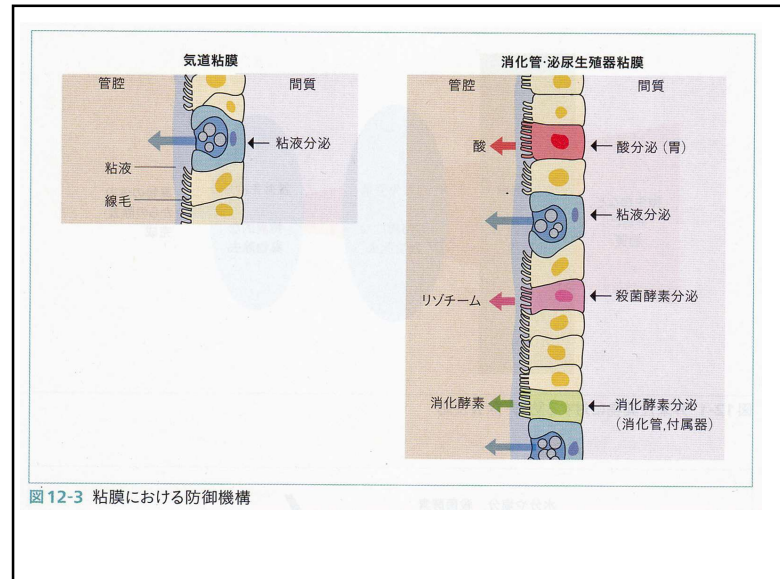
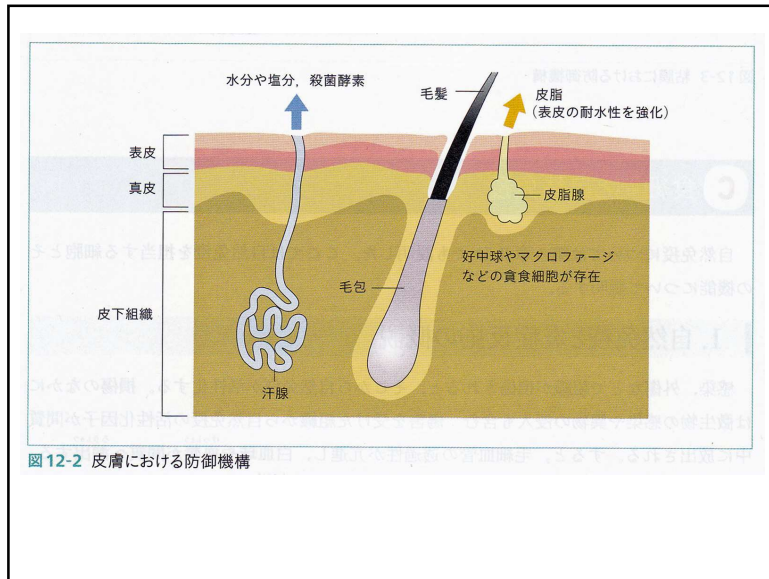
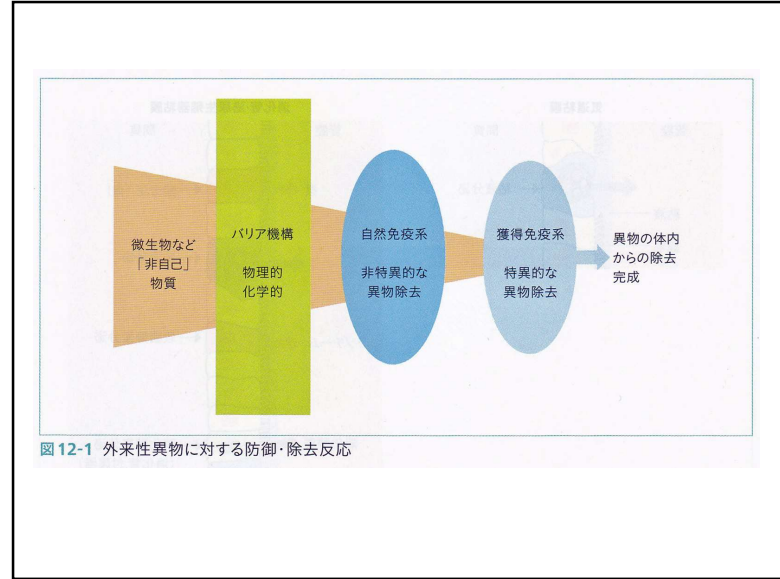


## 第12章 恒常性維持のしくみ

教科書

メヂカルフレンド社  
新体系看護学全書  
人体の構造と機能①  
解剖生理学



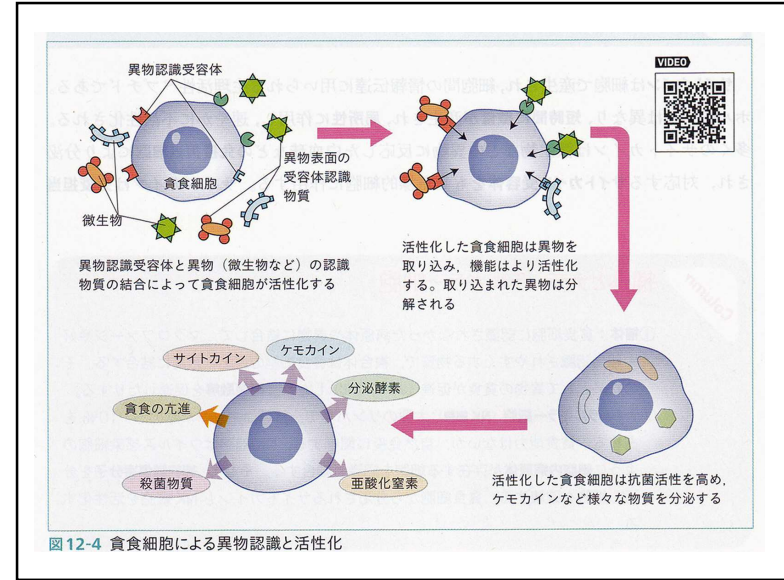
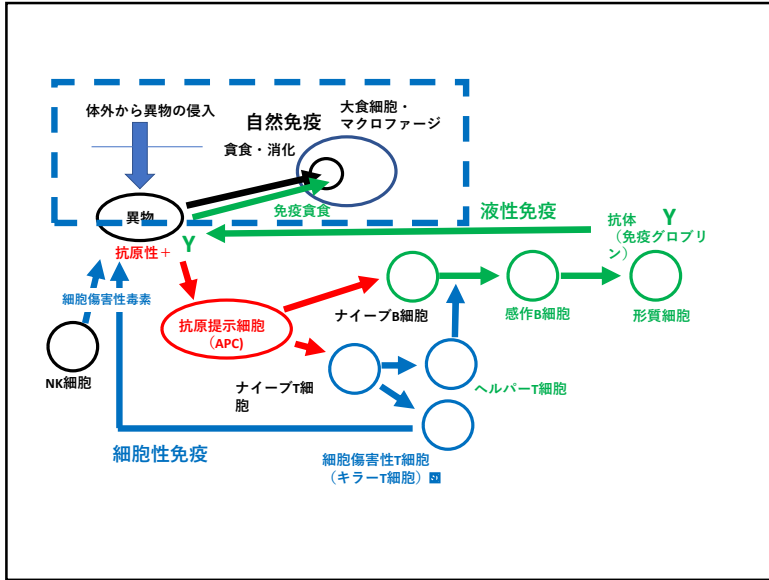


図 12-4 貪食細胞による異物認識と活性化

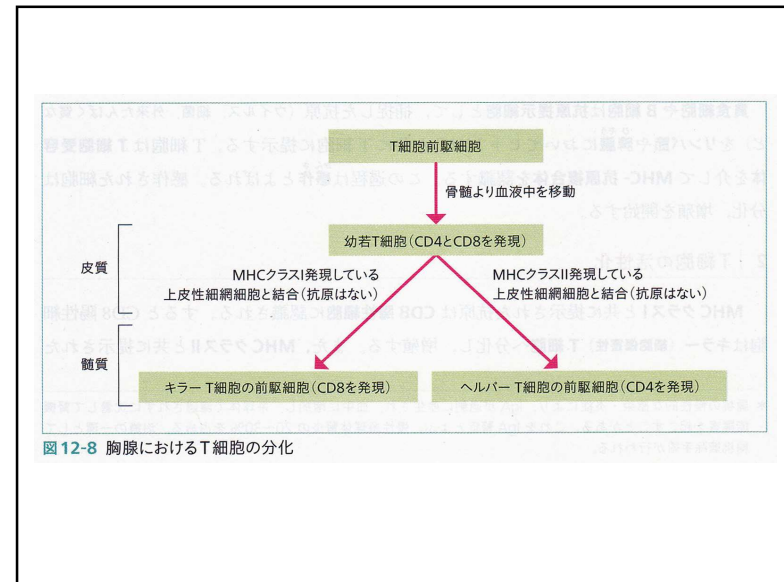
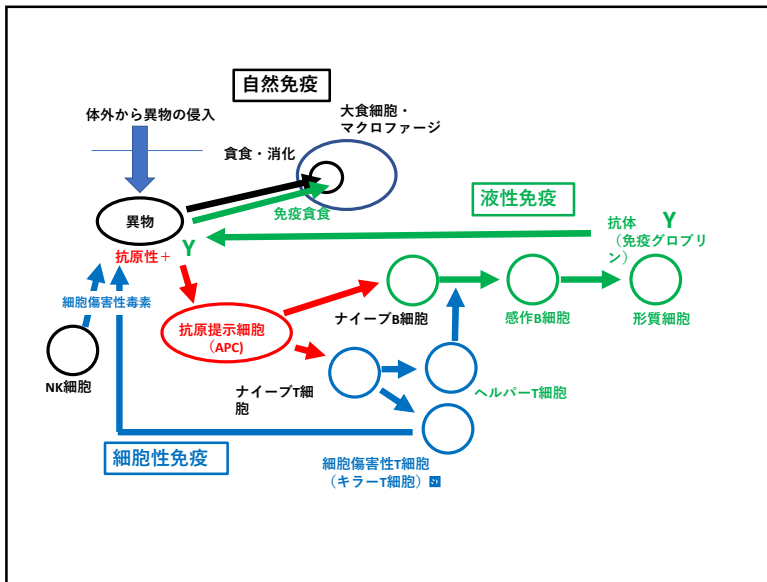
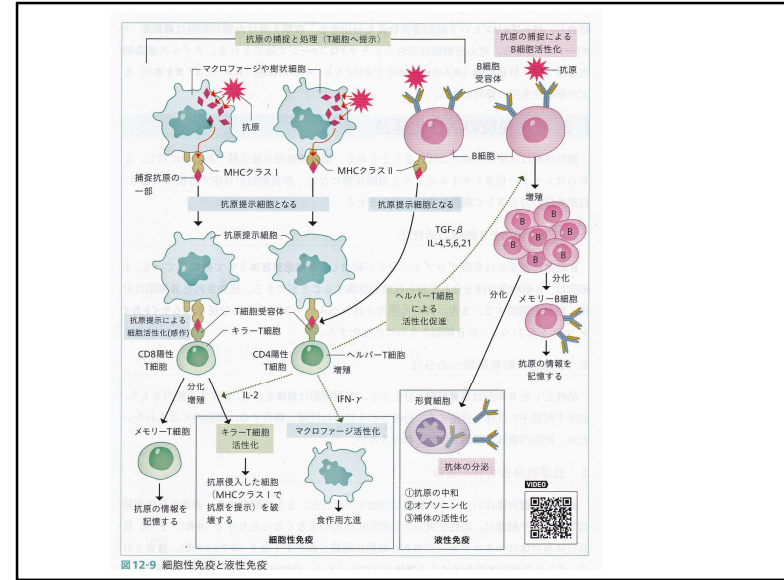
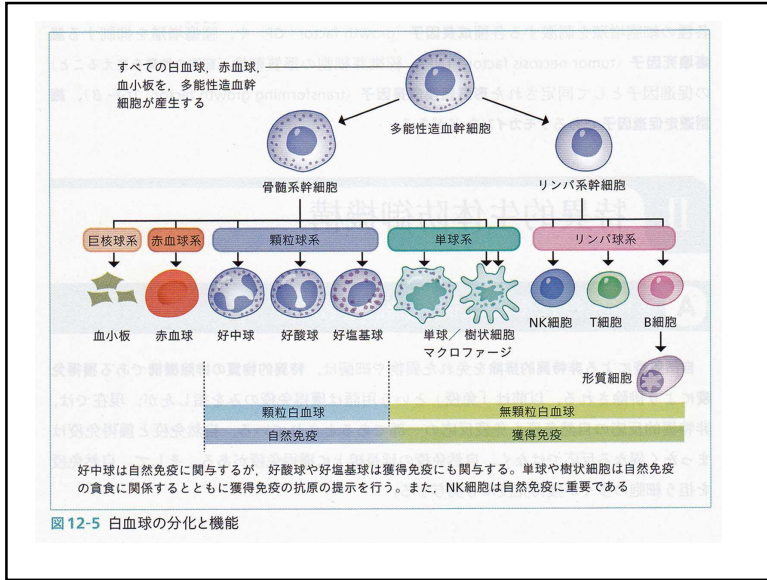
**Column 補体とナチュラルキラー細胞**

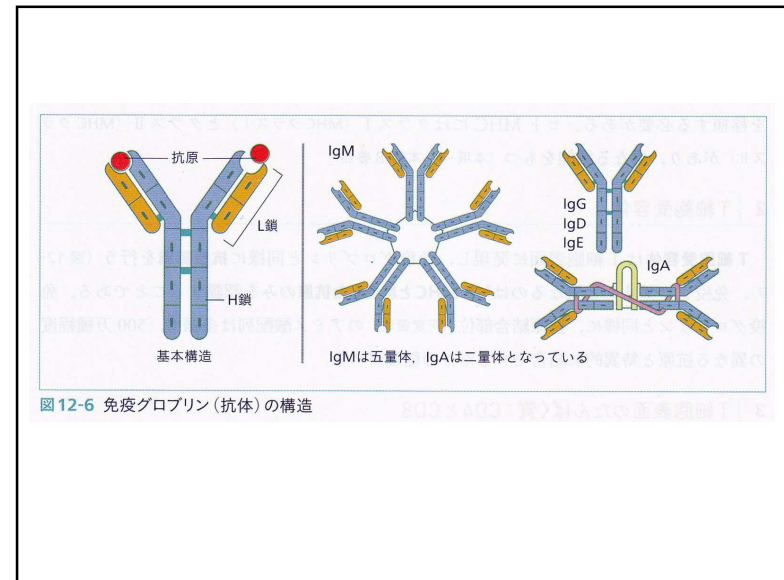
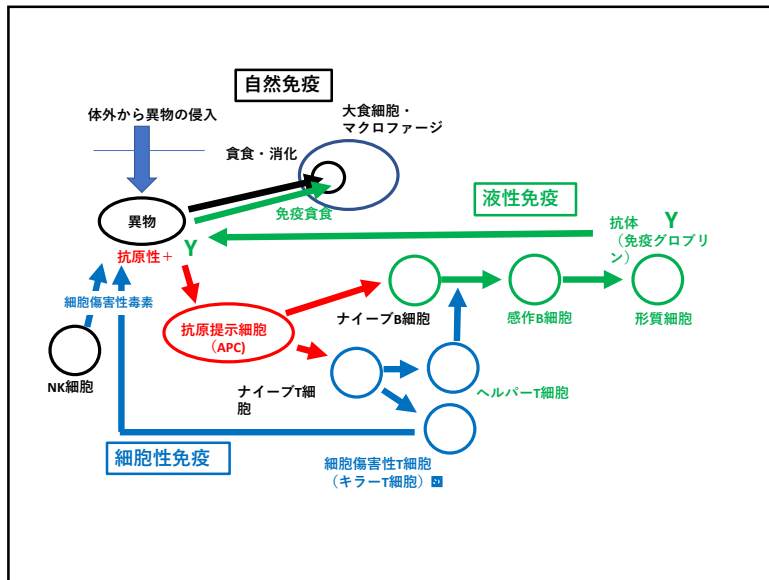
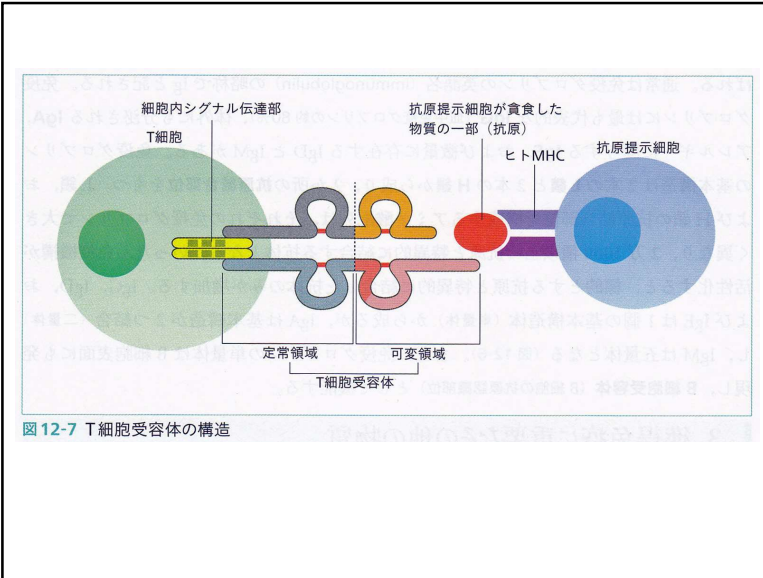
①**補体**：貪食細胞に認識されなかった病原体や異物に結合して、マクロファージや好中球に認識されやすくする物質で、複合体は貪食細胞の表面に容易に結合する。その結果として異物の貪食が促進（オプソニン化）したり、細菌融解を促進したりする。

②**ナチュラルキラー細胞 (NK細胞)**：大型のリンパ球で、循環血中リンパ球の5~10%を占める。貪食能力はないが、自然免疫に関与する。NK細胞はウイルス感染細胞のように細胞内病原体が存在する細胞を認識し結合する。そして、細胞膜傷害分子を分泌し細胞を破壊する。貪食細胞から分泌されるサイトカインもNK細胞を活性化する。

表 12-1 主なサイトカインとその作用

サイトカイン	主な生産細胞	主な作用細胞	主な作用
インターロイキン (IL)	白血球など	白血球など	免疫応答の活性化と制御
インターフェロン (IFN)	白血球、線維芽細胞	すべての体細胞	抗ウイルス状態の誘導作用、細胞性免疫の活性化
成長因子 (GF)	線維芽細胞、内皮細胞、白血球など	それぞれの標的細胞	表皮増殖因子、インスリン様増殖因子、血小板由来増殖因子、線維芽細胞増殖因子、肝細胞増殖因子、神経成長因子など、各種細胞の増殖を刺激する
腫瘍壊死因子 (TNF)	マクロファージ、T細胞	白血球、血管内皮	細胞死の誘発、炎症誘発、発熱
形質転換成長因子 (TGF-β)	T細胞、マクロファージ	リンパ球、マクロファージ	免疫応答の制御、細胞増殖など多様
ケモカイン	マクロファージ、内皮細胞、T細胞、線維芽細胞	白血球	細胞の遊走と組織への動員





## Column

## T細胞やB細胞はどうやって3000万種の異なる受容体をつくるのか

ヒト個体の細胞はすべて同じDNAをもつが、細胞ごとに異なるDNAの領域が利用され、異なる形態や機能となると考えられてきた。免疫グロブリン（B細胞受容体）遺伝子は第2、14、22番染色体に存在し、T細胞受容体遺伝子は第7、14番染色体に存在する。B細胞やT細胞において、それぞれの細胞内ではこれらの領域で高頻度にDNAの組み換えが生じる。つまり、通常は途中で切れたり、はずれたり、つながったり、逆転したりすることのないはずのDNAが、リンパ球の中では各受容体をコードする領域で、切れたりはずれたりつながったりしている。その結果、基本構造が同じで、かつ性質が微妙に異なる多くの受容体がつくられることになる。免疫担当細胞にDNAの組み換えが起こることは、利根川進先生がノーベル賞を獲得した大発見である。

表12-2 アレルギー反応（広義）の分類

型	疾患	原因	メカニズム
I型	アレルギー反応（狭義）、アナフィラキシー、喘息、花粉症、蕁麻疹	IgE	感作され分泌されたIgEが肥満細胞と結合し、抗原（アレルゲン）により血管作動性物質やサイトカインを分泌し、気管収縮や血管拡張を起こす
II型	血液型不適合、自己免疫性溶血性貧血、重症筋無力症、バセドウ病	IgM, IgG, 補体	IgMやIgGが細胞表面の抗原と結合し、貪食作用、凝集、細胞機能障害などを生じる
III型	全身性エリテマトーデス、関節リウマチ	IgG, 補体	抗原-抗体-補体複合体が組織に沈着し、好中球が貪食する際に放出したたんぱく質分解酵素などが組織を傷害する
IV型	移植拒絶反応、接触性皮膚炎、ツベルクリン反応	細胞性免疫	抗原により感作されたキラーT細胞が細胞を傷害する

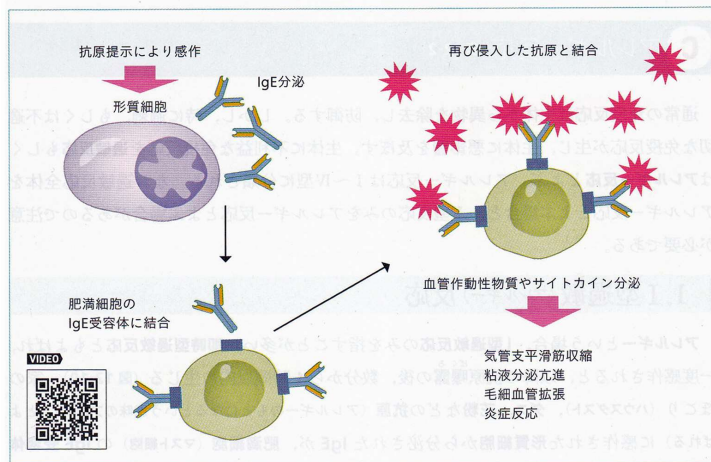


図12-10 I型アレルギー反応の機序

## 代謝と運動

## 代謝

## 1) エネルギー代謝：

摂取した栄養素（グリコーゲン）や蓄積された脂肪を分解して、エネルギー（ATP）を産生する。最も変動が大きい。酸素摂取量により求めることができる。

基礎代謝：1,200 kcal（若い女性）、1,500 kcal（若い男性）

エネルギー必要量：2,000 kcal/日（女性）、2,500 kcal/日（男性）

- 2) 同化作用：摂取した栄養から、タンパク質や骨などの体成分を構築する。
- 3) 異化作用：不要になった体成分を分解する。
- 4) 合成作用：ホルモンや抗体などの必要な生理活性物質を合成する。

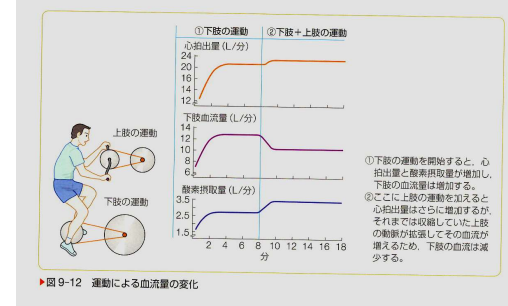
## 運動とエネルギー

### 1) 運動の強度

座位で安静時の酸素摂取量 (ATP消費量) を1とすると、各運動・作業時の酸素摂取量を代謝当量 (METs「メッツ」) という。

METsは、最大で20まで上昇可能であるが、洗濯・調理・散歩は2.0~3.0、自転車こぎ・急ぎ足・ジョギングで3.0~6.0、ランニング・水泳で7.0以上 となる。

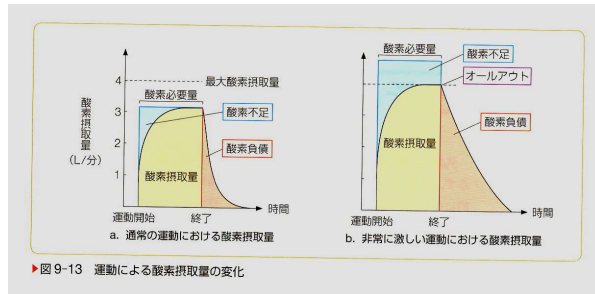
運動時には、副腎髄質からのアドレナリンの分泌増加や交感神経の興奮で、心拍の増加と心筋収縮力の増加により心拍出量が増加する。安静時の心拍出量は5L/分であり、運動時には20~30L/分の増加する。



活動している筋の動脈はアドレナリンのβ<sub>2</sub>作用で拡張し、内臓や腎臓、活動していない筋の動脈はノルアドレナリンやアドレナリンのα<sub>1</sub>作用で収縮する。

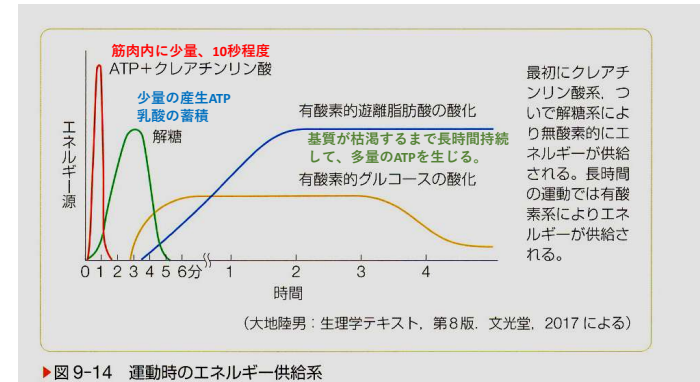
皮膚の動脈は、当初α<sub>1</sub>作用で収縮するが、熱の産生に伴ってその放散のために拡張する。

呼吸は、運動時の筋や腱の伸張刺激によるフィードフォワード機構で、促進される。



運動の初期には、呼吸促進に酸素消費の増加が追いつかずに、酸素不足が生じる。この酸素不足は酸素負債として運動後も呼吸の促進状態が続く。

非常に激しい運動では、酸素消費量が最大酸素摂取量を超えるので、運動を続けられない(オールアウト)。



呼吸に伴う蒸発  
発汗に伴う蒸発  
体表面からの伝導と対流  
体表面からの放射  
伝導

**熱産生**  
**身体活動**（骨格筋の運動）  
**特異動的作用**（食物（蛋白質）摂取後の代謝亢進：肝臓での合成・分解の亢進）  
**ふるえ**（骨格筋の細かい不随意の収縮：外部へ仕事しないので熱産生効率が高い。）  
**各種ホルモン**（代謝を促進：甲状腺ホルモン、アドレナリン）  
**褐色脂肪組織**（新生児の肩甲骨の間や腋窩存在するミトコンドリアの多い脂肪細胞で、交感神経刺激で脂肪分解を促進する。）

▶ 図 9-15 体表面からの熱放散

温暖環境  
寒冷環境

核心温度 (37°C)  
外殻温度 (35°C)  
外殻温度 (26°C)

36°C  
32°C

核心温度は大きく変化しないことに注目

図 12-11 環境による体温の変化

37°C  
36°C  
32°C  
28°C  
34°C  
31°C

**核心温度**（中心部の温度）  
**外殻温度**（皮膚の温度）  
**腋窩温**（核心温度の代用）

**体温の変動**  
**日内変動**  
 （朝食後に上昇、夕方が最高、夜に低下）  
**性周期での変動**  
 （分泌期：黄体のプロゲステロンが視床下部の体温中枢に作用）

▶ 図 9-16 核心温度

(°C)  
37.0  
36.5  
36.0

時刻  
0 4 8 12 16 20 24 (時)

日の出  
夏  
冬

体温

図 12-12 核心温度の日内変動

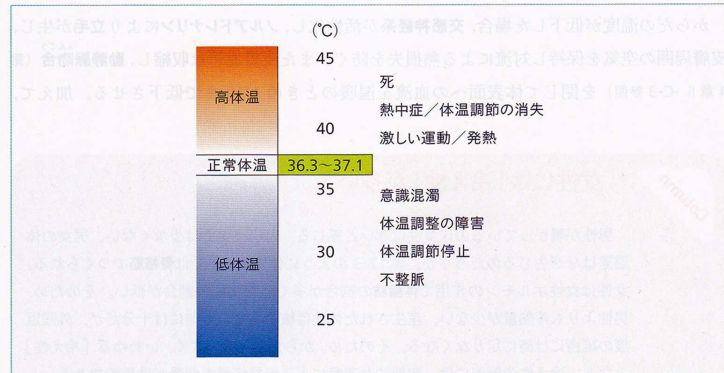


図 12-14 核心温度の上昇や低下による影響

## 体温調節

### 温度受容器

(生体外、皮膚)  
皮膚と粘膜の温度受容器と冷受容器  
(生体内部)  
視床下部、延髄、脊髄に散在する温度受容器

### 体温調節反応

フィードバック機構  
フィードフォワード機構  
(寒い部屋に入った時の身震い、  
暑い部屋に入った時のすぐの発汗)

体温調節中枢 (視床下部) が  
一定の基準値 (セットポイント)  
になるように調節。

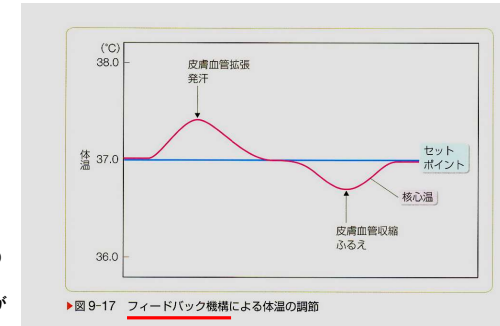


図 9-17 フィードバック機構による体温の調節

表 12-3 体熱産生における主な器官の寄与率

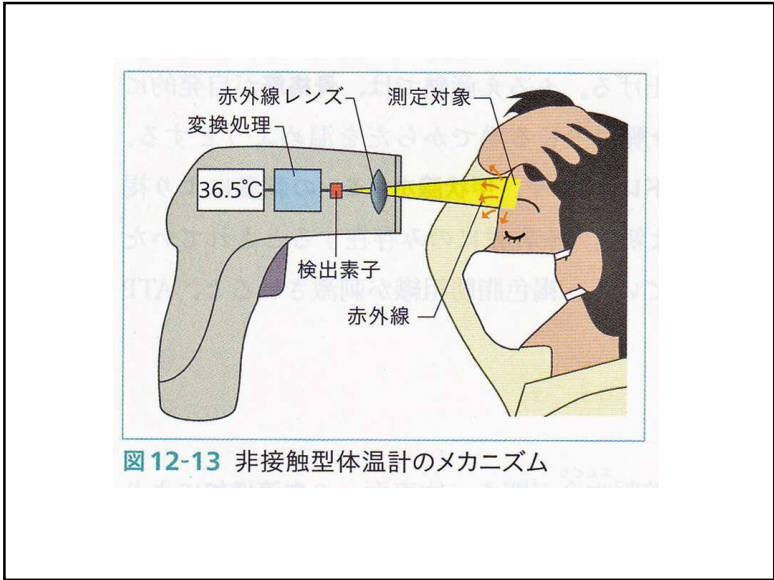
器官	寄与率
骨格筋	60%
肝臓	20%
呼吸筋	10%
心筋	4%
腎臓	4%

### Column

### 女性には「冷え性」が多い？

男性が暑がっているのに女性は寒いと感じる、という場面は少なくない。男女の体温差はなぜ生じるのだろうか。表 12-3 のように体熱の 60% は骨格筋でつくられる。女性は女性ホルモンの作用で体脂肪の割合が多く、骨格筋の割合が低い。そのため、男性よりも産熱量が少ない。産生された体熱は核心温度の維持には十分だが、外殻温度の維持には時に足りなくなる。そのため、からだがかたくなる、いわゆる「冷え性」となる。冷え性の解消には、定期的な運動による骨格筋量の増量が効果的である。



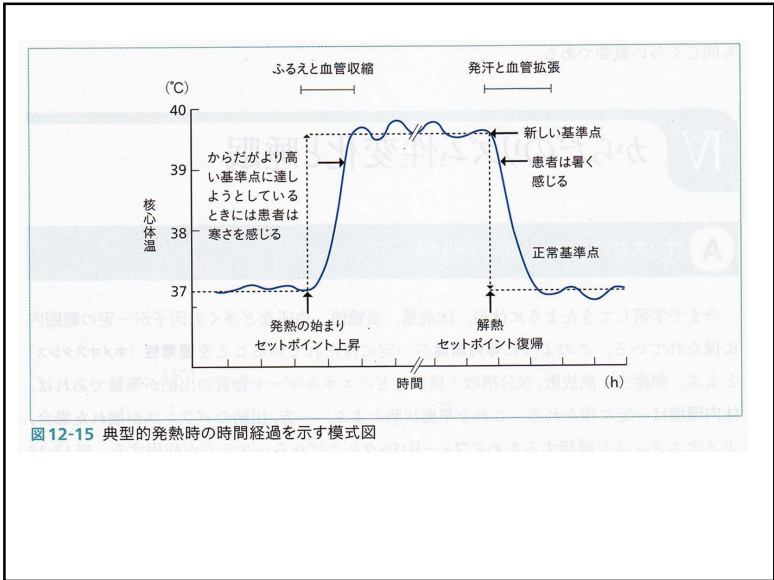


**発熱**  
 発熱物質 (pyrogen)により、体温が正常以上に上昇することを発熱 (fever)という。  
 発熱物質は、リポ多糖類。  
 外因性発熱物質 (細菌の遊離される内毒素、生体組織の破壊で遊離する。)  
 内因性発熱物質 (外因性発熱物質を貪食した白血球から遊離する発熱物質)

**高体温 (うつ熱) :** 熱産生の異常亢進 (悪性高熱症) と熱射病 (熱放散ができない) は非常に危険。42°Cを超えると不可逆的な障害から死に至る。解熱剤は無効。物理的に冷やす必要がある。

**低体温 :** 核心温が35°C以下になると体温調節機能が自体が障害される。30~33°C以下になると、温度調節機能が喪失し、呼吸中枢の麻痺、心室細動などで死亡する。

▶ 図 9-18 発熱と解熱



**表 12-4 熱中症の重症度分類**

分類	症状	主な原因
I度 (軽症)	眼前暗黒、失神、こむら返り、四肢・腹筋の痙攣、 血圧低下、皮膚・顔面蒼白、失神	熱失神 (日射病) 熱痙攣 (脱塩症)
II度 (中等症)	強い疲労感、めまい、虚脱感、頭重感、吐き気、嘔吐、 下痢、体温上昇、多量発汗、頻脈	熱疲労 (脱水症)
III度 (重症)	意識喪失、せん妄状態、全身痙攣など (直腸温 39°C [腋高 38°C] 以上の高熱を伴うことが多い)	熱射病

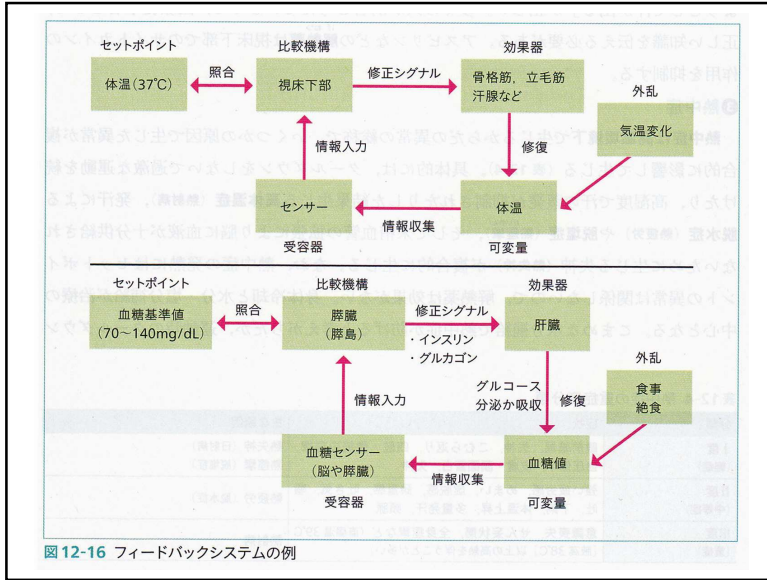


図 12-16 フィードバックシステムの例

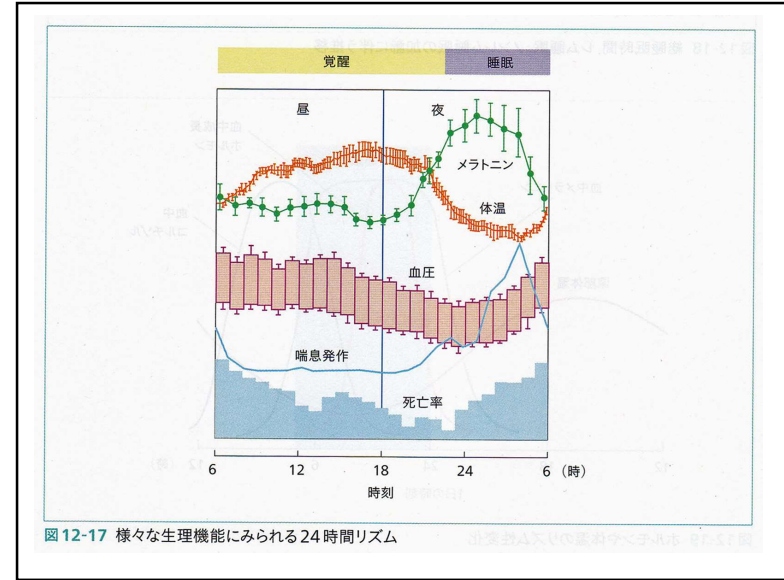


図 12-17 様々な生理機能にみられる24時間リズム

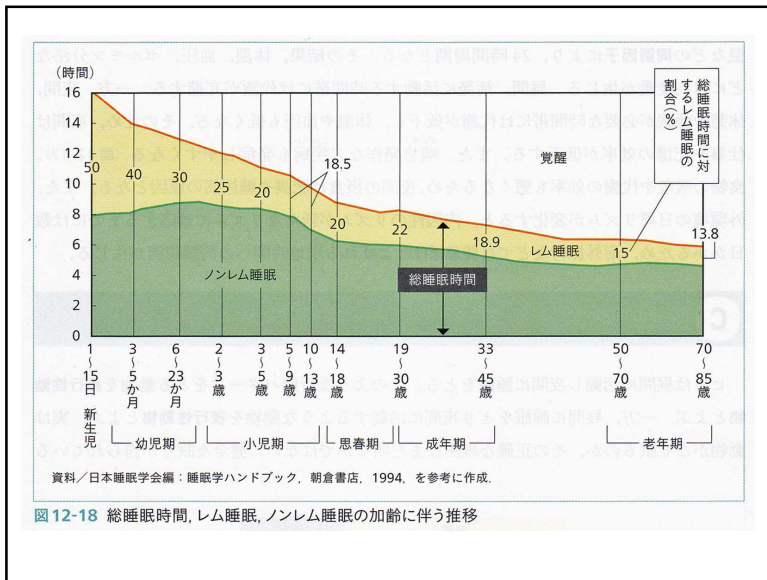


図 12-18 総睡眠時間、レム睡眠、ノンレム睡眠の加齢に伴う推移

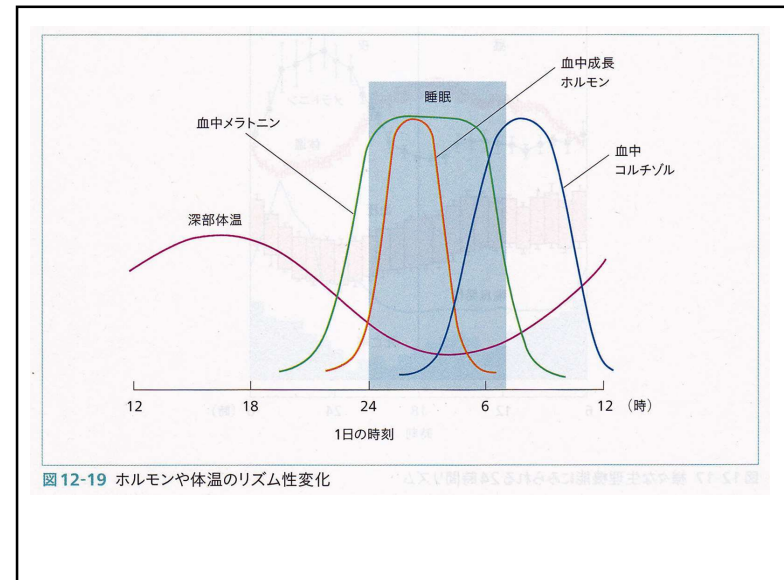


図 12-19 ホルモンや体温のリズム性変化

## 看護の視点

## ●本章に関連するおもな看護技術

体温測定・体温異常時のケア／安楽な睡眠の援助

## ●バイタルサイン/体温のアセスメントとの関連

体温は、入院している患者であれば毎日必ず測定するバイタルサインの一つであり、看護技術としては基本的なものである。体温を測定することで、患者の状態変化が把握できる。

体温は腋窩、口腔そして直腸などのほか、鼓膜や前額などでも測定される。よく使われる腋窩や口腔の温度は、体内温の核心温度ではないため、核心温度の指標として用いるには、体温計の感温部を正しい部位に入れて腔を密閉し、温度が平衡になるまで、核心温度にまで十分近くなるまで、測定する必要がある。各測定部位での測定方法には、それぞれ留意点があるので、核心温度とは何を意味するか、正しく測定するにはどのようにすればよいか、基礎知識が必要となる。

体温計には、水銀体温計、電子体温計、非接触型体温計などがあるが、水銀は2013（平成25）年に「水銀に関する水俣条約」が採択され、現在は回収されているため使用されなくなっている。それぞれの体温計には利点も欠点もあるが、よく使用されるのは、電子体温計や非接触型の赤外線体温計である。

体温測定を行う場合、1日のうちに生体のリズムによる変動があること（日内変動）、食後や入浴後などは正確な体温が反映されないことなどを理解したうえで測定することが必要である。

## ●体温の異常時のケア

体温の異常としては高体温と低体温がある。高体温の場合は主として感染による変化、低体温の場合は環境要因に由来するものであるが、疾患として内分泌系や神経系がかかわっていることもある。体温の異常時に生体がどのような変化を起こすかを理解しておくことは、どのようなケアが必要かを考えるヒントとなる。たとえば、発熱時に体温が上昇しはじめる前には、悪寒戦慄が生じるため、できるだけ身体の熱産生を助けて熱の放散を抑える、つまり、身体を温めると、逆に発熱時には熱放散が速くように援助することが大切である。

## ●睡眠・休息と生体リズムの関係

1日の生活時間を考えると、約1/3を睡眠が占める。朝目覚め、日中を職場や学校などで過ごし、夜寝るというように、活動と睡眠によって1日の時間を費やしている。睡眠は疲労回復という休息の側面もあるが、昼間の出来事に関する情報・記憶を整理し、不要な記憶は消去したり、脳内の老廃物を排出したりする働きもある。また、日本人の睡眠時間は昔に比べて減っているが、睡眠の不足は日中の疲労を生じ、昼間の活動を抑制することにつながる。

睡眠を十分に得るためには、心身の状態、居室の環境、睡眠のリズムなどの条件を整えることが必要となる。たとえば、体温は寝付く前に低下してくるのが望ましいため、入浴時間を確保する必要がある。また、メラトニンの日内変動に影響を与えるような行為（寝る前に明るい光・特にスマートフォンのブルーライトなどを浴びるような行動）を避けるよう留意する。