。

28) 無酸素運動: 無酸素運動とは、筋収縮に必要なエネルギーの供給を解糖など嫌氣的代謝によりおこなう骨格筋運動をいう。速い運動で、運動の初期にみられる。

29) ATPが産生される: 解糖系ではATPが使われるが、最終的にはその消費量を上回るATPを産生することができる。

少量のATPしか産生できない。

◇ 好氣的エネルギー産生過程

【生理学】

好氣的エネルギー産生過程^[p.22]では、酸素の供給のもとにアデノシン二リン酸(ADP)にリン酸を結合させることによって、アデノシン三リン酸(ATP)を生成する。このように好氣的エネルギー産生過程では、ADPの酸化リン酸化によってATPを生成する。

1. 好氣的エネルギー産生過程の原料

好氣的エネルギー産生過程におけるATP産生の原料としては、グルコース(ブドウ糖)およびピルビン酸、脂肪酸、アミノ酸などがある。このうち細胞内に取りこまれたグルコース(ブドウ糖)は、細胞質で解糖系によって分解されてピルビン酸となる。このピルビン酸は酵素によってアセチルCoA³⁰⁾となり、これが好氣的エネルギー産生過程にはいる。

2. 好氣的エネルギー産生過程の特徴

好氣的エネルギー産生過程における酸化リン酸化は、ミトコンドリア^[p.13]にあるTCAサイクルおよび電子伝達系とよばれる回路でおこなわれる。

a. TCA サイクル

- TCAサイクル(TCA回路)³¹⁾はクエン酸ができることで反応が開始されることからクエン酸回路ともよばれる。
- TCAサイクル(TCA回路)は、糖、脂肪酸、アミノ酸などからえられるアセチルCoAを酸化するシステムである。
- TCAサイクル(TCA回路)で産生されるATPは2個と少量である。またここからは二酸化炭素なども放出される。

30) アセチルCoA(Acetyl Coenzyme A): アセチルCoAは、アセチル補酵素Aの略で、化学式が $C_{23}H_{38}P_3N_7O_{17}S$ で表される有機化合物である。アセチルCoAはおもにグルコース、脂肪酸、グリセロール、アミノ酸から生成され、好氣的エネルギー産生過程ではこの物質が起点となる。

31) TCAサイクル(TCA回路; TCA cycle): TCAサイクルは、トリカルボン酸回路(tricarboxylic acid cycle)の略である。カルボン酸とよばれる有機化合物のうち、カルボキシ基(-COOH)が3つある物質はトリカルボン酸とよばれる。クエン酸はトリカルボン酸のひとつであるため、TCAサイクルはクエン酸回路ともよばれる。またTCAサイクルは、1937年にドイツの化学者クレブス(Hans Adolf Krebs, 1900-1981)が発見したことからクレブス回路(Krebs cycle)ともよばれる。

b. 電子伝達系

- 電子伝達系³²⁾では、アデノシン二リン酸 (ADP) を酸化リン酸化することによってアデノシン三リン酸 (ATP) を生成する。
- 電子伝達系はエネルギー産生効率が非常に高く、ここで産生される ATP は34個である。このように電子伝達系は、エネルギー産生過程のうちもっとも多くのATPを産生する過程である。
- 電子伝達系におけるATP産生には細胞外からの酸素供給が不可欠であり、その反応によって二酸化炭素 (炭酸ガス) がつくられ、この二酸化炭素は細胞外液中に排出される。

◇ グリコーゲンの合成・分解

【生理学】

小腸壁で吸収されたグルコース³³⁾は、門脈によって肝臓^[p.249]に運ばれる。その一部は肝細胞においてグリコーゲン³⁴⁾に合成されて、貯蔵される (糖分貯蔵)。

1. グリコーゲン合成^[p.249]

肝臓におけるグリコーゲン合成は、食事直後の血中グルコース濃度の上昇によって膵臓から分泌されるホルモンであるインスリン^[p.261]の作用や、迷走神経にふくまれる副交感神経活動の亢進^[p.485]によって促進される。

2. グリコーゲン分解^[p.249]

血液中のグルコース濃度 (血糖値) が低下すると、肝細胞内のグリコーゲンはグルコースに分解されて血液中に放出される。

肝臓におけるグリコーゲン分解は、副腎髄質から分泌されるアドレナリン³⁵⁾、膵臓から分泌されるグルカゴン^[p.261]、甲状腺から分泌されるサイロ

32) 電子伝達系 (electron-transport system)； 電子伝達系は、ミトコンドリアの内膜における水素原子 (プロトン; H) の移動によって反応が進む。

33) グルコース (glucose)： グルコースは、生体活動のエネルギー源であるATP産生において、もっとも重要な原料となる。このため健康な状態で体内に取り込まれたグルコースは、体外に出ることなく利用・貯蔵される。

34) グリコーゲン (glycogen)： グリコーゲンはグルコースが多数結合した炭水化物の貯蔵型である。おもな蓄積臓器は肝臓と筋肉である。

35) アドレナリン (adrenaline)： アドレナリンは、ノルアドレナリン、ドパミンと合わせてカテコールアミンと総称されるホルモンである。ノルアドレナリンが主として交感神経から遊離されるのに対して、アドレナリンは副腎髄質から分泌される。アドレナリンの分泌は、低血糖、出血、その他さまざまなストレスによっておこる。なお血糖値がおよそ50mg/dL以下の低血糖となると強い空腹感とともに、動悸、顔面蒼白、頻脈、発汗・冷汗、振戦などを呈するが、これらの症状は、交感神経系の興奮と副腎髄質からのアドレナリンの作用によって現れる。

キシ³⁶⁾、副腎皮質から分泌される糖質コルチコイド³⁷⁾などのホルモンの作用や、交感神経活動の亢進^[p.485]によって促進され、これらは血糖値の上昇に作用する。

◇ 糖新生

【生理学】

絶食などにより飢餓状態^{きが}におちいると肝細胞内では、ピルビン酸、乳酸、グリセロールなどの糖類以外の物質を原料としてグルコースが合成される。これを糖新生^[p.249]という。

◇◇ 脂質

◇◇ 脂質とは

◇ 脂質の分類

【生理学】

脂質(脂肪)は炭素(C)、水素(H)、酸素(O)からなり、水に不溶性で油にとける物質群の総称である。脂肪(脂質)は単純脂質、複合脂質、誘導脂質などに分類される。

1. 単純脂質

単純脂質は、アルコールと脂肪酸がエステル結合³⁸⁾した化合物で、その他の成分をふくまない脂質をいう。生物がもつ単純脂質の多くは、中性脂肪(トリグリセリド)³⁹⁾として存在する。

2. 複合脂質

複合脂質は、その分子中にリン酸や糖などをふくむ脂質をいう。生物がも

36) サイロキシン(thyroxine): サイロキシンは甲状腺から分泌される代謝を促進させ、熱産生を高める作用がある。

37) 糖質コルチコイド(glucocorticoid): 糖質コルチコイドは、おもに糖代謝を調節する作用をもつステロイドホルモンの総称である。糖質コルチコイドは副腎皮質で合成・分泌され、代表的なものにコルチゾールやコルチコステロンがある。

38) エステル結合: エステル結合は、カルボン酸(R-COOH)とアルコール(R'-OH)の間で、水(H₂O)1分子が失われて化合物(R-COO-R')を生成する結合をいう。

39) 中性脂肪(トリグリセリド; triglyceride): 生物がもつ単純脂質はアルコールとしてグリセリンをもつ。このようにグリセリンと脂肪酸がエステル結合した物質を単純脂質(アシルグリセロール; acylglycerol)と総称する。中性脂肪は、グリセリンと結合した脂肪酸の数によってモノグリセリド、ジグリセリド、トリグリセリドに分けられるが、生物がもつ中性脂肪の多くがトリグリセリドであるため、栄養学では中性脂肪とトリグリセリドは同義にもちいられる。

つ**複合脂質**には、リン脂質、糖脂質、リポ蛋白質などがある。

3. 誘導脂質

誘導脂質は、単純脂質や複合脂質から加水分解によって誘導される脂質をいう。生物がもつ**誘導脂質**には、脂肪酸、テルペノイド、ステロイド、カロテノイドなどがある。

◇ 脂質のはたらき

【生理学】

脂質が分解されるときに産生される**1gあたりのエネルギー量は9kcal**である。このため脂質⁴⁰⁾は、三大栄養素のうちもっとも効率のよいエネルギー源となる。

このため運動不足などでエネルギー消費量が少なく、かつ**脂質が過剰に摂取された場合には**、とりすぎたエネルギーは体脂肪として蓄積され、**脂質異常症(高脂血症)**をきたし、**単純性肥満**や**メタボリックシンドローム**の原因となる。

1. 中性脂肪

体内の**中性脂肪のほとんどはトリグリセリド**として存在する。トリグリセリドは、**1分子のグリセロールと3分子の脂肪酸⁴¹⁾**からなる。なおグリセロールは、**糖新生の原料**ともなる。

血中の過剰な中性脂肪(高トリグリセリド血症⁴²⁾)は、動脈硬化を促進する。

a. 脂肪細胞におけるエネルギー貯蔵

脂肪組織にある**脂肪細胞⁴³⁾**は、その細胞質内に**大量の中性脂肪を貯蔵す**

40) 脂質: 脂質は1gで約9kcalと高いエネルギーをもつため、蛋白質や糖質にうらべて場所をとらずにエネルギーを貯蔵できるメリットがある。このためエネルギー源として余った糖質は体内で中性脂肪に合成され、脂肪組織に蓄積されている。

41) 脂肪酸: 脂肪酸とは、天然の脂質の加水分解で生じる脂肪族モノカルボンの総称である。脂肪酸には、炭素数や二重結合の位置および数の違いによってリノール酸、リノレン酸、アラキドン酸など多くの種類があり、それぞれ性質が異なる。このためトリグリセリドの性質は、グリセロールにどのような脂肪酸が結合しているかによって多様である。

42) 高トリグリセリド血症(hypertriglyceridemia): 高トリグリセリド血症は脂質異常症のひとつで、空腹時の血液中に中性脂肪(トリグリセリド)が150mg/dL以上存在するものをいう。1997年の国民栄養調査では、日本人の男45%、女33%が該当する。高トリグリセリド血症は内臓脂肪型肥満の人に多い。

43) 脂肪細胞: 脂肪細胞は一般的な細胞の数倍～十数倍もの直径(120 μ m)をもつ巨大な細胞であり、その内部は1個の大きな脂肪滴で占められている。

ることができる。脂肪細胞のおもな役割は**脂肪としてエネルギーを貯蔵⁴⁴⁾**することであるが、外界からの物理的衝撃を吸収することで身体を保護したり、外界の温度変化から断熱して体温を保ったりする機能ももつ。

また脂肪滴を豊富にもつ**脂肪細胞からはレプチン⁴⁵⁾が分泌**される。**レプチンは摂食の抑制**にはたらくほか交感神経系の機能を促進するはたらきをもつ。

2. リン脂質

複合脂質のひとつである**リン脂質は肝細胞で生成^[p.250]**され、**生体膜の構成成分**となる。たとえば**細胞膜^[p.5]**は規則正しく配列した**リン脂質⁴⁶⁾**の**二重構造⁴⁷⁾**からできている。

3. リポ蛋白質

リポ蛋白質は、中性脂肪(トリグリセリド)およびコレステロールを多くふくむ球状粒子であり、血中で脂質を運搬⁴⁸⁾する役割をになう。リポ蛋白質は、その密度(比重)によって以下のように分類される。

a. カイロミクロン

カイロミクロン(キロミクロン)⁴⁹⁾は、小腸で吸収された脂質を輸送する血漿リポ蛋白質である。

-
- 44) 脂肪としてエネルギーを貯蔵: 脂質がもつエネルギー量は、同じ重さのグルコースなどに比べてはるかに大きい。また動物の糖質貯蔵物質であるグリコーゲンが多くの水分子と結合していることを含めて計算すると、脂肪はグリコーゲンの約6倍ものエネルギーを蓄える能力をもつ。このように脂肪は、大量のエネルギーを効率よく貯蔵するのに最も適した物質である。実際、平均的な体重の成人で蓄えられているグリコーゲンがもつエネルギー量は24時間程度しかもたないのに対し、脂肪として蓄えられているエネルギー量は数ヶ月間の絶食に耐えうる。すなわち、グリコーゲンは短期的なエネルギー貯蔵形態であるのに対し、脂肪は長期的かつ大量の貯蔵形態であるといえる。
- 45) レプチン(leptin): レプチンは脂肪細胞から分泌され、おもに視床下部の受容体を介して強力な摂食抑制やエネルギー消費亢進をもたらす。その作用不足は肥満症の成因に重要な関連をもつと考えられている。
- 46) リン脂質: リン脂質は、複合脂質の一種であり、リン酸と脂質(脂肪)である脂肪酸が結合した物質である。リン脂質は1つの分子内に、水になじむ「親水基」であるリン酸と、水になじまず油(脂質)になじむ「疎水基」(親油基)である脂肪酸の両方をもつ分子(両親媒性分子)である。このようにリン脂質は両親媒性をもつため、界面活性剤としての作用をもつ。
- 47) 二重構造: リン脂質は、親水性のリン酸に疎水性である脂肪酸2本が結合した分子である。細胞内も細胞外もともに水で満たされているため、リン脂質分子は水になじむリン酸を外側(膜の表面側)に、水に反発する脂肪酸を内側にして、2重層(厚さ3.5-5.6nm)を作ってならぶ。このためリン脂質がつくる2重層の表層の部分は親水性となり膜全体は細胞内外の環境になじみ、内側には疎水性の脂肪酸が充満しているので細胞の内外をしっかりと遮断することができる。
- 48) 脂質を運搬: 水に溶けにくい脂質を血漿中で安定した状態で存在させ運搬するために、血中の脂質の多くは蛋白質と結合している。
- 49) カイロミクロン(chylomicron): カイロミクロンは、直径75~1000nm程度の比較的大きな球状粒子である。小腸の上皮細胞は、腸管で吸収された脂質を中性脂肪に再合成し、カイロミクロンとして細胞外に分泌する。

b. 低密度リポ蛋白質 (LDL)

低密度リポ蛋白質 (LDL)⁵⁰⁾は、リポ蛋白質の中でコレステロール [p.313]の含有量をもっとも多く、**肝臓で作られたコレステロールを血液を介しての末梢組織にまで運ぶ働きをもつ。**

低密度リポ蛋白質 (LDL)と複合したコレステロールを**LDLコレステロール**という。LDLコレステロールは**末梢組織にコレステロールを供給する役割**をこなす。

LDLコレステロールは過剰(高LDLコレステロール血症⁵¹⁾)にあると動脈硬化が促進されるため、悪玉コレステロールともよばれる。

c. 高密度リポ蛋白質 (HDL)

高密度リポ蛋白質 (HDL)⁵²⁾は、血管内皮など末梢組織に蓄積したコレステロールを肝臓に運ぶ働きをもつ。高密度リポ蛋白質 (HDL)と複合したコレステロールを**HDLコレステロール(善玉コレステロール)**という。**HDLコレステロールが異常に少ないと(低HDLコレステロール血症)、動脈硬化が促進される。**

4. 脂肪酸

誘導脂質のひとつである脂肪酸は、天然の脂質の加水分解で生じる物質である。融点が高い飽和脂肪酸と、低い不飽和脂肪酸に分類される。なお血液中で脂肪酸はアルブミンと結合して輸送される。

a. ATP 産生の原料

空腹時または細胞へのグルコース取りこみが障害された場合などには、体内の**中性脂肪が脂肪酸に分解される。脂肪酸は好气的エネルギー産生過程におけるATP産生の原料** [p.22]となる。なおミトコンドリアにおける脂肪酸の分解過程を**β酸化⁵³⁾**という。

50) 低密度リポ蛋白質 (low-density lipoprotein; LDL): 低密度リポ蛋白質は、直径22nm程度のリポ蛋白質である。

51) 高LDLコレステロール血症: 高LDLコレステロール血症は脂質異常症のひとつで、空腹時の血中で低密度リポ蛋白質 (LDL)にふくまれるコレステロール量が140mg/dL以上のものをいう。

52) 高密度リポ蛋白質 (high-density lipoprotein; HDL): 高密度リポ蛋白質 (HDL)は、直径7~10nmの球形の粒子であり、コレステロールを末梢組織からこれを分解する場である肝へ運搬する経路において中心的役割をこなす。

53) β酸化 (β-oxidation): 細胞においてグルコースをエネルギー源として有効に利用できず脂肪酸のβ酸化が亢進した場合、肝細胞のミトコンドリアでは大量のアセチルCoAが産生され、これはケトン体とよばれる物質に変換される。このケトン体(アセト酢酸、3-ヒドロキシ酪酸、アセトン)は血中にて、他の臓器のエネルギーとして働く。ただし血中でケトン体が過剰になると、ケトン血症やケトン尿症を引き起こし、呼吸中にアセトンが発せられ、尿中にケトン体が含まれるようになる。このような状態をケトアシドーシスという。

b. アラキドン酸代謝産物の生成

細胞膜を構成する脂肪酸のひとつであるアラキドン酸⁵⁴⁾は、細胞外液中にある酵素の作用を受けることで、他の生理活性物質に変換⁵⁵⁾される。これらの生理活性物質を**アラキドン酸代謝産物**と総称し、これには**プロスタグランジン**⁵⁶⁾や**トロンボキサン**などがふくまれる。このうち**プロスタグランジン**は**発痛増強物質**または**血管拡張物質**としてはたらく。

5. ステロイド

誘導脂質のひとつである**ステロイド**は、分子中にステロイド核とよばれる化学構造をもつ脂質の総称である。なおステロイドのうち、ステロールとよばれるサブグループに属するものを**コレステロール**という。

ステロイドは生体内で生合成され以下のような役割をはたす。

- **コレステロールは肝細胞で生成** [p.250] され、その多くは血中のリポ蛋白質 [p.311] にふくまれて血中を流れる。
- **コレステロールは細胞膜に一定の割合でふくまれており、細胞膜** [p.5] **の構成成分として不可欠である。**
- **肝細胞** [p.250] **は、コレステロールから胆汁酸を合成して胆汁中に分泌する。胆汁酸** [p.252] **は小腸における脂肪の乳化** [p.275] **にあずかる。**
- **副腎皮質や性腺の内分泌細胞ではコレステロールを原料としてステロイド型ホルモンが生成される。副腎皮質で生成されるステロイド型ホルモンとしては鉱質コルチコイド(アルドステロンなど)、糖質コルチコイド(コルチゾールなど)、副腎アンドロゲンがある。また精巣で生成されるステロイド型ホルモンとしてはテストステロンなどが、卵巣で生成されるステロイド型ホルモンとしては、エストロゲン(卵胞ホルモン)やプロゲステロン(黄体ホルモン)がある。**

54) アラキドン酸: アラキドン酸(arachidonic acid)は動物界に広く分布する不飽和脂肪酸のひとつである。これは動物の生体膜のグリセリン脂質の構成脂肪酸として重要で、膜の流動性の保持に役立っている。

55) 生理活性物質に変換: 細胞膜が刺激されると、ホスホリパーゼA2とよばれる酵素によってリン脂質からアラキドン酸が遊離される。つぎにアラキドン酸にシクロオキシゲナーゼとよばれる酵素が作用すると、アラキドン酸カスケードとよばれるプロセスを経て、プロスタグランジンG2が合成され、その後プロスタグランジンまたはトロンボキサン系が合成される。

56) プロスタグランジン: プロスタグランジン(prostaglandin; PG)はさまざまな作用をもつ生理活性物質群で、十数種の異なる物質からなるものの総称である。最初にヒトの前立腺(prostate)から見つかったためこのように呼ばれる。その生理作用としては、子宮筋収縮、血管拡張、血圧低下、腸管収縮などがある。

蛋白質

蛋白質とは

◇ 蛋白質とは

【生理学】

蛋白質^[p.273]またはアミノ酸⁵⁷⁾は炭素(C)、水素(H)、酸素(O)と窒素(N)をふくむ化合物である。

1. アミノ酸構成数

天然の蛋白質は、20種類のアミノ酸⁵⁸⁾がペプチド結合によって数珠状につながって立体構造⁵⁹⁾をなす物質である。すなわち、2~10個程度のアミノ酸がペプチド結合⁶⁰⁾したものをペプチド⁶¹⁾(オリゴペプチド)といい、これがアミノ酸数10~100個程度となるとポリペプチド、アミノ酸数⁶²⁾1000個程度となると蛋白質とよばれる。

2. 必須アミノ酸

天然の蛋白質は約20種類のアミノ酸から構成されているが、その中には生体内で合成することができないものがあり、これを必須アミノ酸という。成人にとっての必須アミノ酸としては、バリン、スレオニン、トリプトファン、フェニルアラニン、リジン、イソロイシン、ロイシン、メチオニン、ヒスチジンの9種がある。

-
- 57) アミノ酸(amino acid): アミノ酸は、アミノ基(-NH₂)とカルボキシル基(-COOH)とをもつ有機化合物の総称である。
- 58) 20種類のアミノ酸: 蛋白質の構成要素となる20種のアミノ酸としては、L-バリン、L-リジン、L-ロイシン、L-スレオニン、L-イソロイシン、L-アスパラギン、L-グルタミン、L-フェニルアラニン、L-アスパラギン酸、L-セリン、L-グルタミン酸、L-メチオニン、L-アルギニン、グリシン、L-アラニン、L-チロシン、L-プロリン、L-ヒスチジン、L-システイン、L-トリプトファンがある。
- 59) 立体構造: 蛋白質を構成するアミノ酸がもつ電気的または化学的な性質により、アミノ酸の鎖である蛋白質は折りたたまれて立体構造をつくる。
- 60) ペプチド結合(peptide bond): ペプチド結合とは、2分子のアミノ酸のカルボキシル基(-COOH)とアミノ基(-NH₂)が、脱水縮合して形成される化学結合である。蛋白質を構成するアミノ酸はすべてこのペプチド結合によりつながっている。
- 61) ペプチド(peptide): 構成アミノ酸の数が10個以下のペプチド結合からなるものはオリゴペプチド、それ以上の多数のペプチド結合からなるものはポリペプチドと習慣的によばれている。蛋白質は、長鎖状のポリペプチドの1本ないしは数本が立体構造を形成する。
- 62) アミノ酸数: 多くの蛋白質は100-400個のアミノ酸から構成されるが、一部には1000個以上のアミノ酸からなるものもある。

◇ 蛋白質のはたらき

【生理学】

蛋白質はそれぞれが固有の立体構造をとることで、さまざまな組織の構成材料になるだけでなく、たがいに協調して生命活動そのものを支えている。

1. コラーゲン

コラーゲン⁶³⁾は、多細胞動物の細胞外基質(細胞外マトリクス)の主成分となる線維状の蛋白質である。コラーゲンはおもに結合組織にあって、真皮、靭帯、腱、骨、軟骨などを構成し、組織や骨格の維持に重要な役割を果たす。

2. 血漿蛋白

血漿蛋白質は、血漿にふくまれる蛋白質の総称である。血漿蛋白質には、おもにアルブミン^[p.88]、フィブリノゲン^[p.89]、グロブリン^[p.90]などがふくまれる。

a. アルブミン

血漿アルブミン(血清アルブミン)は、血漿中にもっとも多くふくまれる蛋白質⁶⁴⁾である。

血漿アルブミン⁶⁵⁾は、食物中の蛋白質が消化管内で分解されてできるアミノ酸が小腸から吸収され、このアミノ酸を原料として肝臓で生成⁶⁶⁾され、血中にながれる。このため血清アルブミン量⁶⁷⁾は、食事からの蛋白摂取量(栄養状態)をしめす指標となる。

血漿アルブミンの作用は、以下のとおりである。

- アルブミンは、正常な状態では毛細血管壁から血管外にでることなく血管内に偏在する。血液中にアルブミンがあることで、血液の浸透圧は間質液の浸透圧よりも高く維持されるため、血漿膠質浸透圧は血漿アルブミンによって維持されている。このように血漿膠質浸透圧は間質液中(血管外)の水分を血管内に引き込む力としてはたらく。
- アルブミンは、血液中の不溶性の脂肪酸、間接ビリルビン^[p.76]などと結

63) コラーゲン(collagen): コラーゲンは膠原ともよばれる。人体中のコラーゲンの量は、全蛋白質のほぼ30%を占める。コラーゲンの機能不全は、皮膚、眼、関節、骨、靭帯、心血管系などの全身的な異常を引きおこし、膠原病やリウマチ性疾患をきたす。

64) もっとも多くふくまれる蛋白質: 血漿蛋白質はすべてで100種類以上のものがあるが、このうち血漿アルブミンは血漿総蛋白の約60%をしめる。

65) アルブミン(albumin): アルブミンは分子量6万7000の分子量の小さな蛋白質である。アルブミンの語源は、卵白(albumen)にある。

66) 肝臓で生成: アルブミンは肝細胞で1日あたり6-12g生成され、その約40%が血液中に流れている。

67) 血清アルブミン量: 血清総蛋白(血中総蛋白)や血清アルブミン量は、経口摂取される蛋白質の量に左右されるため栄養状態の指標として重要である。

合して、これらを輸送する。

- 細胞へのアミノ酸の供給源⁶⁸⁾となる。

血漿アルブミン量は、原料となるアミノ酸の摂取不足、肝臓におけるアルブミンの生成障害、血管外へのアルブミンの遺失などにより、減少することがある。これを低アルブミン血症という。低アルブミン血症では、血漿膠質浸透圧が低下することで血管外の水分(間質液の水分)を血管内に引きこむ力が弱まる。このため低アルブミン血症では、間質液の水分量が増加して全身性浮腫をきたす。

また低アルブミン血症では、細胞へのアミノ酸供給量が減少するため、筋肉量の低下をきたす。

b. フィブリノゲン

フィブリノゲン(フィブリノーゲン)は肝臓で生成される血漿蛋白質であり、フィブリンの前駆物質⁶⁹⁾である。フィブリノゲンは、血管壁が破綻した時(出血時)におこる血液凝固^[p.91]において、トロンビンの作用をうけてフィブリンに変換されることで、止血にあずかる。

このため低フィブリノゲン血症では、血液凝固の遅延や出血傾向をみる。

c. αグロブリンとβグロブリン

αグロブリンやβグロブリンには、トランスフェリン^[p.75]や血液凝固の第IX因子(クリスマス因子)^[p.91]などの血漿蛋白質がふくまれる。

d. γグロブリン

γ^{がんま}グロブリンは、B細胞(Bリンパ球)から分化した形質細胞(プラズマ細胞)^[p.83]が産生する血漿蛋白質である。

γグロブリンは免疫反応において抗原と特異的に反応して、体液性免疫⁷⁰⁾(液性免疫)にはたらく。このようにγグロブリンは、抗原に特異的に結合することから抗体または免疫グロブリンともよばれる。γグロブリン(抗体)には、IgA、IgE、IgM、IgG、IgDがある。

血中γグロブリン量が低下(低γグロブリン血症)すると、免疫力が低下して易感染性をきたす。

68) アミノ酸の供給源： 血漿アルブミンの約4%は筋肉、皮膚、肝臓、腎臓などの細胞に取りこまれ、ここでアミノ酸に分解されて、細胞内につくられる蛋白質の原材料となる。

69) 前駆物質： 前駆物質は一連の化学反応において特定の物質が生成されるとき、より前段階にある物質のことをいう。

70) 体液性免疫： 免疫のうち、抗原を特異的に認識して排除するために抗体が中心的役割を果たすものを体液性免疫という。これに対しとくにT細胞が抗原の排除に主役を担うものを細胞性免疫という。

3. ミオシンとアクチン

ミオシンとアクチンは、筋細胞原形質の主成分となる。これらは筋フィラメントを構成する収縮蛋白質であり、筋収縮はアクチンフィラメントがミオシンフィラメントに滑りこむことによっておこる。

4. ヘム蛋白質

体内のおもなヘム蛋白質⁷¹⁾としては、ヘモグロビンやミオグロビンがある。

a. ヘモグロビン

ヘモグロビン⁷²⁾(血色素)は赤血球中にあり、鉄イオン(Fe^{2+})をふくむ蛋白質であり、成熟赤血球内では、そのほとんどをヘモグロビンがしめる⁷³⁾。ヘモグロビンは酸素分子など⁷⁴⁾と可逆的に結合する能力をもつ。すなわちヘモグロビンは血中の酸素分圧が高いところでは酸素と結合し、酸素分圧が低く二酸化炭素分圧が高いところでは酸素を放出する性質をもつため、酸素運搬体としてはたらく。

b. ミオグロビン

ミオグロビン⁷⁵⁾は心筋や骨格筋細胞内で酸素を貯蔵する蛋白質である。

ミオグロビンはとくに赤筋線維⁷⁶⁾(遅筋線維)に多く含まれる。

5. アミノ酸

ATP産生の原料となるグルコースや脂肪酸が体内で枯^こ渴^{かつ}してくると、筋組織などにある蛋白質が分解されて、ここから遊離した一部のアミノ酸からグルコースが生成される。このようにアミノ酸は、糖新生によるグルコース合成に利用される。

またアミノ酸が分解されるときに産生される1gあたりのエネルギー量は

-
- 71) ヘム蛋白質(heme protein): ヘム蛋白質とは、分子中にヘムをもつ蛋白質の総称である。
- 72) ヘモグロビン(hemoglobin; Hb): ヘモグロビンは、分子量約6万7000で4つのサブユニット(四量体)で構成される蛋白質である。ヘモグロビンはヘムと、グロビンとよばれるポリペプチドからなる。
- 73) ヘモグロビンがしめる: 赤血球は骨髄における産生の最終段階で細胞内の細胞核、ミトコンドリア、リボソーム、ゴルジ体、小胞体などの細胞内小器官を失うため末梢血中の赤血球はヘモグロビンを入れた袋であるといえる。
- 74) 酸素分子など: ヘモグロビンと結合する分子としては、酸素以外にも一酸化炭素や水素イオンなどがある。一酸化炭素(CO)のヘモグロビンとの結合能は、酸素の約250倍高いため、一酸化炭素をふくむ空気を取りこむと、ヘモグロビンによる酸素供給を低下させ、頭痛、めまい、嘔吐などの中毒症状(一酸化炭素中毒)をおこす。
- 75) ミオグロビン(myoglobin): ミオグロビンは153個のアミノ酸残基からなる1本のポリペプチドと、鉄1原子を含む1個のヘム基(ヘム鉄)からなるヘム蛋白である。筋細胞の崩壊により血中に放出され、ヘモグロビンの1/4程度の大きさであるため腎糸球体で濾過されて尿中に排出される。
- 76) 赤筋線維: 筋線維のうち、ミトコンドリアやミオグロビンを豊富にふくみ、赤みを帯びた色調のもの赤筋という。多量のミトコンドリアによってATPが十分に供給されるため、高く疲労しにくい、収縮運動は遅い。このため赤筋は遅筋ともよばれる。赤筋は身体の姿勢を保持する筋など、持続的に収縮する筋に多くみられる。

4kcal⁷⁷⁾である。

6. その他

- 蛋白質は細胞内液に多く存在し、細胞内の負の電位を維持する。
- 蛋白質はペプチド型ホルモン⁷⁸⁾や神経伝達物質、消化酵素の主成分となる。

◇◇ 蛋白質代謝

◇ 蛋白質代謝

【生理学】

生体内の蛋白質⁷⁹⁾はつねに一定量が産生され、それとほぼ同量の蛋白質が分解されつづけている。

1. 蛋白質合成

ヒトの体内でつかわれている蛋白質は5-10万種類⁸⁰⁾にのぼるといわれる。あるひとつの蛋白質において、それを構成するアミノ酸の並び順と構成数(アミノ酸配列)は一定であり、これはDNA(デオキシリボ核酸)_[p.10]のもつ遺伝情報によって決められている。

細胞核にあるDNAの遺伝情報はメッセンジャーRNA(伝令RNA; mRNA)_[p.43]に転写され、細胞質内のリボソームに運ばれる。さらに細胞内でアミノ酸を運ぶトランスファーRNA(tRNA)⁸¹⁾のはたらきによって、リボ

-
- 77) cal: カロリー(cal)は、熱量の単位であり、ラテン語で「熱」を意味する"calor"に由来する。1999年10月以降、日本の計量法でカロリーは「食物又は代謝の熱量の計量」のみに使用できる。元々のカロリーの定義は、「1グラムの水の温度を標準大気圧下で1°C上げるのに必要な熱量」である。ただし水の比熱はその温度によって異なる(0°Cで4.218J/g、100°Cで4.216J/gなど)ため、現在では1カロリー=4.184Jと定義される。
- 78) ペプチド型ホルモン: おもなペプチド型ホルモンとしては、各種の視床下部ホルモン、下垂体前葉ホルモン(甲状腺刺激ホルモン、成長ホルモン、副腎皮質刺激ホルモン、卵胞刺激ホルモン、黄体形成ホルモン)、下垂体後葉ホルモン(バソプレッシン、オキシトシン)、カルシトニン、副甲状腺ホルモン(パラソルモン)、膵臓ホルモン(グルカゴン、インスリン、ソマトスタチン)、消化管ホルモン(ガストリン、セクレチン、コレシストキニン)などがある。
- 79) たとえば体重60kgの成人男性において、身体にある蛋白質は約8kgである。このうち1日に合成される蛋白質は、筋肉で約80g、肝臓で約40g、消化管で約50g、その他30gで、合計約200gである。いっぽう身体にある蛋白質は約200g弱が分解され、そのほか毛髪・爪・皮膚からの脱落、唾液・汗からの分泌、尿などにより約50gが失われている。このように全体では蛋白質の合成と分解と喪失はほぼ同量であり、平衡状態をたもっている。また身体にある蛋白質は、平均約80日でその1/2が入れかわる。
- 80) 5-10万種類: かりに蛋白質が、20種類のアミノ酸100個からできているとすると、これによってできる蛋白質は20¹⁰⁰種類になり、これは10¹³⁰に相当する天文学的な数である。しかし実際にヒトでもちいられている蛋白質の種類は5-10万にすぎず、理論的にできる蛋白質の種類数にくらべはるかに少ない。これは安定的な立体構造をとるアミノ酸配列は、実際には少ないことに起因すると考えられている。
- 81) トランスファーRNA(transfer RNA;tRNA): トランスファーRNAは転移RNAともよばれ、73-93塩基からなる小さなRNAである。リボソームの蛋白質合成部位でmRNA上の塩基配列を認識し、対応するアミノ酸を合成中のポリペプチド鎖に転移させるためのアダプター分子である。

ソームで遺伝情報にしたがったアミノ酸配列をもつ蛋白質が合成される。

2. 蛋白質分解

細胞内の蛋白質の一部は絶えずアミノ酸に分解される。アミノ酸の一部はふたたび蛋白質を合成するための素材としてリサイクルされるが、それ以外はアンモニア⁸²⁾などにまで分解される。アンモニアは細胞から血中に出るが、これは生体にとって有毒な物質であるため、大部分は肝臓で尿素⁸³⁾に解毒_[p.251]されたのち、腎臓から尿中に排泄される。

体内の窒素のほとんどは蛋白質として存在する。また窒素⁸⁴⁾は体内で貯蔵することができないため、腎臓から尿に排泄される。このため尿には、多くの窒素およびその化合物がふくまれる_[p.359]。

呼吸商

◇ 呼吸商

【生理学】

呼吸商とは肺のガス交換において、単位時間あたりに呼気から排出される二酸化炭素(CO₂)量と吸気から摂取される酸素(O₂)量の比(CO₂排出量/O₂摂取量)をいう。

呼吸商は摂取する食物によって異なる⁸⁵⁾。かりに食事を糖質のみにした場合に、呼吸商はほぼ1⁸⁶⁾となる。ただし現実には糖質のみを摂取して生命を維持することはできないため、呼吸商はかならず1未満となる。なお日本人

82) アンモニア(ammonia): アンモニア(化学式;NH₃)は分子量17.03で、ガスとしては無色で特有の刺激臭をもつ。

83) 尿素(urea): 尿素(化学式;CO(NH₂)₂)は分子量60.06の物質である。ヒトの蛋白質分解産物の中でもっとも多く、通常尿中に25~30g/day排出され、尿中総窒素量の90%近くをしめる。

84) 窒素: 窒素(化学式;N₂)は、単体としては窒素ガスとして存在する。また蛋白質には約16%窒素がふくまれる。

85) 摂取する食物によって異なる: 食事から摂取される三大栄養素である糖質、脂質、蛋白質は、それぞれ炭素(C)、酸素(O)、水素(H)の構成比がことなる。このうち糖質は酸素をあらかじめ多くもっているため、ATP産生時に消費する酸素は少ない。これに対して脂質(脂肪酸)は、多数の炭素をもつが酸素が非常に少ないため、ATP産生時に多くの酸素を必要とする。このため脂質(脂肪酸)からATPを産生する過程では、酸素消費量のわりに二酸化炭素産生量が少ないため、呼吸商はおよそ0.71となり、三大栄養素の中では最小値をとる。なお蛋白質の元素の構成比は脂質と糖質の間であるため、呼吸商は0.85となる。

86) 呼吸商はほぼ1: ミトコンドリアでは酸素(O₂)をもちいてグルコース(C₆H₁₂O₆)を分解してATPを産生し、その結果として二酸化炭素(CO₂)と水(H₂O)が生じる。これを化学式で表記すると、C₆H₁₂O₆+6O₂=6CO₂+6H₂Oとなる。この過程では6分子の酸素(左辺の6O₂)をもちいて、6分子の二酸化炭素(左辺の6CO₂)が生じていること、すなわち糖をもちいてATPを産生するときの酸素使用量と二酸化炭素発生量が等量であることを意味する。このように糖質だけを食事から摂取したときの呼吸商は1となる。

の平均的な食事⁸⁷⁾では呼吸商は約0.8⁸⁸⁾となる。

◇◇ ビタミン

◇◇ ビタミンとは

◇ ビタミン

【生理学】

ビタミン⁸⁹⁾は、正常な生理機能を維持するために必須であり、体内で十分に生合成できないため、食物から栄養素として摂取しなければならない一群の有機化合物の総称である。多くのビタミンは、**補酵素**などとして身体の代謝を調節する。

◇◇ ビタミンの作用と欠乏症・過剰症

◇ ビタミン欠乏症・過剰症とは

【生理学】

食物からの**ビタミン摂取量が不足**すると、身体の代謝調節に異常をきたし各種のビタミンで**欠乏症**がおこる。また水溶性ビタミン⁹⁰⁾は過剰に摂取しても大部分がすみやかに尿中に排泄されるため、人体に悪影響をおよぼすことは少ない。しかし**ビタミンD、A、K、E**などの**脂溶性ビタミン⁹¹⁾**は体内、とくに肝臓に蓄積されるため過剰摂取や過剰投与により**過剰症**がおこる。

87) 平均的な食事：日本人の三大栄養素の栄養摂取比率は糖質が約60%、脂質が約30%、蛋白質が約10%であるため、呼吸商は約0.8となる。

88) 約0.8：日本人の平均的な食事では、安静時に1分間で約250mLの酸素を取り込んで、さまざまな代謝反応をおこない、その結果として約200mLの二酸化炭素を呼出する。このときの呼吸商は、200mL/250mL=0.8となる。

89) ビタミン(vitamin)： ビタミンを摂取しなければ生命を保持できない生物は一部の高等生物のみであるが、これは高等生物がビタミンを合成する能力を失ったことによる。

90) 水溶性ビタミン(water-soluble vitamin)： 水溶性ビタミンは水に溶ける性質をもつビタミンであり、B複合体とCとがある。水溶性ビタミンは体内ではほとんどが活性型に変換され、補酵素として働いている。

91) 脂溶性ビタミン(fat-soluble vitamin)： 脂溶性ビタミンは水に溶けず脂肪に溶ける性質をもつビタミンであり、A、D、E、Kの4種がある。脂溶性ビタミンは、食物中の脂肪とともに吸収されるので、脂肪の消化・吸収が障害されると、これらのビタミンの欠乏症状がおこる。また、脂溶性ビタミンは体内に蓄積されるので、摂取過多による中毒症がある。

◇ ビタミン A

【生理学】

脂溶性ビタミンのひとつである**ビタミンA⁹²⁾**は網膜・上皮細胞・軟骨などの機能維持に関与している。

1. ビタミン A 欠乏症

ビタミンA欠乏では**夜盲症⁹³⁾**のほか、角膜乾燥症、皮膚や粘膜上皮の角化などをみる。

2. ビタミン A 過剰症

ビタミンA過剰症は、小児におこりやすく、骨症状、肝脾腫、貧血などをきたす。

◇ ビタミン B 類

【生理学】

ビタミンB類⁹⁴⁾には、B1(チアミン)、B2、B6、B12、ニコチン酸(ナイアシン)、パントテン酸⁹⁵⁾などがふくまれる。

1. ビタミン B1 欠乏症

ビタミンB1(チアミン)⁹⁶⁾欠乏症としては、**脚気⁹⁷⁾**、**ウェルニッケ脳症⁹⁸⁾**など

-
- 92) ビタミンA(vitamin A)： 脂溶性ビタミンのひとつであるビタミンAは、動物の内では合成されず緑黄色野菜などの植物にふくまれるプロビタミンA(α・β・γカロチン、βクリプトキサンチン)を原料として、酵素によって転換、生成される。天然にはビタミンA1(レチノール)とビタミンA2(3-デヒドロレチノール)およびその誘導体がある。
- 93) 夜盲症： 杆体細胞にふくまれる感光色素であるロドプシンの生合成にはビタミンAが不可欠である。このためビタミンA欠乏がおこると網膜にある杆体細胞がロドプシンを合成できなくなり、暗い環境下での視力低下)および暗順応の障害をみる。これを夜盲症という。ロドプシン(rhodopsin)は網膜の視細胞のうち杆体細胞にふくまれる蛋白質である。ロドプシンは網膜にはいる光の量によって構造が変化する感光色素であり、これによって杆体細胞にインパルスが発生する。
- 94) ビタミンB類(vitamin B complex)： 最初に発見されたビタミンAとBは、それぞれ脂溶性と水溶性であることがわかり、ビタミンBについては当初単一の化合物と考えられていた。しかし実際ビタミンBにはさまざまな物質が含まれるため、ビタミンB類(ビタミンB複合体)とよばれている。
- 95) パントテン酸(pantothenic acid)： パントテン酸は、植物性・動物性食品に広くふくれているため、ヒトで欠乏することはまずない。
- 96) ビタミンB1(チアミン;thiamine)： 生体内でビタミンB1は、糖代謝の補酵素や、神経系においては神経線維の髄鞘(ミエリン)の構成物質として重要な働きをしている。
- 97) 脚気： 脚気はビタミンB1欠乏によっておこる代表的な疾患であり、明治・大正時代はわが国の国民病のひとつといわれていたが、最近では少なくなった。しかし現在でも偏食者やアルコール常用者、高カロリー輸液時に脚気を発症することがある。症状は初期には全体倦怠、食欲不振など不定愁訴を訴える。多発性神経障害が起こると感覚異常や運動障害をおこす。循環器障害をおこすと心臓の症状があらわれ、浮腫などを呈する。
- 98) ウェルニッケ脳症(Wernicke encephalopathy)： ウェルニッケ脳症は、1881年にウェルニッケによって記載されたビタミンB1欠乏症である。急性上部出血性脳灰白質炎ともよばれ、眼球運動障害、失調、意識障害を三主徴とするが、臨床的にはこれらすべてを呈するのは3分の1の患者にすぎない。眼球運動障害では水平性眼振、外転麻痺、両側方注視麻痺、上方注視麻痺などがみられる。また失調は失調性歩行として観察される。ビタミンB1(チアミン)は脳内の糖代謝にかかわる物質群に補酵素として作用する。このためビタミンB1(チアミン)欠乏では、脳糖代謝が低下して神経組織が障害されるものと考えられている。ウェルニッケ脳症は緊急事態であり、ただちにビタミンB1(チアミン)投与を開始しなければならない。(Karl Wernicke, 1848-1905, はドイツの神経学者)

がある。

2. ビタミン B2 欠乏

ビタミンB2(リボフラビン)⁹⁹⁾欠乏では、**口角炎、口内炎、舌炎、皮膚炎、角膜炎、結膜炎**などをみる。

3. ビタミン B6 欠乏

ビタミンB6¹⁰⁰⁾欠乏では、**口角炎、口内炎、舌炎、口唇炎、湿疹、末梢神経障害(ニューロパシー)**などをみる。

4. ビタミン B12 欠乏

ビタミンB12¹⁰¹⁾は骨髄における赤血球の新生に必須な物質である。しかしB12は**胃壁細胞から分泌される内因子¹⁰²⁾と結合していなければ、小腸から吸収されない**。このため自己免疫性萎縮性胃炎や**胃の全摘手術後**などでは内因子が欠如して、**ビタミンB12欠乏による巨赤芽球性貧血¹⁰³⁾がみられる**。

5. ニコチン酸欠乏

ニコチン酸¹⁰⁴⁾(ナイアシン¹⁰⁵⁾欠乏では**ペラグラ¹⁰⁶⁾をきたす**。

◇ **ビタミン C**

【生理学】

ビタミンCは、生体内では大部分がアスコルビン酸として存在する。これは結合組織のコラーゲンの生合成に関与し、とくに血管壁の材料として不可欠

-
- 99) ビタミンB2(リボフラビン; riboflavin): 生体内でビタミンB2は、酸化還元反応の酵素の補酵素として作用し、成長発育や皮膚、角膜などの組織の機能を維持する。
 - 100) ビタミンB6: 生体内でビタミンB6は、アミノ酸代謝や脂肪酸代謝など多くの反応における補酵素として作用しており、血液、中枢神経系、皮膚の代謝において重要である。
 - 101) ビタミンB12: 生体内でビタミンB12は核酸合成、炭水化物と脂質の代謝などの補酵素として作用する。
 - 102) 内因子: 内因子は1929年にキャッスルが、抗悪性貧血因子として、食物中に含まれる外因子(ビタミンB12)に対応するものとして命名した糖蛋白である。内因子は、胃体部粘膜に分布する壁細胞から分泌され、ビタミンB12(外因子)と結合して複合体を形成し、回腸末端の受容体に付着し吸収される。このため内因子の欠乏はビタミンB12欠乏性貧血、すなわち悪性貧血をきたす。内因子欠乏の原因には先天性内因子分泌不全症、胃粘膜萎縮、胃切除などがある。
 - 103) 巨赤芽球性貧血: 巨赤芽球性貧血では、大球性正色素性貧血とともに、白血球減少、血小板減少も起こり汎血球減少症となる。また舌では、糸状乳頭が萎縮して舌の表面は平坦になるハンター舌炎をみる。
 - 104) ニコチン酸(nicotinic acid): 生体内でニコチン酸は、脱水素酵素の補酵素として嫌氣的解糖系、クレブス回路の酸化的リン酸化、脂肪酸の合成・酸化に関与する。
 - 105) ナイアシン(niacin): ナイアシンには、ニコチン酸とニコチン酸アミドがある。動植物の組織中では大部分のナイアシンがニコチン酸アミドとなっているが、その単離の過程でニコチン酸となる。
 - 106) ペラグラ(pellagra): ペラグラは、ニコチン酸(ナイアシン)の欠乏により種々の全身症状を呈する疾患である。その症状としては、皮膚の露出部とくに手背、足背、顔面、頸部に灼熱感をともなう浮腫性、暗赤褐色紅斑が生じ、水疱、膿疱、びらん、痂皮を形成する。また舌炎、口角炎、口内炎をみる。腹部症状としては食欲不振、腹痛、頑固な下痢が、精神神経症状としては頭痛、耳鳴り、腱反射亢進、末梢神経炎、知覚・運動麻痺、幻覚、痙攣、痴呆が認められる。

である。

1. ビタミンC欠乏症

ビタミンC欠乏では、**壊血病¹⁰⁷⁾**、**メラー・パロウ病(メルレル・パロウ病)¹⁰⁸⁾**をきたす。

◇ ビタミンD

【生理学】

脂溶性ビタミンのひとつである**ビタミンD**は、**腎臓^[p.578]**で**活性型ビタミンD**となる。その作用は**小腸におけるカルシウム吸収促進**、**骨組織へのリン酸カルシウムの沈着促進**などである。

なお**活性型ビタミンD製剤**は**骨粗鬆症**などの治療にもちいられる。

1. ビタミンD欠乏症

ビタミンD欠乏では、**くる病¹⁰⁹⁾**や**骨軟化症(骨脆弱症)¹¹⁰⁾**をきたす。

2. ビタミンD過剰症

ビタミンD過剰症では**高カルシウム血症**、**尿路結石**をきたす。

◇ ビタミンK

【生理学】

脂溶性ビタミンのひとつである**ビタミンK**は、**肝臓**における**プロトロンビン**などの**血液凝固因子の生合成に不可欠な物質**である。

1. ビタミンK欠乏症

ビタミンK¹¹¹⁾欠乏では、**血液凝固能が低下し消化管出血、鼻出血などの出血傾向(出血性素因)**を呈する。また**ビタミンK**は、**母乳中の含有量が少な**

107) 壊血病： 壊血病では結合組織に生成障害がおり、血管壁がもろくなり出血傾向を呈する。成人の壊血病は今日ではほとんどみられないが、乳児では6～12か月の人工栄養児におこりやすく、これをメラー・パロウ病(メルレル・パロウ病)という。

108) メラー・パロウ病(メルレル・パロウ病; Moeller - Barlow disease)： メラー・パロウ病は生後6ヵ月から2歳の人工栄養児にみられ、易刺激性、消化器障害、下肢の腫脹、胸骨の陥没、歯肉腫脹、出血斑、血尿、血便などの症状を呈する。なお牛乳中のビタミンC量は母乳より少ないため、人工栄養児ではビタミンCを補給する必要がある。(Julius Otto Ludwig Möller, 1819-1887, はドイツの医師)(Thomas Barlow, 1845-1945, はイギリスの医師)

109) くる病： くる病では、幼児期に成長過程にある骨の石灰化障害がおり、骨の発育がおくれる。

110) 骨軟化症(骨脆弱症)： 骨軟化症(骨脆弱症)では成人以降に骨の石灰化障害がおり、骨格の変形、骨折、疼痛などをきたす。

111) ビタミンK(vitamin K)： ビタミンKは脂溶性ビタミンのひとつである。ビタミンKはプロトロンピンをはじめ、いくつかの血液凝固因子の生合成に欠かすことのできない物質である。ヒトでは腸内細菌によって合成されるので通常は不足することはない。

いため、乳児は生後1～2ヵ月に**乳児特発性ビタミンK欠乏性出血症**をきたすことがある。

2. ビタミン K 過剰症

ビタミンK過剰は、新生児において核黄疸¹¹²⁾をきたす。

◇ ビタミン E

【生理学】

脂溶性ビタミンのひとつである**ビタミンE**の作用は、細胞膜の安定化、末梢循環の促進、過酸化脂質生成の抑制などである。これは通常食物に十分にふくまれているので、**欠乏症はほとんどみられない**。

■ ビタミン欠乏症と過剰症

ビタミンの種類		機能・特徴	欠乏症	過剰症
水溶性 ビタミン	ビタミン B1 (チアミン)	神経線維の髄鞘をつくる	脚気 ウェルニッケ脳症	ほとんどみられない
	ビタミン B2		口角炎, 皮膚炎	
	ビタミン B6		口角炎, 口内炎, 舌炎, 口唇炎, 湿疹	
	ビタミン B12	骨髄における赤血球の新生に必須 吸収に内因子が必要	巨赤芽球性貧血	
	ニコチン酸		ペラグラ	
	ビタミン C	結合組織のコラーゲン生成 血管壁の材料として不可欠	壊血病 メラー・バロウ病	
脂溶性 ビタミン	ビタミン A	杆体細胞のロドプシン合成 上皮細胞・軟骨の機能維持	夜盲症 角膜乾燥症	
	ビタミン D	小腸におけるカルシウム吸収促進 骨組織へのリン酸カルシウムの沈着促進 活性型ビタミン D は骨粗鬆症などの治療薬となる	くる病 骨軟化症	
	ビタミン E	細胞膜の安定化 末梢循環の促進 過酸化脂質生成の抑制	ほとんどみられない	
	ビタミン K	血液凝固因子の生成に不可欠	乳児特発性ビタミン K 欠乏性出血症	核黄疸

112) 核黄疸: 核黄疸はビリルビン脳症ともよばれ、Rh不適合妊娠などで新生児に大量の溶血がおり、脳の神経核が黄染した状態である。これは神経細胞内に間接型ビリルビンが沈着し神経細胞が変性したもので、重篤な機能障害をおこし死亡したり、脳性麻痺などの障害を残すことがある。

◇◇ ミネラル（無機質）

◇◇ ミネラル

◇ ミネラル

【生理学】

人体を構成する物質のうちミネラル（無機質）の占める量は体重の数%に過ぎないが、生命維持活動に必要な生理作用、酵素作用、代謝調節作用などに関与しているため、ミネラルの適正な摂取は健康の維持・増進や疾病の予防に重要な役割をになっている。

人体に比較的多いミネラルとしては、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、鉄(Fe)などがある。また微量であるが不可欠なミネラルとしてはコバルト(Co)、銅(Co)などがある。

◇ ナトリウム

【生理学】

生体内のナトリウムの多くはナトリウムイオン(Na^+)として細胞外液中にふくまれる。細胞内にナトリウムイオン(Na^+)はわずかに存在するのみで、つねにナトリウム-カリウムポンプの能動輸送によって細胞外に排出されている。細胞外液中のナトリウムイオンは細胞膜内外の浸透圧、すなわち体液浸透圧の大きさを決める主たる物質である。

また血液中のナトリウムイオンは、副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドであるアルドステロンの作用をうけて腎臓からの再吸収が促進される [p.360]^o

1. 高ナトリウム血症

体液中のナトリウムイオン濃度が増加すると高ナトリウム血症¹¹³⁾となる。その原因としては以下のようなものがある。

- 飲食物からのナトリウムまたは塩分の過剰摂取
- 腎臓からのナトリウムイオンの排泄量低下
- 腎臓からの水の排泄量増加

113) 高ナトリウム血症： 高ナトリウム血症は、細胞外液のナトリウムイオン濃度が150mEq/L以上に上昇した状態をいう。これは細胞外液のナトリウムイオン量より水分量が相対的に少ない状態でおこる。原因としては、大量発汗、飲水不足、尿崩症によることが多い。

高ナトリウム血症になると体液浸透圧が上昇し、口渴感をみる。さらに体液浸透圧を低下させるために水の経口摂取が増加するとともに、腎臓からの真水の排泄量が抑制されて細胞外液量が増加する。これらによって全身性浮腫や高血圧をきたす。

◇ カリウム

【生理学】

生体内のカリウムの多くはカリウムイオン(K^+)として存在する。食物から吸収されたカリウムイオン(K^+)はナトリウム-カリウムポンプによって細胞内に取り込まれ、細胞内¹¹⁴⁾の主要な陽イオンとなる。カリウムイオンはニューロンの細胞膜内外にある膜電位を維持し、インパルスの発生に重要な役割をはたす。

また血液中のカリウムイオンは、副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドであるアルドステロンの作用をうけて腎臓からの排泄が促進される。

1. 低カリウム血症

血中のカリウムイオン濃度が異常に低下した状態を低カリウム血症¹¹⁵⁾という。低カリウム血症では以下のような状態におちいる。

- 骨格筋の活動性が落ちるため、脱力、筋力低下、さらには麻痺を生じることがある。
- 心筋細胞の興奮異常により不整脈をみることがある。
- 腸管運動の低下による便秘、さらには腸閉塞をみることがある。

◇ 鉄

【生理学】

健康成人の体内には、総量で3-4gの鉄がふくまれる。体内の鉄は以下のように蛋白質と結合して存在している。

- 体内の鉄の約2/3はヘモグロビン^[p.317]と結合して赤血球中にあり、ヘモグロビンが体内でもっとも多くの鉄を保持している。

114) 細胞内： 細胞内のカリウムイオンの濃度は160mmol/L前後に、細胞外液では4mmol/L程度に維持されている。

115) 低カリウム血症： 低カリウム血症は、血漿カリウム濃度が3.5mEq/Lを下まわった病態をいう。その原因として、利尿薬の使用、下痢・嘔吐によるカリウム喪失と代謝性アルカローシス、高齢者の神経性食欲不振症、クッシング症候群・アルドステロン症などのステロイドホルモン過剰などがある。ただしカリウムは多くの食品に豊富にふくまれるため、カリウム摂取不足によって低カリウム血症がおこることは少ない。

- 鉄は体内でそれを貯蔵する蛋白質である**フェリチン¹¹⁶⁾**や**ヘモジデリン¹¹⁷⁾**のかたちで、**貯蔵鉄**としてさまざまな細胞内にふくまれている。
- 血液中の鉄の一部である**血清鉄**は、**トランスフェリン¹¹⁸⁾**と結合した形で存在する。
- **筋細胞中にはミオグロビン¹¹⁹⁾**がふくまれる。

1. 鉄分の不足

食物からの**鉄分の摂取量が不足**すると、**鉄欠乏性貧血**をきたす。

2. 鉄分の過剰

全身性の鉄過剰により種々の臓器障害をきたす病態を**ヘモクロマトーシス**という。

116) フェリチン(ferritin)： フェリチンは内部に2,500個もの鉄イオンを収容することができる巨大な球状の蛋白質である。おもに肝臓、脾臓、心臓など各種臓器に分布するが、血中にも微量のフェリチンが存在し、体内鉄貯蔵量をよく反映して変動する。

117) ヘモジデリン(hemosiderin;血鉄素)： ヘモジデリンは、ヘモグロビン(赤血球)、フェリチンなどが網内系の細胞などに摂取され変性したものである。

118) トランスフェリン(transferrin)： トランスフェリンは血清中でβグロブリンに含まれ、また細胞外液にも広く分布する蛋白質である。トランスフェリンは、鉄イオンと結合しやすい性質をもち、1分子あたり三価鉄イオンを2個結合できる。

119) ミオグロビン(myoglobin)： ミオグロビンは153個のアミノ酸残基からなる1本のポリペプチドと、鉄1原子を含む1個のヘム基(ヘム鉄)からなるヘム蛋白質である。筋細胞内で酸素を貯蔵するはたらきをもつ。

