

くらしと生物学 糖尿病

日本では、成人のおよそ5人に1人が糖尿病か、またはそのおそれがあると推定されており、この数は年々増加傾向にある。

糖尿病の種類

糖尿病は、その原因によって、主に1型と2型に分けられる。

1型糖尿病は、すい臓のランゲルハンス島のB細胞が破壊されて、インスリンがほとんど合成されないために起こる。糖尿病全体の5%程度で、日常的にインスリンを注射する治療が効果的である。

2型糖尿病は、糖尿病全体の95%程度を占め、何らかの理由でインスリンの分泌量が低下したり、インスリンが分泌されても標的細胞がインスリンの作用を受けにくくなったりして起こる。この糖尿病の初期

段階では、標的細胞がインスリンの作用を受けにくくなっていても、フィードバック調節によってインスリンの分泌量が増加し、血糖濃度は正常に保たれることがある。しかし、病状が進行して、高濃度のインスリンに対しても標的細胞が働かなくなると、やがてランゲルハンス島のB細胞の機能が著しく低下し、インスリンが分泌されなくなるが多い。このような場合、インスリンを注射しても効果が弱いことが多いため、食事療法や運動療法などによる治療が行われる。

糖尿病の治療と理解

糖尿病の治療では、血糖濃度を調整することが必要である。インスリン注射を行う場合、規定量を注射しても体調によってはインスリンが過剰になり、血糖濃度が下

りすぎて低血糖になることがある。低血糖になると、倒れたり、意識がなくなることもある。糖尿病とその治療については、周囲の人もよく理解しておくことが大切である。

糖尿病と周囲の理解

インスリンの注射	低血糖	糖分の補給	食事制限
症状によっては、1日数回インスリンを注射する必要がある。	血糖濃度が下がりがすぎて顔色が悪くなったり、転倒したりすることがある。	低血糖を防ぐために、しばしば軽食をとって血糖濃度を維持する必要がある。	食事の内容や量が制限されていることがある。

糖尿病の治療は、日常的に、かつ、継続的に行われる。このため、患者の周囲の人が糖尿病やその治療について理解し、協力することが大切である。

5 体温の調節

体温は、自律神経系と内分泌系が協調して働くことによって調節されている。

1 体温の調節

恒温動物には、外界の温度が変化しても体温をほぼ一定に保つくみが存在する。たとえば、ヒトの体温は、36~37℃に保たれている。

恒温動物で体温がほぼ一定に保たれているのは、代謝に伴って体内で発生する熱と、体表から失われる熱とのつり合いが保たれているからである。体内では、主に筋肉や肝臓で熱が産生される。また、心臓の拍動によって、血液を介して全身に熱が運ばれる。これらの器官の働きは、自律神経系やアドレナリン、チロキシンなどによって調節されている。

体温が低下すると、間脳の視床下部から交感神経を通じて情報が伝えられ、皮膚の血管や立毛筋などが刺激されて収縮する。これによって放熱が抑制される。また、代謝による熱の産生が強化される。さらに、骨格筋が収縮と弛緩をくり返すふるえが起こり、熱が発生する(図8)。

一方、体温が上昇すると、皮膚の血管が拡張したり、汗の分泌が盛んになったりして、放熱量が増加する。

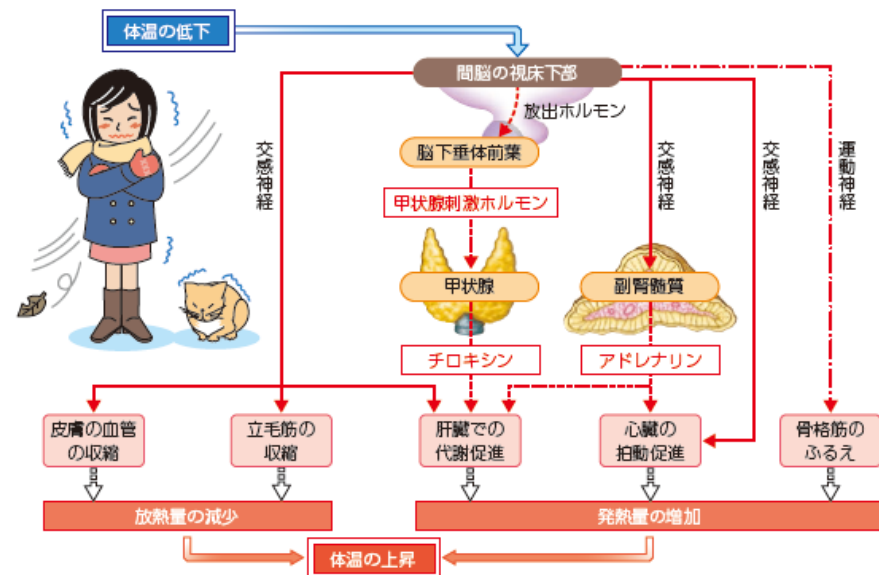


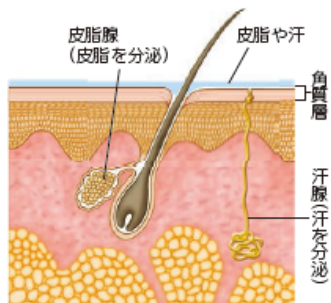
図8 体温の調節(体温が低下したとき)

Q 寒いとき、甲状腺から分泌されるものはどれか？
【①アドレナリン ②チロキシン ③甲状腺刺激ホルモン】

第3節 生体防御

1 生体防御

私たちを取り巻く環境には、ウイルスや細菌、カビのなかま、寄生虫などの病原体が存在している。私たちのからだには、それらの侵入を防いだり、体内から排除したりする生体防御のしくみが備わっている。



皮膚には、角質や皮脂、汗といった物理的・化学的防御のしくみが備わっている。

図27 皮膚による生体防御

1 物理的・化学的防御

ヒトのからだの表面には、物理的・化学的方法によって病原体の侵入を防ぐしくみがある(図27)。

物理的防御 皮膚は最外層が角質層となっており、また、気管や消化管の粘膜は粘液を分泌して、病原体の付着や侵入を妨げている。気管の粘膜では、細胞にある繊毛の運動によって、異物を体外に送り出している。

化学的防御 汗や皮脂、および胃液は酸性で、微生物の繁殖を妨げる効果をもつ。また、汗や涙、だ液などには、細菌の細胞壁を分解する酵素であるリゾチームが含まれている。

2 免疫

皮膚や粘膜などによる防御を突破して体内に侵入した病原体は、白血球の働きによって排除される。これによって体内環境の状態は維持される。このような生体防御のしくみを免疫という。リンパ節やひ臓、胸腺などの器官には、免疫に関わる白血球が数多く存在する(図28)。

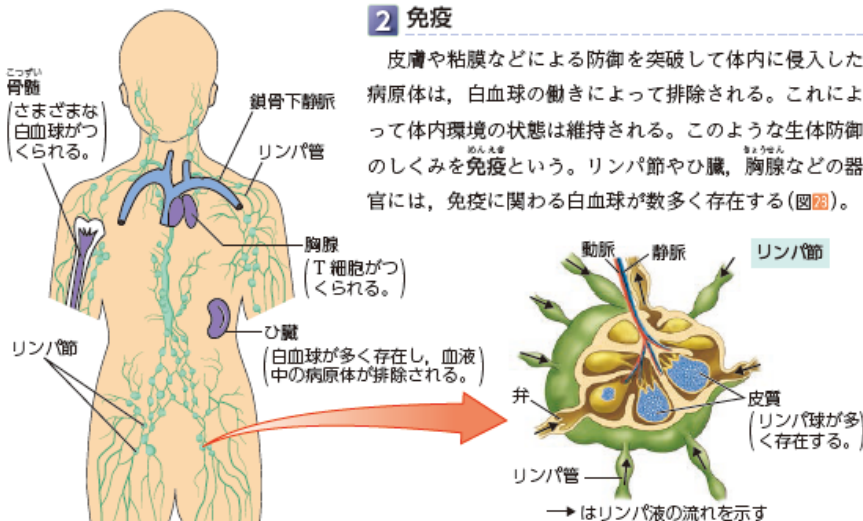


図28 免疫に関わるヒトの器官

3 白血球

白血球は、マクロファージや好中球、樹状細胞、リンパ球などに分けられる。リンパ球には、T細胞、B細胞、NK細胞(ナチュラルキラー細胞)がある。さらに、T細胞は、ヘルパーT細胞、キラーT細胞などに分けられる(図29)。

	マクロファージ ☆	好中球 ☆	樹状細胞 ☆
白血球	 ・食作用を行う(強い殺菌作用を伴う)。 ・炎症(→p.99)を引き起こす。	 ・食作用を行う(強い殺菌作用を伴う)。 ・炎症を引き起こす。	 ・食作用を行う。 ・抗原(→p.100)の情報を伝える。
リンパ球	T細胞 ★ ヘルパーT細胞 ・他のリンパ球を活性化する。 キラーT細胞 ・感染細胞などを攻撃する。	B細胞 ★ ・抗体産生細胞に分化し、抗体を産生する(→p.100)。	NK細胞 ☆ ・感染細胞などを攻撃する。

☆主に自然免疫(→p.98)で働く白血球。
★主に獲得免疫(→p.100)で働く白血球。

図29 さまざまな白血球

4 食作用

マクロファージや好中球、樹状細胞などは、異物を取り込んで分解する食作用をもっている(図30)。特に、マクロファージや好中球は、病原体に対して強い殺菌作用をもつ。

白血球の食作用を観察してみよう(観察8)。

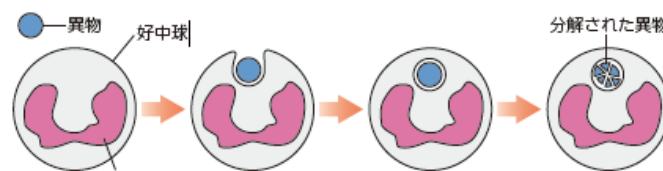


図30 食作用

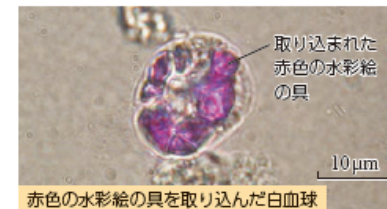
●マクロファージの食作用には、生体防御以外に、老化した血球や死細胞などを分解するという役割もある。

観察8 白血球による食作用の観察

材料 カイコガの幼虫(さなぎになる前段階のもの)

器具 検鏡器具、注射器(1mL)、眼科ばさみ 薬品など 色水(絵の具を水に適量溶かしたもの)

- 方法**
- ①注射器を用いて、色水0.05mLを幼虫の足の付け根から注入する。
 - ②24時間後、幼虫の尾角の先端を眼科ばさみで切除し、体外に出た体液をスライドガラスに移す。
 - ③カバーガラスをかけて検鏡し、内部に色の付いた粒を含む血球を観察する。



食作用を示す細胞はどれか? 【①マクロファージ ②キラーT細胞 ③赤血球】

2 自然免疫

自然免疫では、好中球やマクロファージなどの食作用や、NK細胞の働きによって、病原体が排除される。

①病原体には、多くの種類が存在するが、近縁のなかまの間には共通の特徴がみられる。

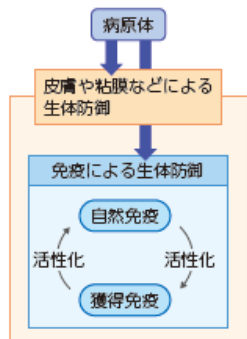


図31 ヒトの生体防御

1 自然免疫と獲得免疫

免疫のうち、マクロファージなどが病原体に共通する特徴^①を幅広く認識し、食作用などによって病原体を排除するしくみを、**自然免疫**という。これに対して、T細胞とB細胞が病原体の細かい違いを認識し、病原体を排除するしくみを、**獲得免疫**という。獲得免疫は自然免疫によって誘導され、多くの場合、これらは互いに活性化しあって、一体となって働く(図31)。

2 自然免疫

■**自然免疫のしくみ** 体内に侵入した病原体は、マクロファージや樹状細胞、好中球の食作用によって取り込まれ、分解される(図32-①)。マクロファージなどが病原体を認識すると、食作用が促進される(図32-②)。さらに、マクロファージの作用によって、毛細血管の血管壁が緩んで血しょうが漏れ出す(図32-③)とともに、好中球などの白血球が感染部位に集められる(図32-④)。これによって、病原体が効率よく排除される。また、NK細胞は、病原体に感染した細胞を攻撃し、破壊する(図32-⑤)。

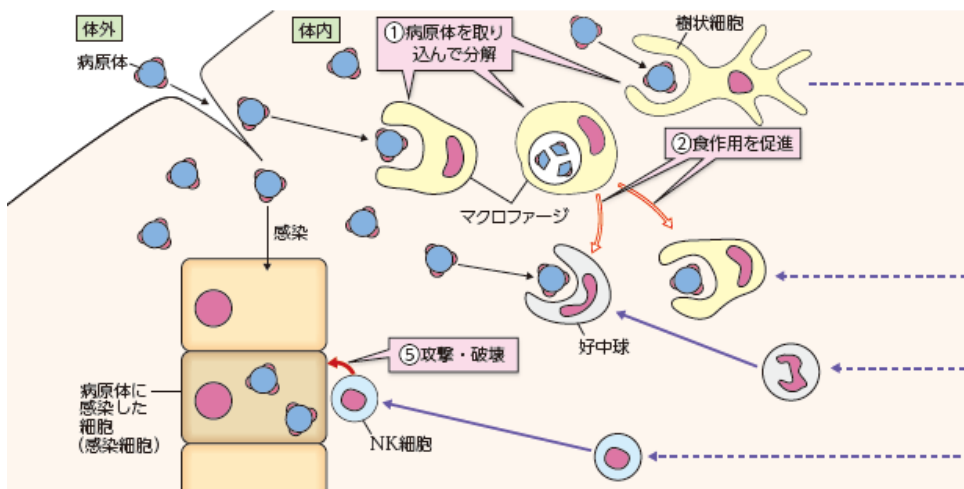


図32 自然免疫

■**炎症** 自然免疫によって起こる組織の変化は、**炎症**と呼ばれる。その特徴として、毛細血管の血管壁が緩んで拡張することによって局所の血流量が増加し、熱をもったり赤くなったりする。また、血しょうが組織に漏れ出すことによって、腫れて痛みを生じる。

■**自然免疫による獲得免疫の誘導** 病原体を取り込んだ樹状細胞は、リンパ管を通してリンパ節へと移動し、体内に侵入した病原体の情報をリンパ球へ伝える(図32-⑥)。これによって、獲得免疫が誘導される。

発展

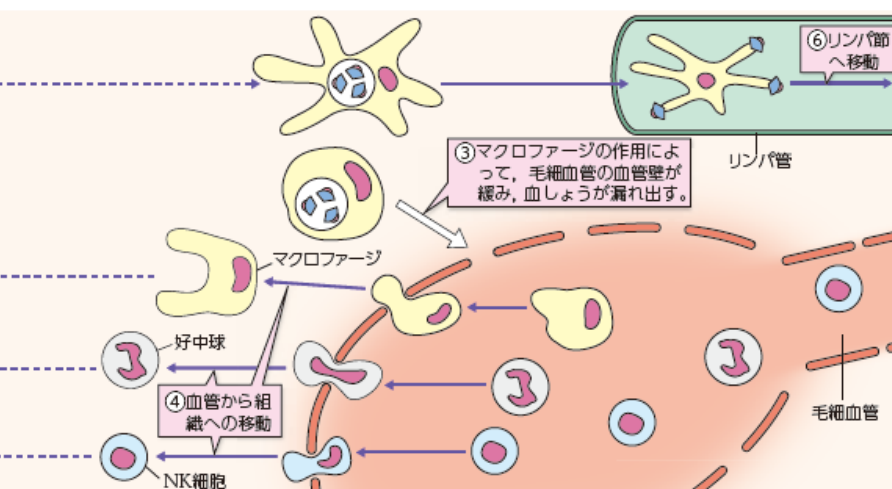
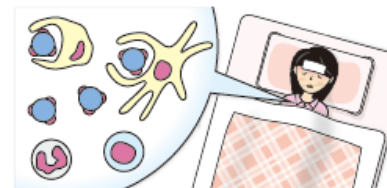
病気になると熱が出るのはなぜ？

インフルエンザなどの病気にかかると熱が出る。これはどのようにして起こるのだろうか。

マクロファージなどは、体内に侵入したインフルエンザウイルスなどを細胞内へ取り込むと、免疫反応を活性化させる物質を分泌する。この物質は、間脳の視床下部にある体温を調節する中枢に働きかけ、皮膚の血管を収縮させることで放熱量を減少させる。また、筋肉をふるえさせ、発熱量を増加させる。これによって体温が上昇し、「熱が出る」状態となる。体温が上昇すると、病原体

の増殖が抑制されるほか、免疫細胞の働きが活性化される。

その後、病原体が取り除かれると、発汗して熱が下がり、病気が治る。



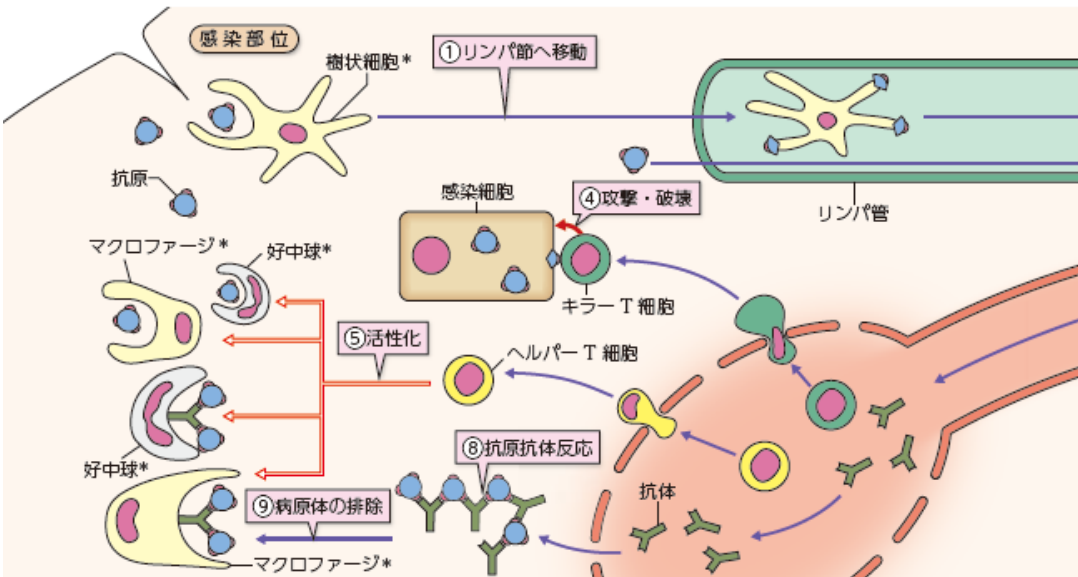
3 獲得免疫

獲得免疫では、リンパ球が特異的に病原体を排除する。一度侵入した病原体の情報はリンパ球に記憶される。

1 獲得免疫のしくみ

獲得免疫を引き起こす物質は抗原と呼ばれ、一般的に、病原体は抗原として認識される。感染部位で病原体を取り込んだ樹状細胞は、リンパ節へ移動して(図33-1)、抗原情報をT細胞に提示する。この抗原情報を認識したヘルパーT細胞およびキラーT細胞が特異的に活性化されて増殖し(図33-2)、感染部位へ移動する(図33-3)。このキラーT細胞は、病原体が感染した細胞を特異的に認識して破壊する(図33-4)。また、活性化したヘルパーT細胞は、マクロファージや好中球などをさらに活性化させる(図33-5)とともに、同じ抗原を認識したB細胞を活性化させる(図33-6)。このB細胞は、抗体産生細胞へと分化し、抗体を放出する(図33-7)。抗体が抗原と特異的に結合する抗原抗体反応が起こると(図33-8)、病原体の感染性を弱めたり、マクロファージなどの作用を増強したりして、病原体が効率的に排除される(図33-9)。活性化されたT細胞やB細胞の一部は、記憶細胞として長期間体内に残る(図33-10)。

- ①形質細胞とも呼ばれる。
- ②抗体は、免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質でできている。
- ③マクロファージやキラーT細胞などの細胞が病原体を排除する免疫を細胞性免疫、抗体が関与する免疫を体液性免疫と呼ぶことがある。



自然免疫によって獲得免疫が誘導され、獲得免疫は自然免疫の作用を増強する。
図33 獲得免疫 (*樹状細胞・マクロファージ・好中球による食作用は自然免疫。)

2 二次応答

獲得免疫の働きによって排除されたものと同じ病原体が再び感染したとき、記憶細胞が強くすみやかに反応して病原体を排除する。このような反応を二次応答という(図34)。これによって、発症が予防されたり、発症しても症状が軽くなる。図34

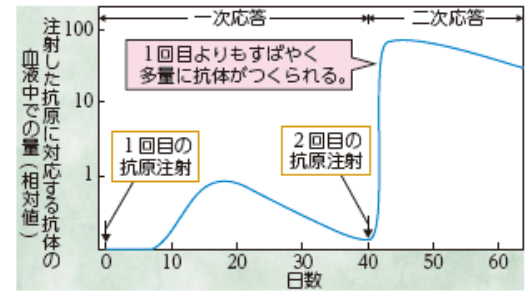
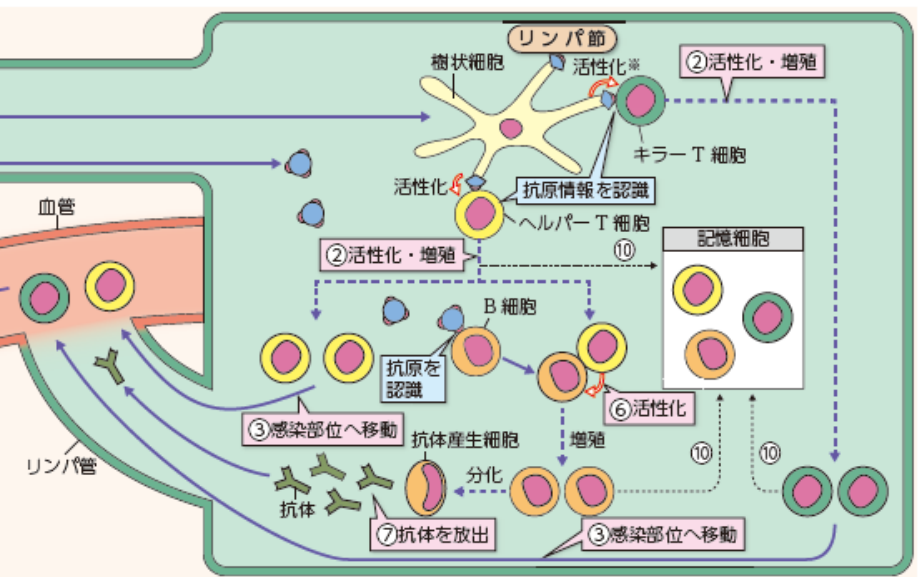


図34 抗体の産生量(実験値)

3 リンパ球の抗原認識と免疫寛容

個々のT細胞またはB細胞は、1種類の抗原しか認識できない。しかし、体内には多くのT細胞およびB細胞が存在し、それぞれが異なった抗原を認識する。このため、リンパ球全体としては、さまざまな抗原に反応することができる。

自己の物質に反応するT細胞やB細胞もつくられる。しかし、これらの細胞は、ふつう、つくられる過程で排除されたり、働きが抑制されたりするため、自己の物質に対する免疫反応は起こらない。このように、ある抗原に対して獲得免疫の反応がみられない状態を、免疫寛容という。



*キラーT細胞の活性化には、樹状細胞だけでなく、ヘルパーT細胞も関わる場合がある。