

生理学

绪论 INTRODUCTION



第一节 生理学的定义与学科内涵

第二节 机体的内环境和稳态

(Homeostasis)

第三节 生理功能的调节



第一节 生理学的定义与学科内涵

一、生理学（Physiology）

如果将生物学定义为研究生命现象及其活动规律的科学，生理学作为生物学的一个分支，就是研宄生命体的**功能**及其**机制或机理**的科学。

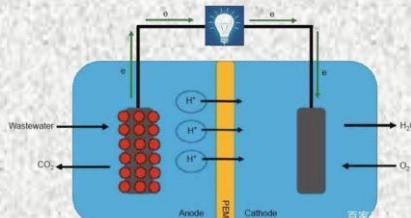
生物体的功能就是整个生物及其组成部分所表现的各种生命活动或生理作用，例如呼吸、消化、循环、肌肉运动等等。**功能活动的机理**是指生理功能的产生以及机体的内外环境中各种变化对这些功能的影响（即**发生、过程、影响因素、变化等**），探讨各种生理活动及其变化的规律。

生理学是生物科学的一个分支，是以机体的基本生命活动、机体各个组成部分的**功能**以及这些**功能表现的物理化学本质**为研究对象的一门科学。

一般所说的生理学，是指研究人体和动物的生理功能的科学。研究植物生理功能的科学称为植物生理学。

生理学是生命体的物理学和化学

生理功能以细胞和分子特性为基础，并服从于物理学、化学的规律，但生理学毕竟不等同于物理学和化学，它们既有细胞和分子水平的研究和科学规律，还有器官、系统和整体水平的研究和科学规律。



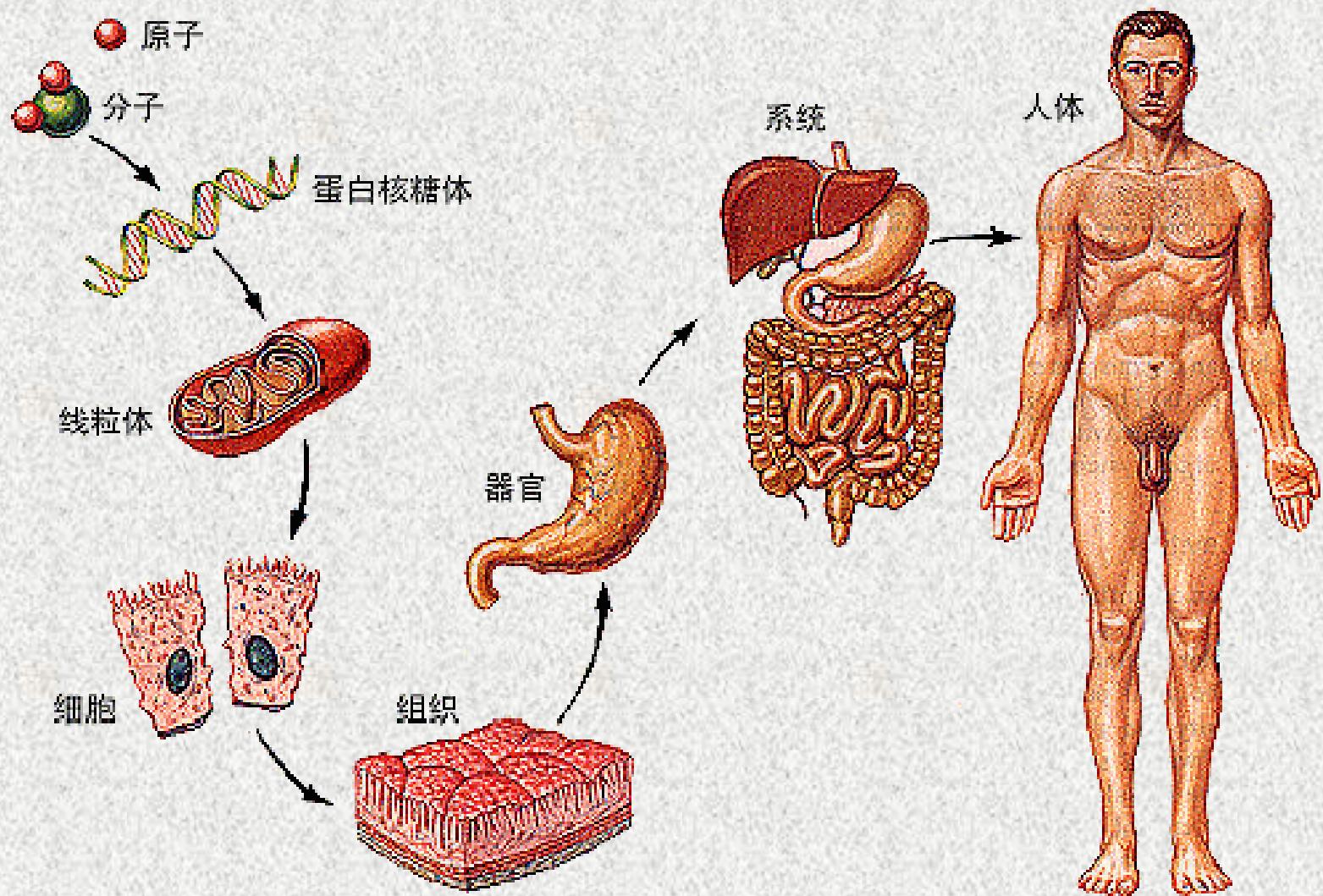


图 1-1 细胞-组织-器官-系统-人体

Physiology: Definition

The word Physiology comes from the Greek word phusiolοgia, which means knowledge of nature. Physiology is the study of the chemical and physical processes that account for life functions. Unlike Anatomy which focuses on structure, Physiology is concerned with explaining function. It is best described as **integrative biology**, using the tools of physics, chemistry, and mathematics to describe the physical basis for life processes within the fine structure, cells, tissues, organs, and organ systems of the body. Physiology inquiry is particularly interested in ultimately understanding the function of whole organisms, although much current research in Physiology is carried out at the cellular or even molecular level.

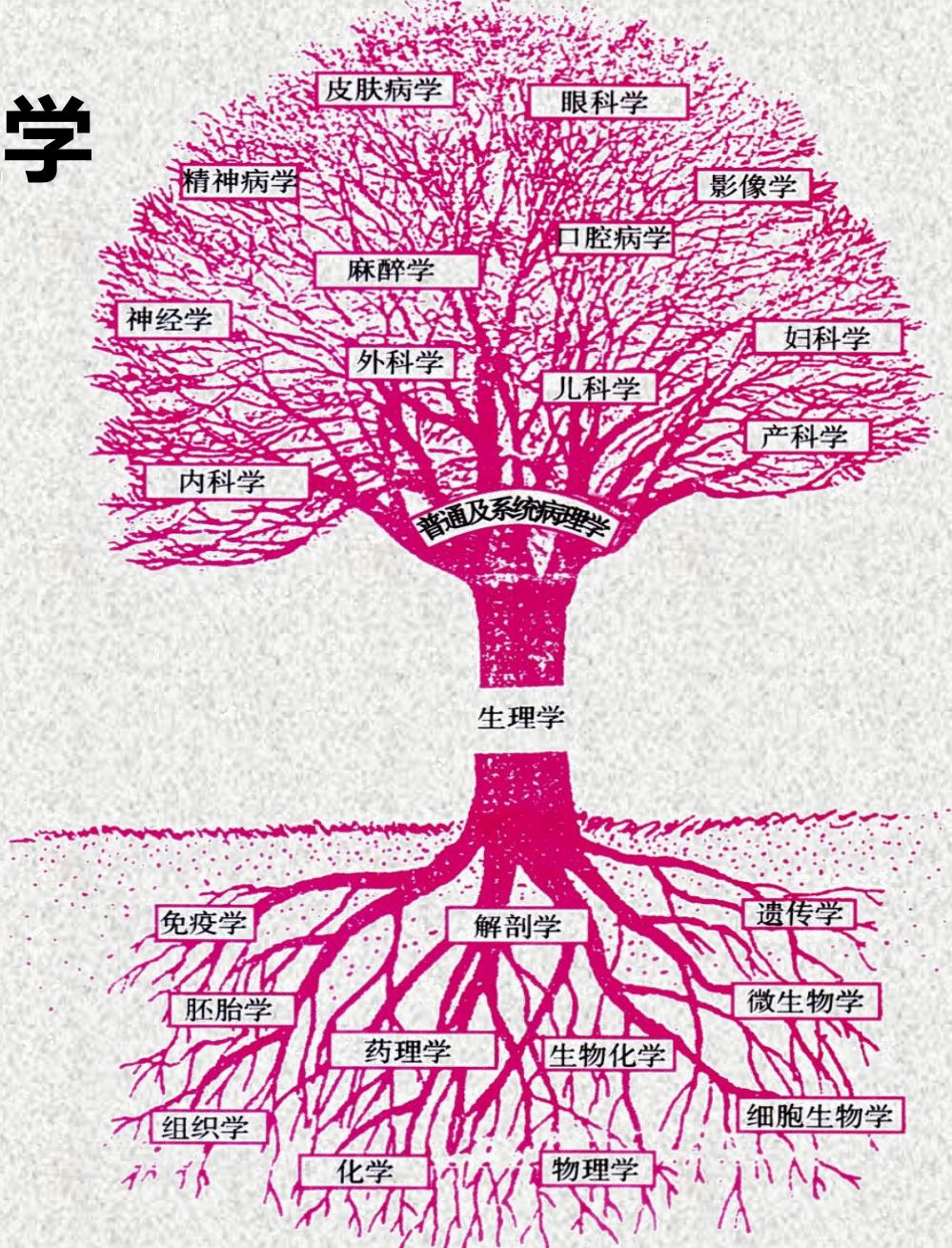
生理学探讨有生命特征的物质运动的规律，是一门综合性的生物学。



| 基本特征 | 概 念 | 意义 |
|------|---|--------------------------|
| 新陈代谢 | 机体通过同化与异化作用同外界环境进行物质和能量的交换，以及机体内部物质与能量转变而实现自我更新的过程。 | 生命的最基本特征，若新陈代谢停止，生命也就停止。 |
| 兴奋性 | 活组织对刺激产生生物电反应的能力。（应激性是指机体或组织具有对刺激产生反应的能力或特性。） | 它是生物体对环境变化作出适宜反应的基础。 |
| 适应性 | 机体在各种环境条件变化中，保持自己生存的能力或特性。 | 维持稳态，保护机体，适应生存。 |
| 生殖 | 生物体生长发育到一定的阶段，能产生与自己相似的子体后代，即自我复制的功能。 | 延续种系。生长和生殖是新陈代谢的具体表现 |

二、生理学与医学

在现代医学课程体系中，生理学是一门重要的基础医学理论课程。





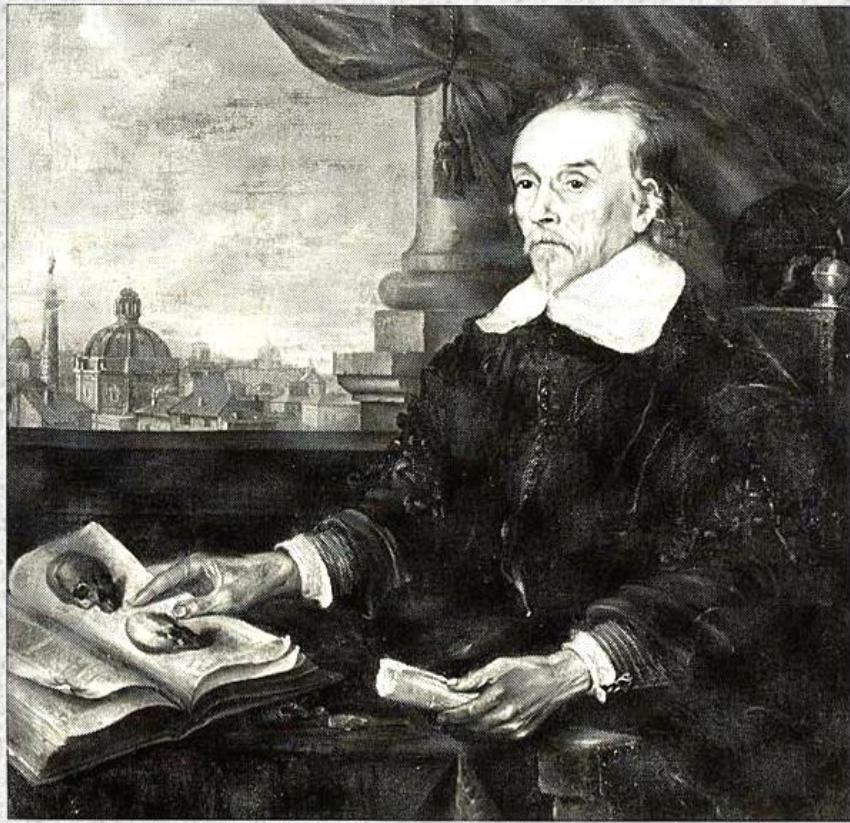
Nobel Prize winners in Physiology or Medicine

Nobel Prizes are awarded annually by the Swedish Academy of Science to individuals who have made the most important discovery or invention that materially benefits mankind during the preceding year in one of a number of fields. The awards were established according to the will of Alfred Bernhard Nobel, a Swedish manufacturer, inventor, and philanthropist. The prize for Physiology or Medicine is presented each year by the Caroline Medico-Surgical Institute in Stockholm, Sweden.

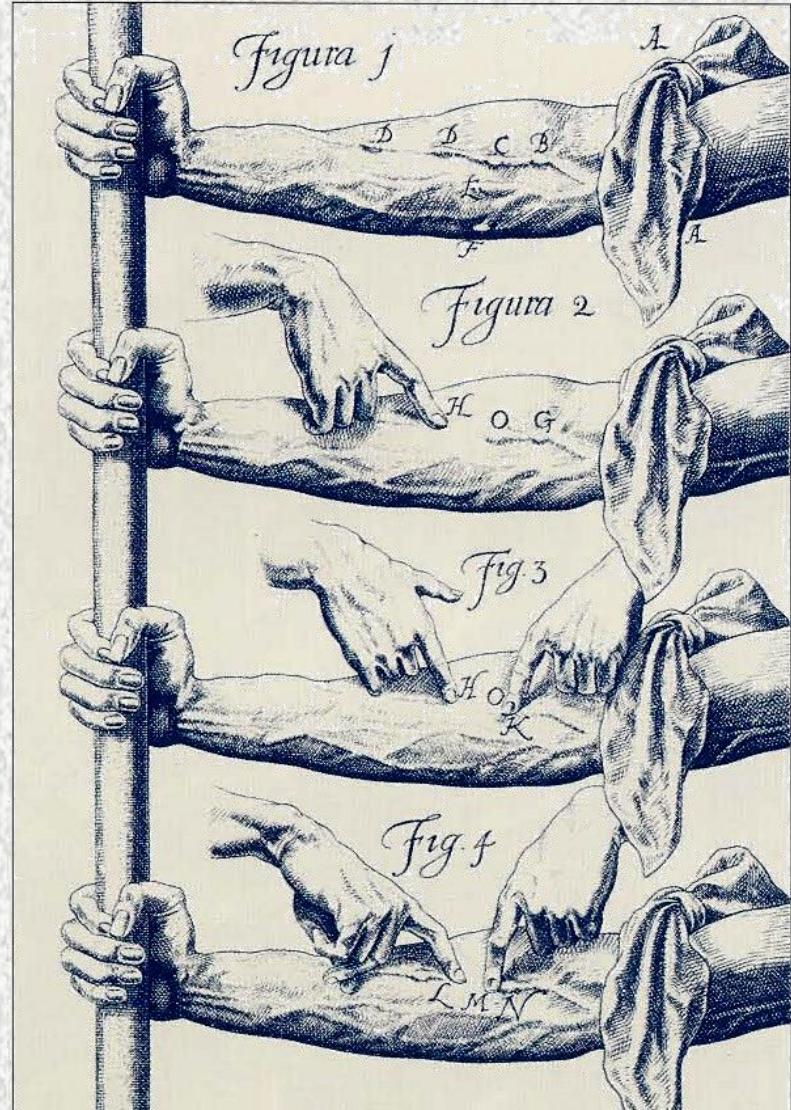
三、生理学的起源

英国医生 *William Harvey* 的实验研究为近代生理学奠定了基础。哈维被公认为生理学、实验医学和实验生物学的创始人。

随着其他自然科学的迅速发展，生理学实验研究也大量开展，累积了大量各器官生理功能的知识。生理学的发展依赖于科学研究方法的进步。



▼哈维的实验说明，血液在静脉内只能呈单向流动。静脉内血液正常的流动方向是由手流向手臂。



1628年，Harvey的著作《心与血的运动》出版，是历史上第一本基于实验证据的生理学著作。

四、 生理学是一门实验性科学

生理学的研究对象是活体。人们对生物体功能活动规律的了解，不是通过单纯的想象和推理，而是从人体观察和动物实验中总结出来的。因此，
生理学是一门**实验性学科**。生理学的理论大都来自**动物实验和医学观察**。

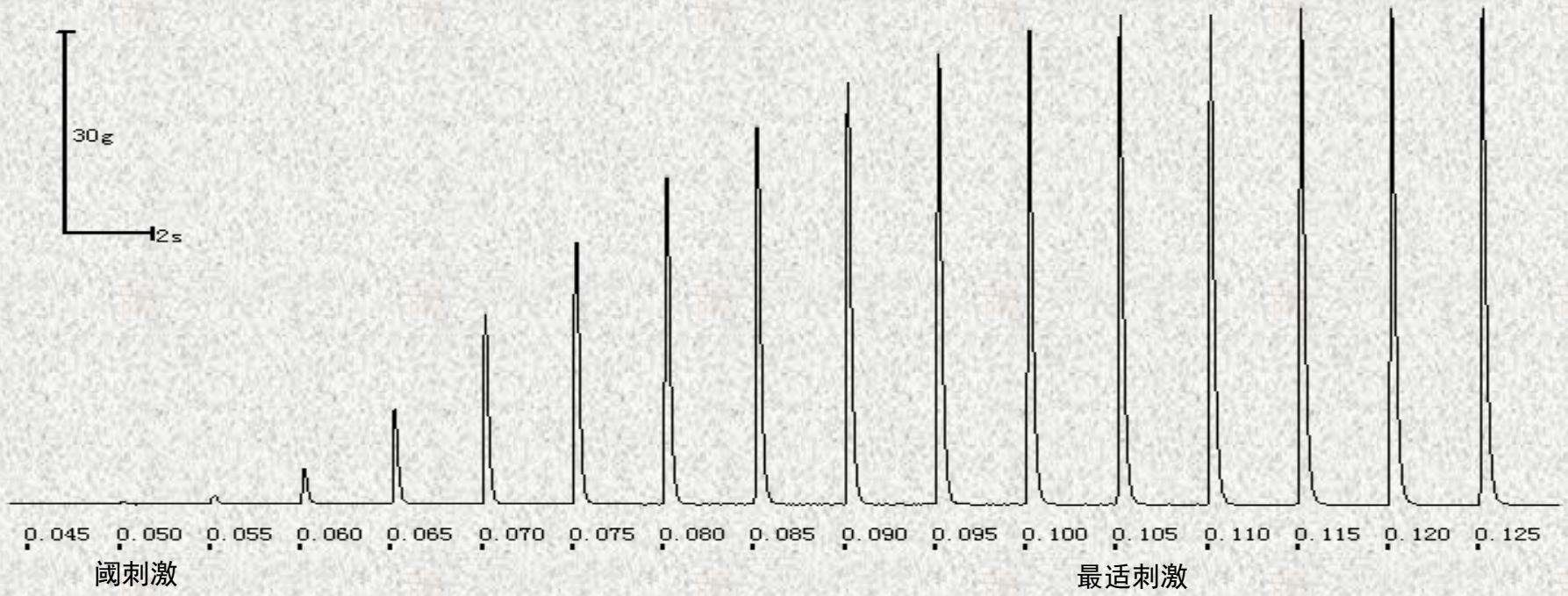


生理学知识是通过观察器官系统在任何时候，对各种刺激产生正常反应的一系列的可重复的结果，形成的关于器官系统的功能的假说。

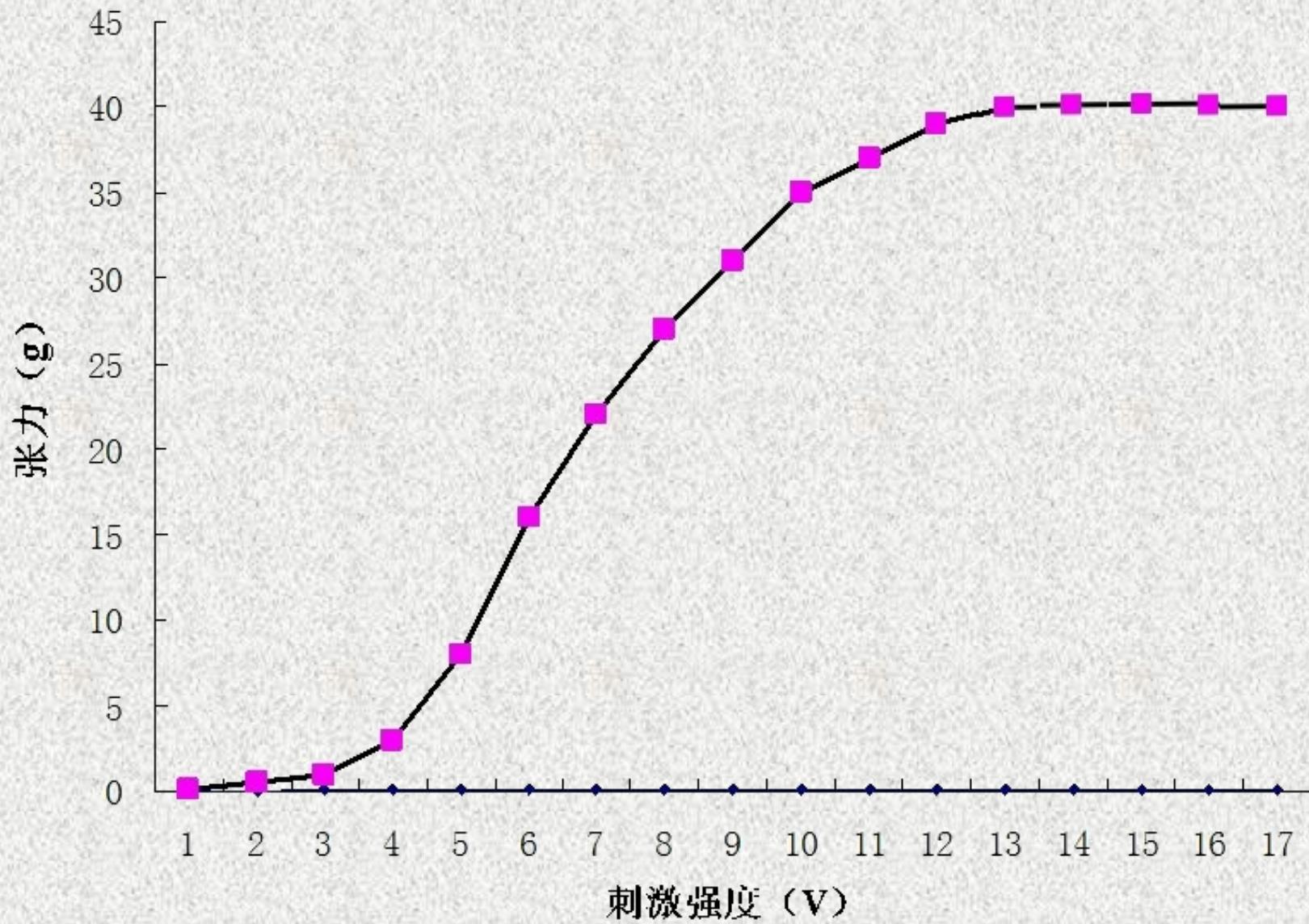


哈维最先形成血液循环概念是通过一个简单的推算。他发现，如果粗略估计一个人的心脏每分钟跳动72次，心脏可容纳的血液为2盎司（1盎司=28.35g），心脏每小时往血管里输送的血液大约相当于245kg，远远大于一个人的体重。

这么大的血量不可能马上由摄人体内的食物供给，肝也决不可能在这么短的时间内造出这么多的血液来。



腓肠肌刺激强度与骨骼肌收缩反应的关系



(1=0.045, 17=0.125, 增量为0.005)

第二节 机体的内环境和稳态

一、机体的内环境

二、内环境恒定与稳态



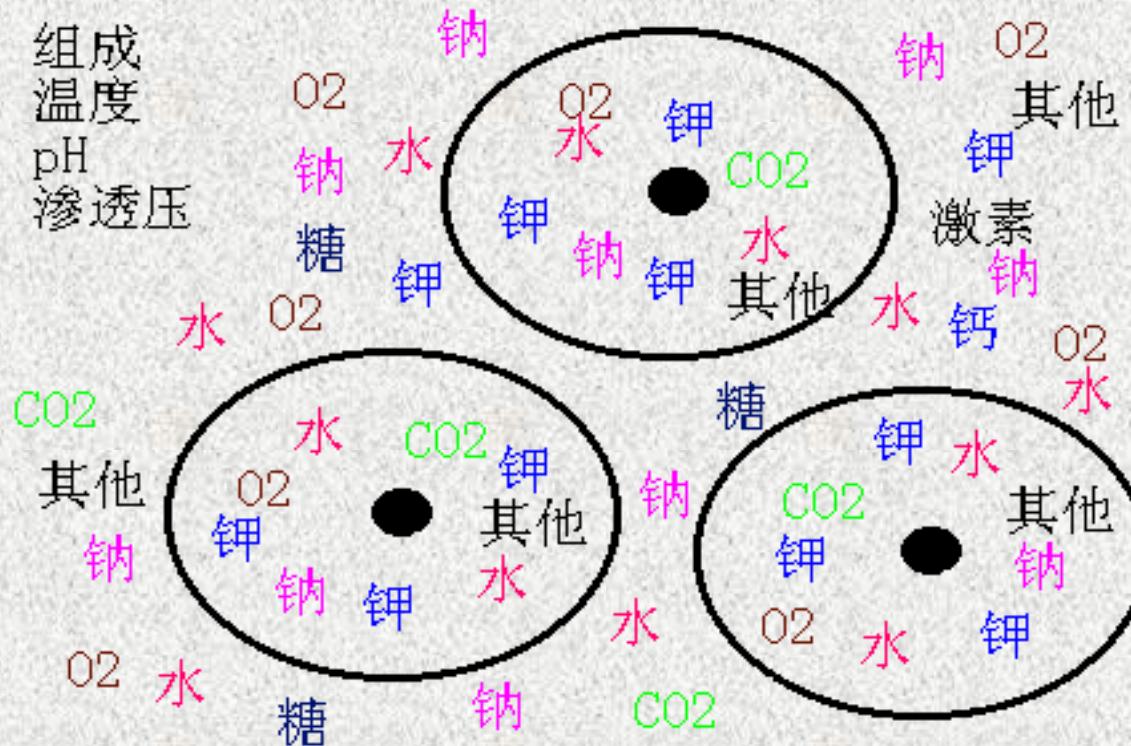
一、机体的内环境

(一) 体液 (体重的60%)

含细胞内液 (2/3) 和细胞外液 (1/3)

细胞外液中
3/4 为组织间液

细胞外液中
1/4 为血浆



(二) 体液的分隔和相互沟通

机体各部分体液彼此隔开，因而各部分体液的成分有较大的差别，但各部分体液又相互沟通。**细胞膜**既是分隔细胞内液与组织间液的屏障，又是两者之间相互沟通的渠道。有些物质可自由通过细胞膜的脂质双分子层，但有些物质则须经膜上镶嵌的特殊蛋白质才能从膜的一侧转移到另一侧，水的跨膜移动主要受细胞膜两侧渗透压和静水压梯度的驱使。

同样，毛细血管壁既是分隔血浆与组织间液的屏障，也是两者之间相互沟通的桥梁，体液跨毛细血管壁移动也取决于管壁两侧的渗透压和静水压梯度。

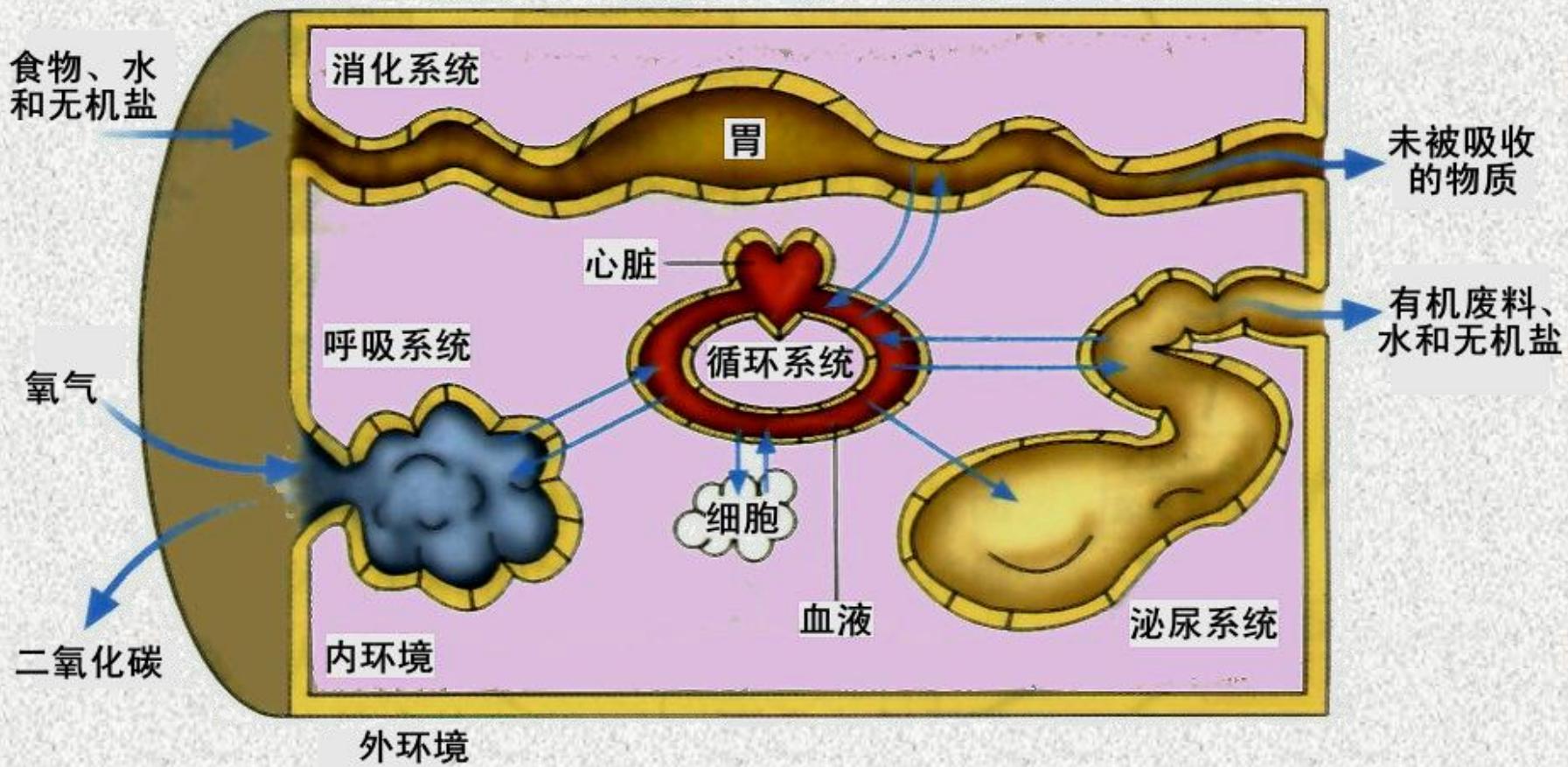
血浆是沟通各部分体液并与外界环境进行物质交换的重要媒介，因而是体液中最活跃的部分。

(三) 内环境 (internal environment)

-----细胞直接生活的环境，即细胞外液。

内环境的作用：

1. 为细胞提供所需物质；
2. 接受细胞排出物；
3. 满足细胞功能活动的条件。



人体内、外环境示意图

二、内环境恒定与稳态

生命体是一个非平衡的开放系统，其内部及其与外环境之间必须不断进行物质、能量和信息的交换（**物质流、能量流、信息流**），以维持生命体相对有序的低熵状态。

内环境的恒定

法国生理学家Bernard认为“内环境的恒定性是有机体自由和独立生存的基本条件”。当外界环境改变和有机体本身状态改变时，以重要生理参数表现出来的内环境的恒定即可能遭到破坏，如果细胞不能进行调节控制，恢复恒定，生物体就不可能生存下去。

稳态 (Homeostasis)

1929年，美国生理学家Cannon提出体内“homeostasis”的概念，来表示生物体内不断通过复杂的调节过程所建立起来的动态平衡。最初“稳态”是指人体中体温、血压、血氧、血糖等参数的相对恒定状态。

稳态通常是指有机体内环境中的各种理化因素在变化中达到**动态平衡**的一种相对恒定状态。被引伸为泛指体内各个水平上的生理活动在神经、体液等因素调节下保持相对稳定和相互协调的状况。

稳态 这一概念不仅说明了内环境相对稳定的这一现象，而且包含了机体维持内环境相对稳定的调节过程。

稳态是机体维持正常生命活动的基本条件。调节是实现稳态的基本途径。

第三节 生理功能的调节

一、生理功能的调节方式

- 神经调节 Nervous regulation
- 体液调节 Humoral regulation
- 自身调节 Autoregulation

二、体内的控制系统

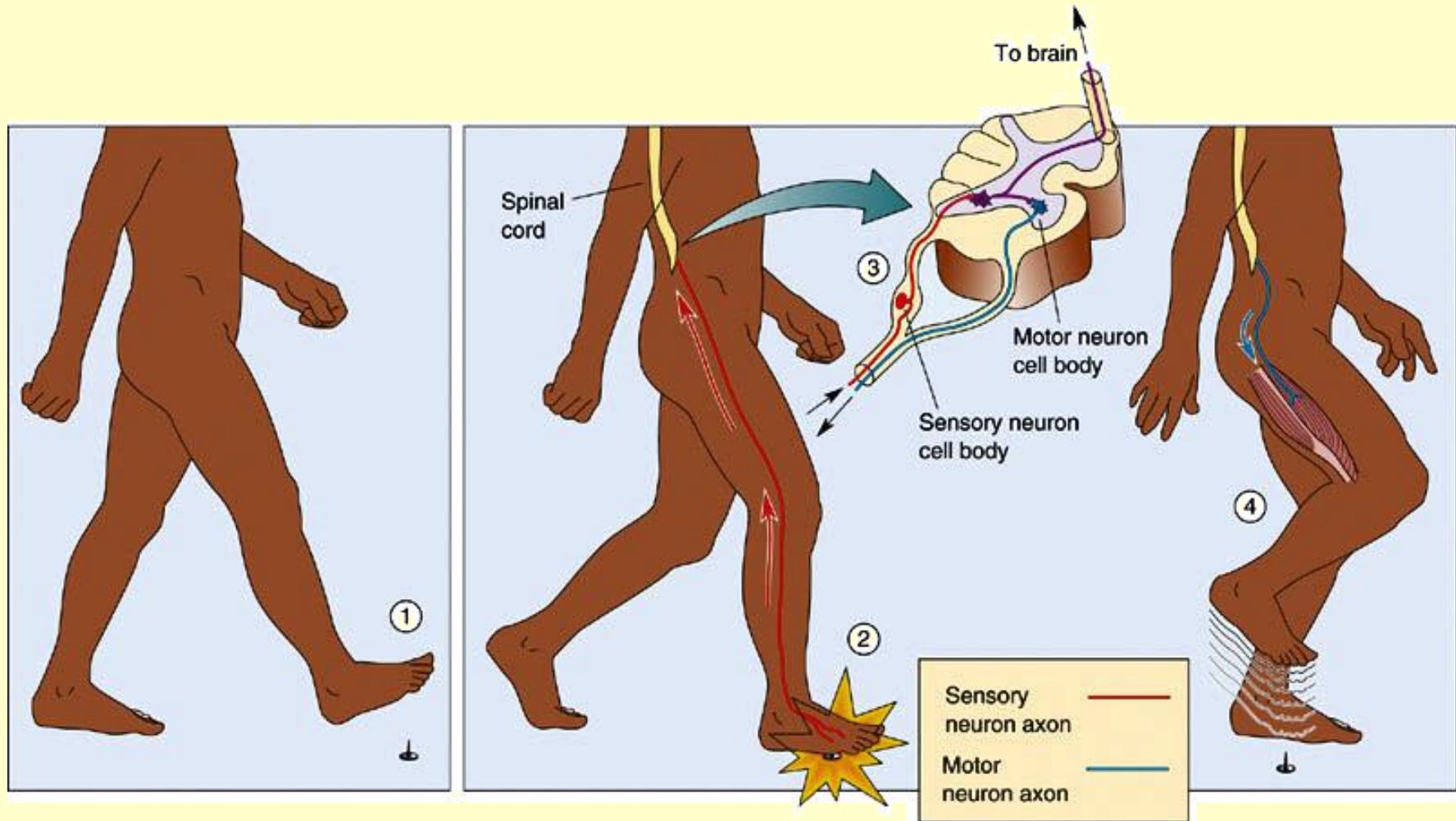
机体各组成部分是按一定的形式组织起来的。作为一个有序的整体，具有较完备的调节系统和控制系统，能对各系统，器官、组织和细胞的各种生理功能进行有效的调节和控制，维持机体内环境乃至各种生理活动的稳态；也能适时地对内外环境变化做出适应性反应，调整机体各组成部分的活动，以应对外界环境所发生的改变。

一、生理功能的调节方式

(一) 神经调节

反射与反射弧
使神经调节得以实现。

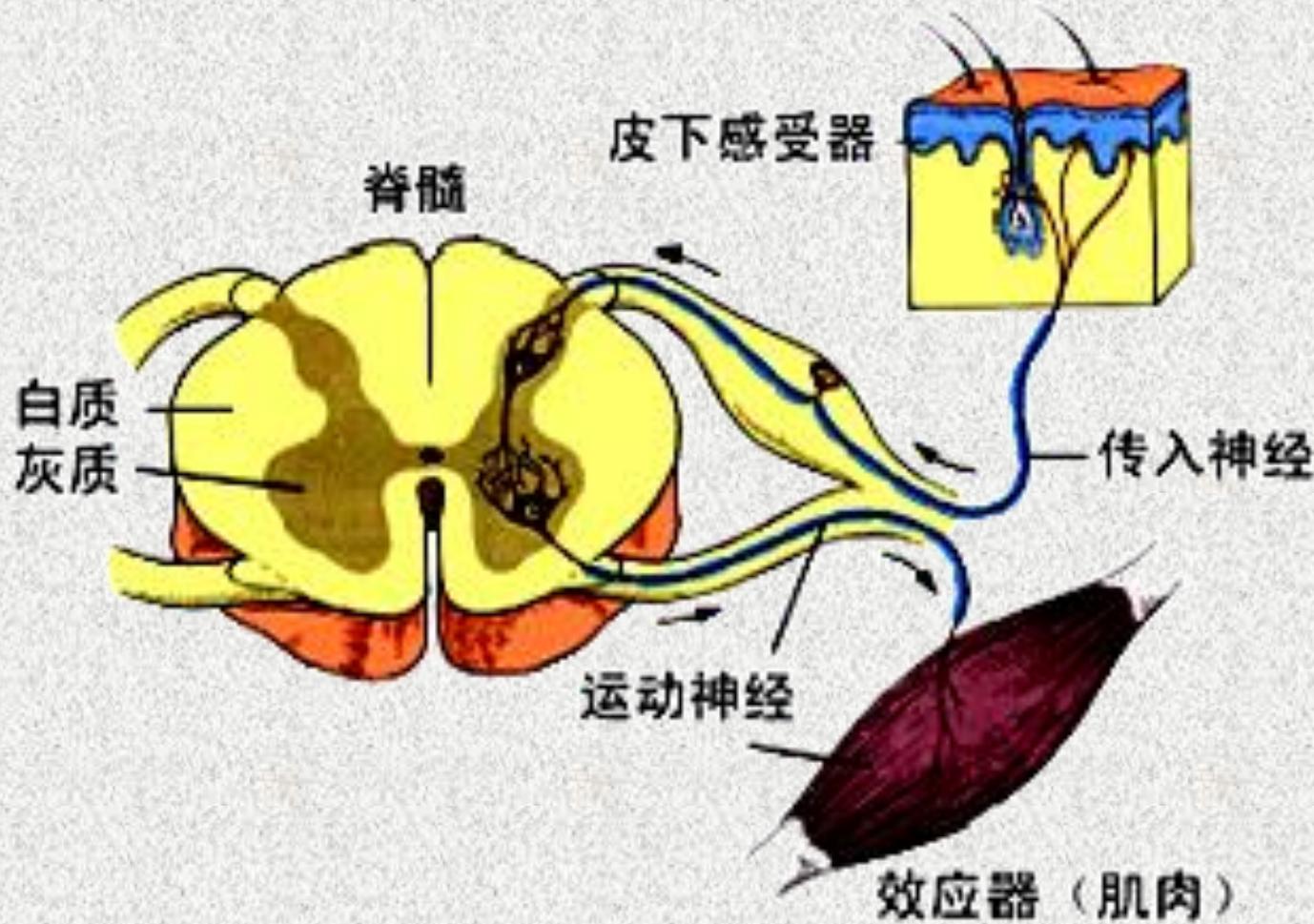




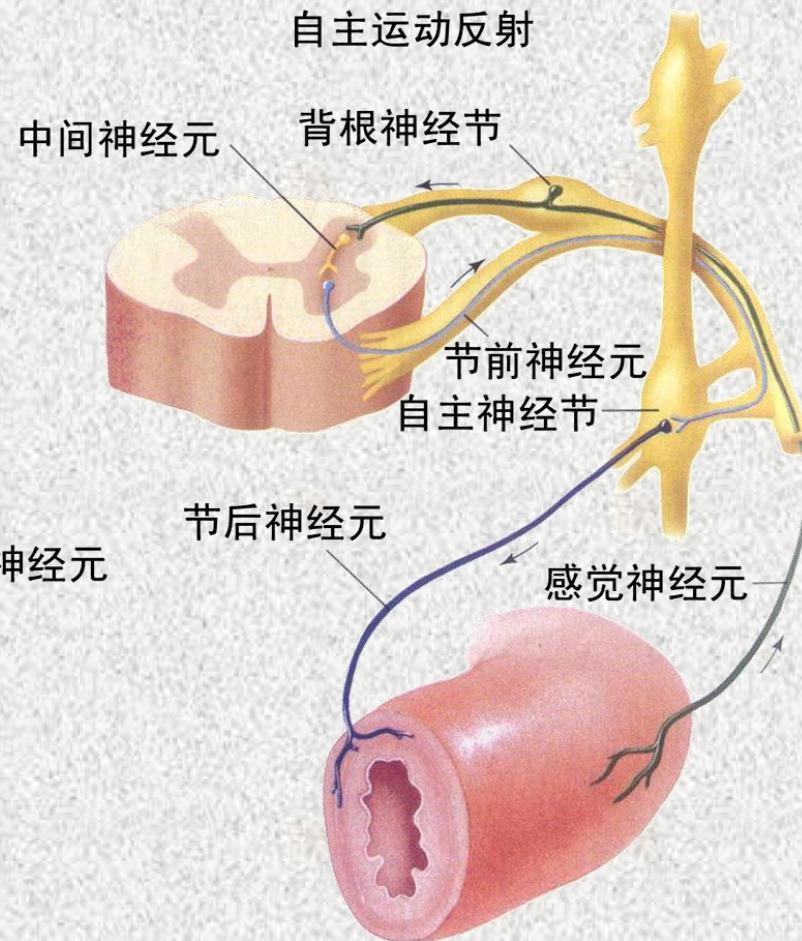
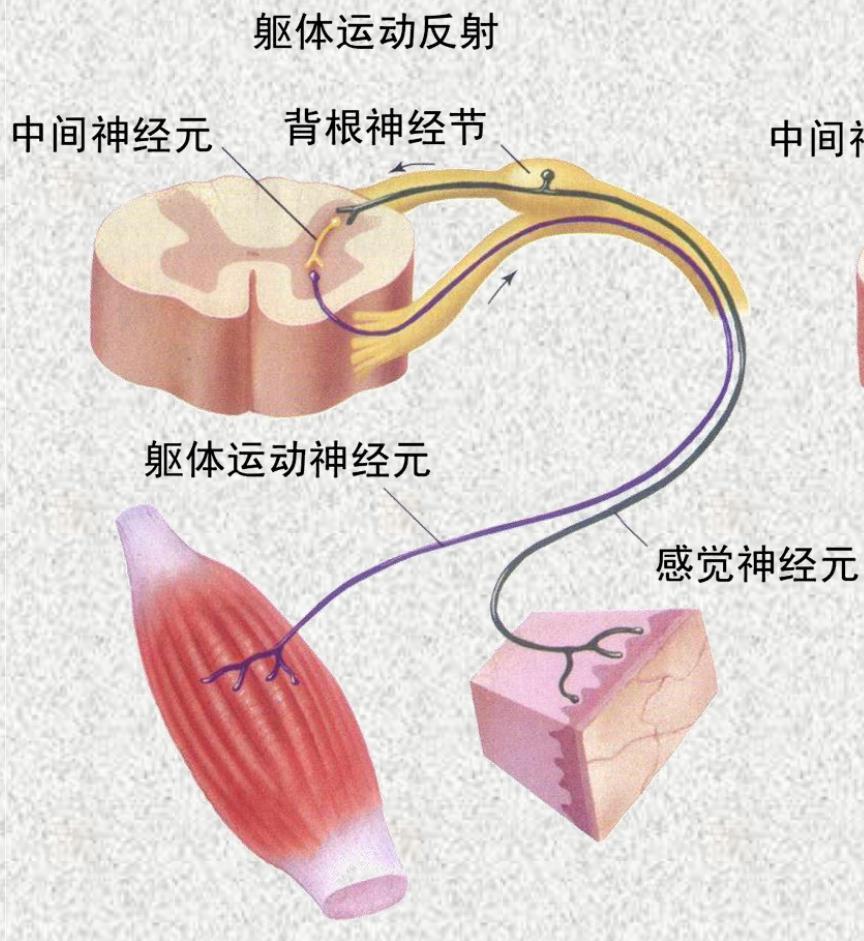
一个简单的反射（对刺激产生反应）

反射弧及其结构

| 组成成分 | 概念 | 作用 |
|------|---|---------------------------------|
| 感受器 | 分布在体表或组织内部的一些专门感受机体内、外环境中所发生变化的结构和装置。 | 感受刺激并转换成相应的传入神经冲动（换能）。 |
| 传入神经 | 由轴突组成，将来自内脏、躯体和本体感受信息传导到神经中枢。 | 感受器与神经中枢之间相联系的通路。 |
| 神经中枢 | 中枢神经系统中与某一功能有关的神经元所在的部位，称为该种功能的神经中枢，即调节某一特定生理功能的神经元群。 | 分析整合传入的信息，并发出冲动；能决定反应的性质、强度和范围。 |
| 传出神经 | 由轴突组成，将神经中枢的冲动传到效应器。 | 神经中枢与效应器相联系的通路。 |
| 效应器 | 产生反应的器官或组织。 | 执行机构 |



反射弧模式图



a. 躯体反射弧

b. 内脏反射弧

● 反射的定义

反射是指在中枢神经系统参与下的机体对内外环境变化（刺激）的、应答式的规律性反应。

刺激：能使细胞、组织或机体感受到的内外环境变化（主要是各种理化因素的改变）。

反应：机体或组织接受刺激后所出现的内部代谢及外表活动发生的相应改变。



机体对刺激产生反应的一般形式：

兴奋、抑制。

兴奋：指组织接受刺激后，由生理静息状态→活动状态、或活动弱→强。

抑制：指组织接受刺激后，由活动状态→生理静息状态、或活动强→弱。

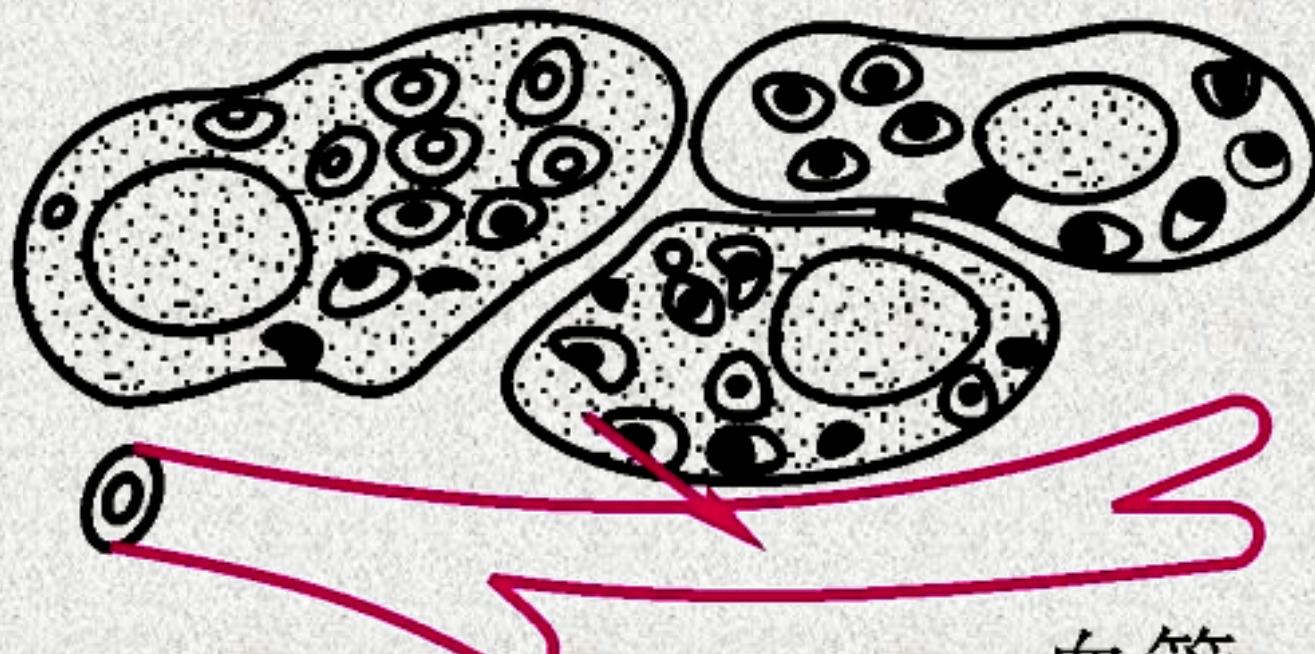
(二) 体液调节

概念：体内某些化学物质经体液运输，对相应组织细胞的功能进行的调节。

类型：(1) 全身性体液调节(激素)；(2)局部性体液调节(局部体液因素、生物活性物)；(3) 神经-体液调节

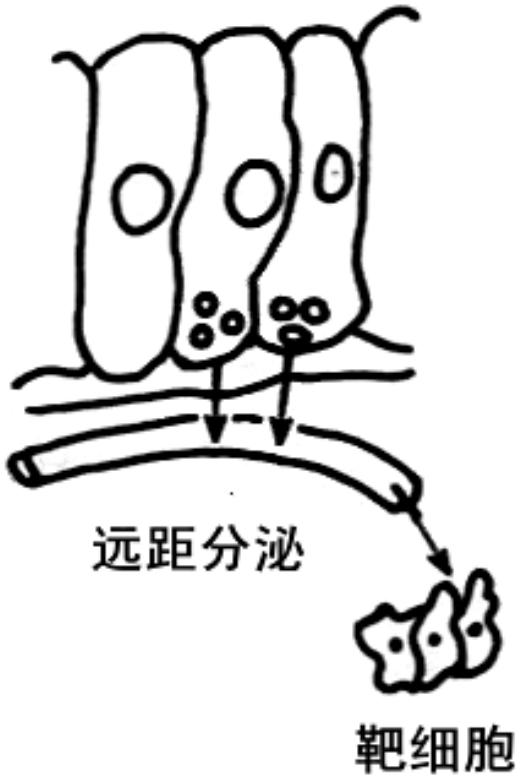
特点：缓慢、持久、弥散

内分泌细胞



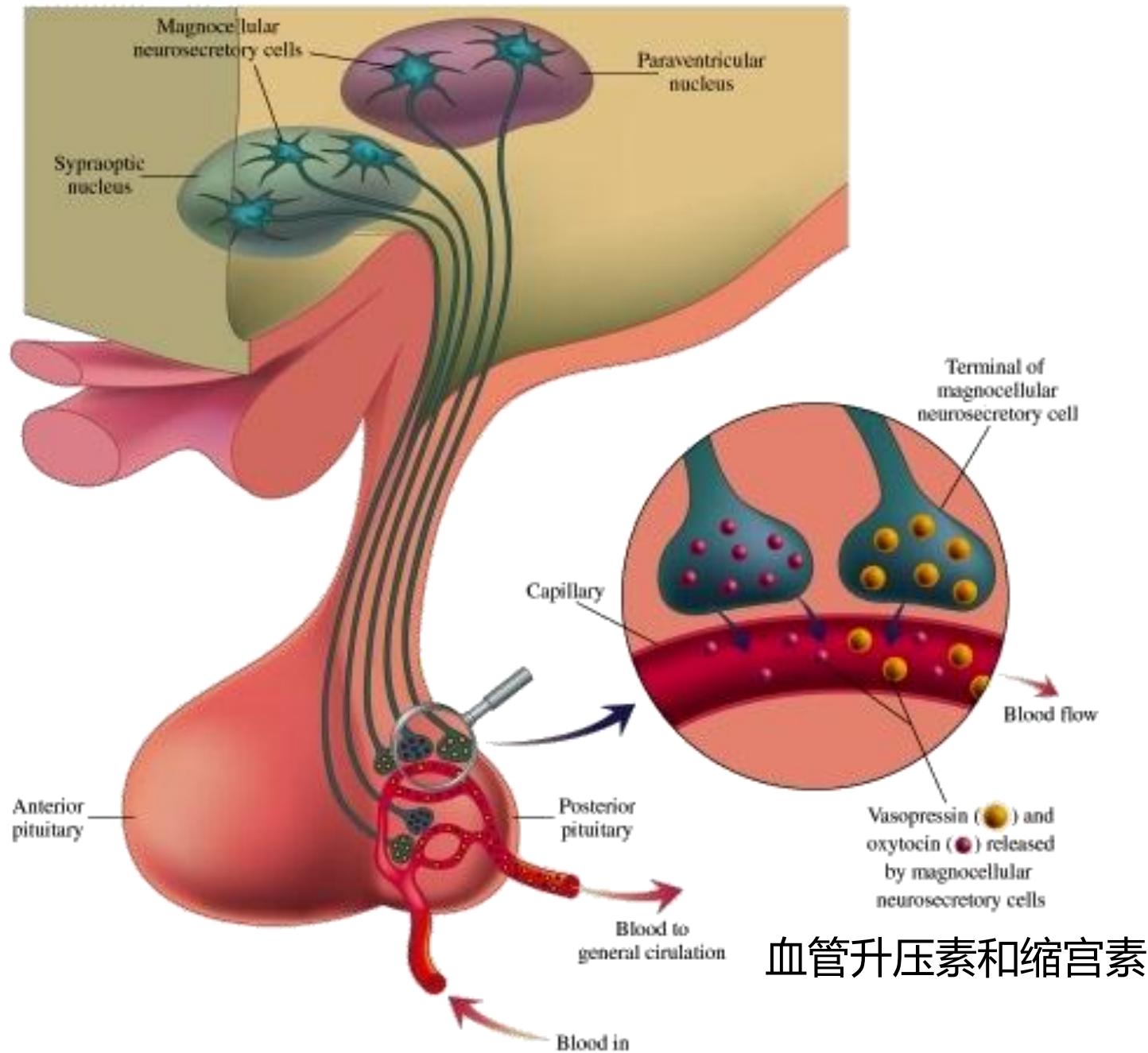
血管

全身性体液调节 (激素)

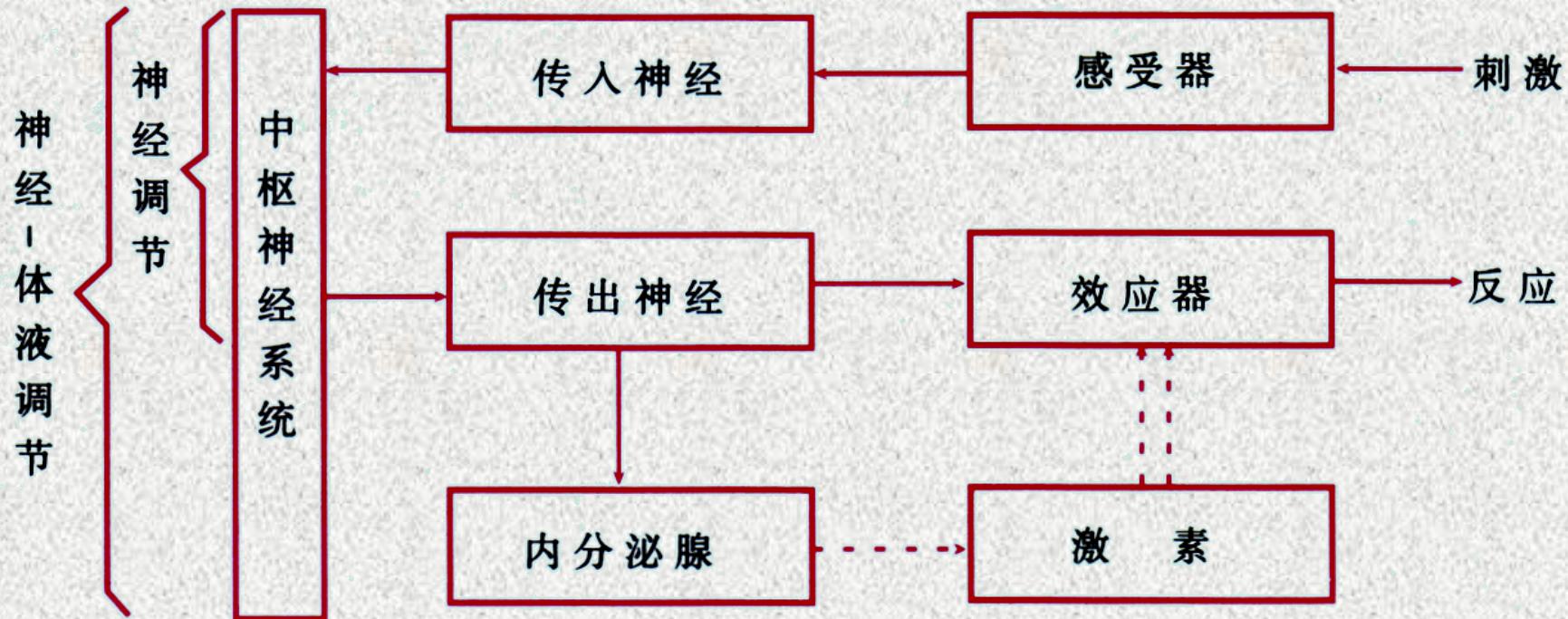


体液因素的递送方式

脑的神经内分泌细胞

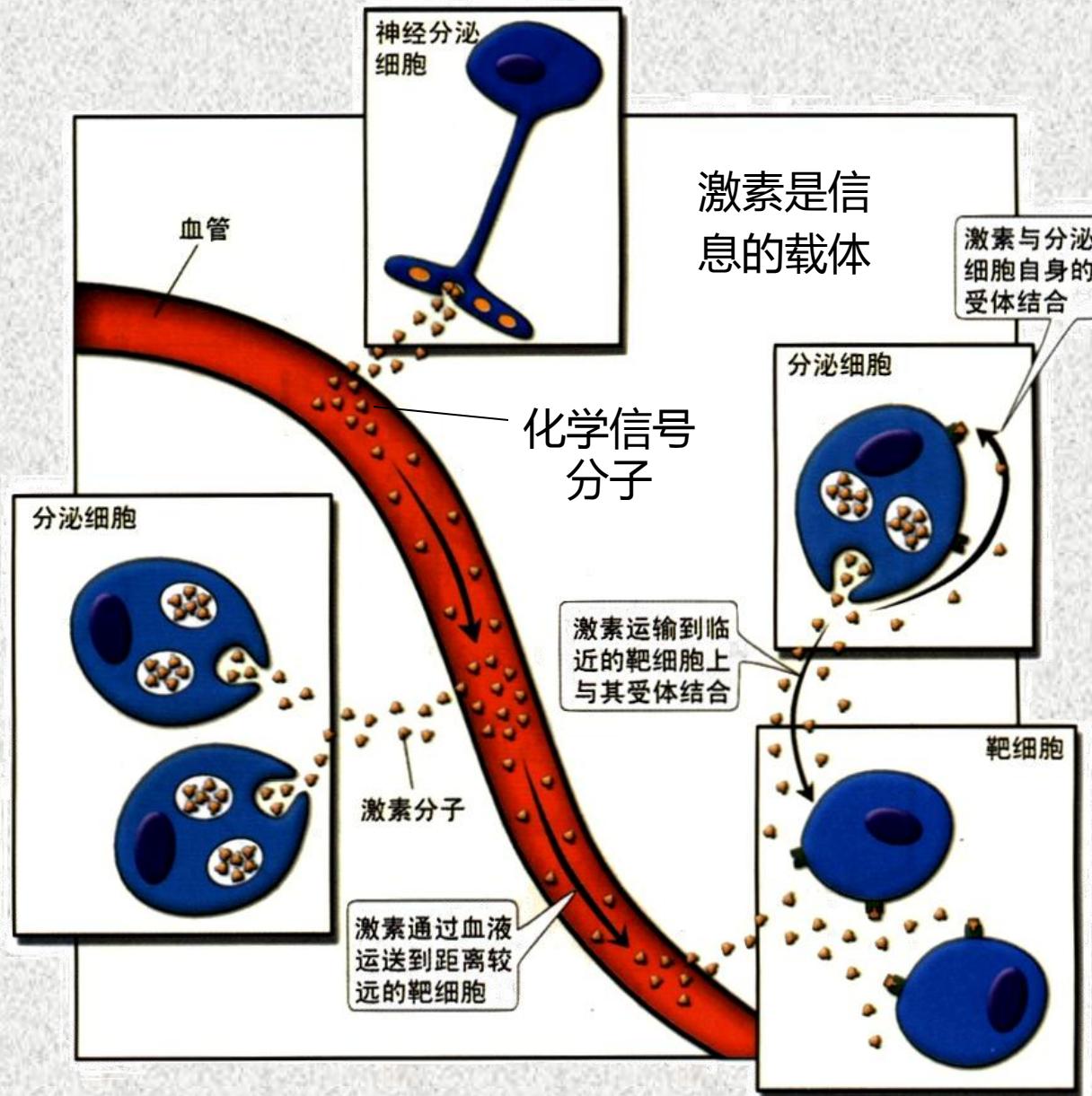


血管升压素和缩宫素



神经系统控制下的内分泌

体液调节的信息传递



(三) 自身调节

概念：环境变化时，器官、组织、细胞不依赖神经或体液调节而产生的适应性反应。自身调节可能是依靠传递机械能量与信息来实现的。

特点：调节幅度小，不灵敏，局限。

生理功能的调节方式

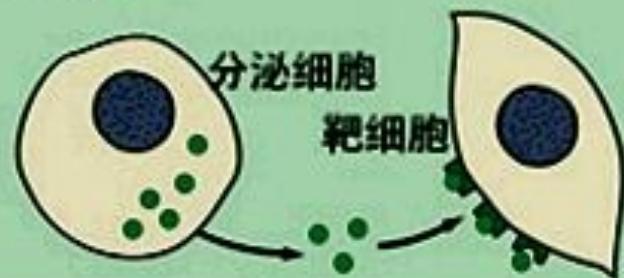
| 调节方式 | | 作用 | 生理意义 | 特点 |
|------|-----|---------------------------------------|--------------------|----------------|
| 神经调节 | | 中枢神经系统的活动通过传入和传出神经对机体各部进行调节，其基本方式是反射。 | 是高等动物最主要的调节方式。 | 作用迅速、局限、短暂、准确。 |
| 体液调节 | 全身性 | 主要是内分泌细胞分泌的激素，随血液运送到全身组织器官，从而调节它们的活动。 | 调节代谢、生长发育与生殖等基本功能。 | 作用较缓慢、广泛、持久。 |
| | 局部性 | 某些组织细胞产生的化学物质，可扩散并影响邻近组织的功能活动。 | 使局部与全身的功能活动相互配合和协调 | 作用范围较局限 |
| 自身调节 | | 内、外环境条件变化时，组织、细胞不依赖于神经或体液调节而产生的适应性反应。 | 协助维持生理功能的稳态。 | 调节幅度较小。 |

二、体内的控制系统

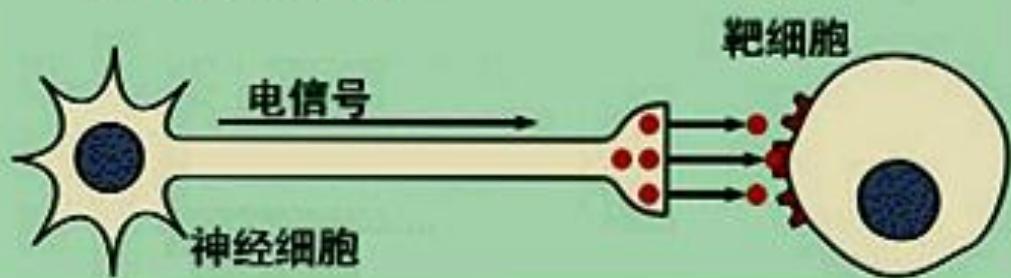
生理功能的调节，不管是采取何种方式，都必须有信号的传输或信息的交流。

信号的传输或信息的交流。这也是空间隔离的各组分之间的相互影响和相互协调一致的前提条件。

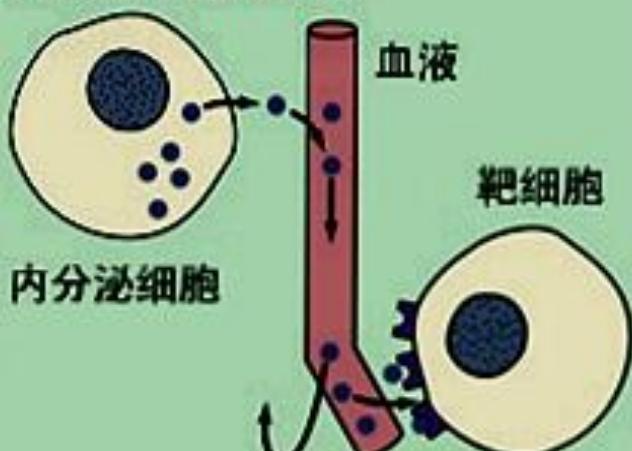
旁分泌



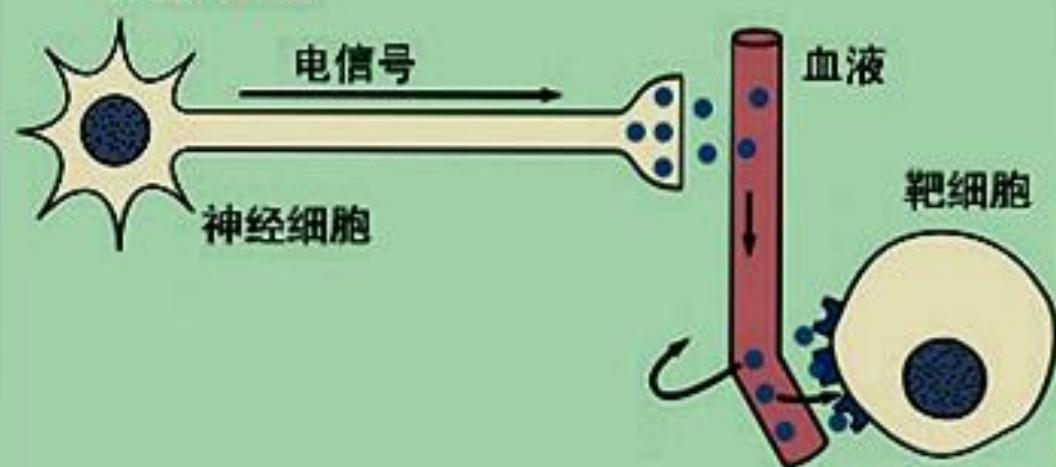
神经递质的分泌



内分泌或远距分泌



神经内分泌



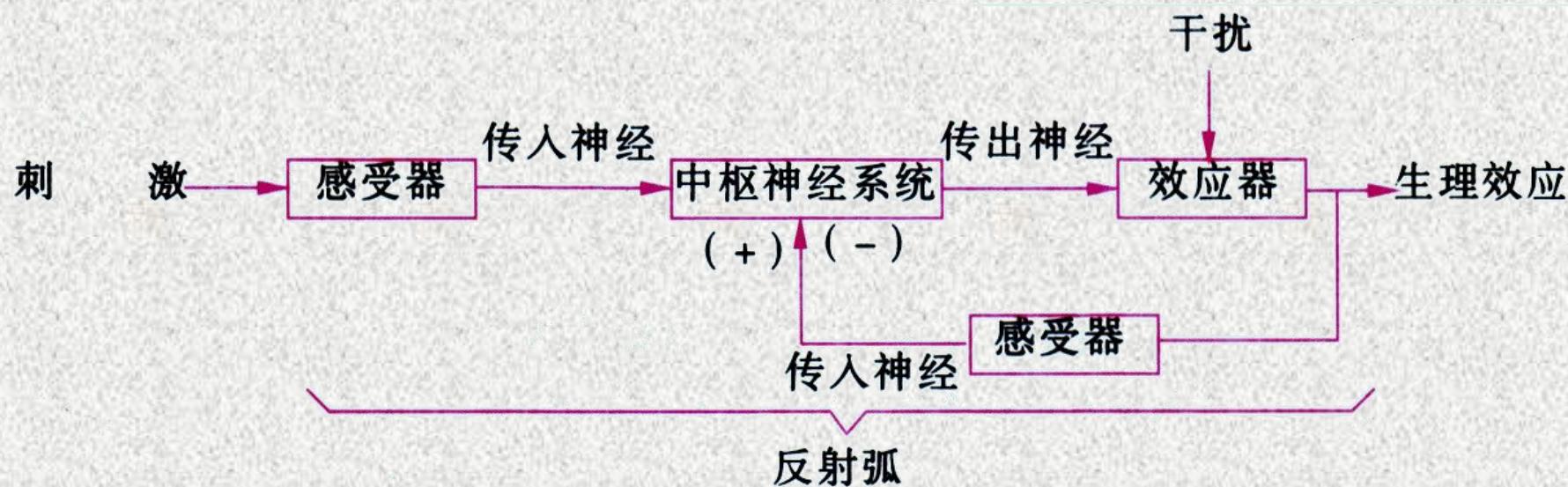
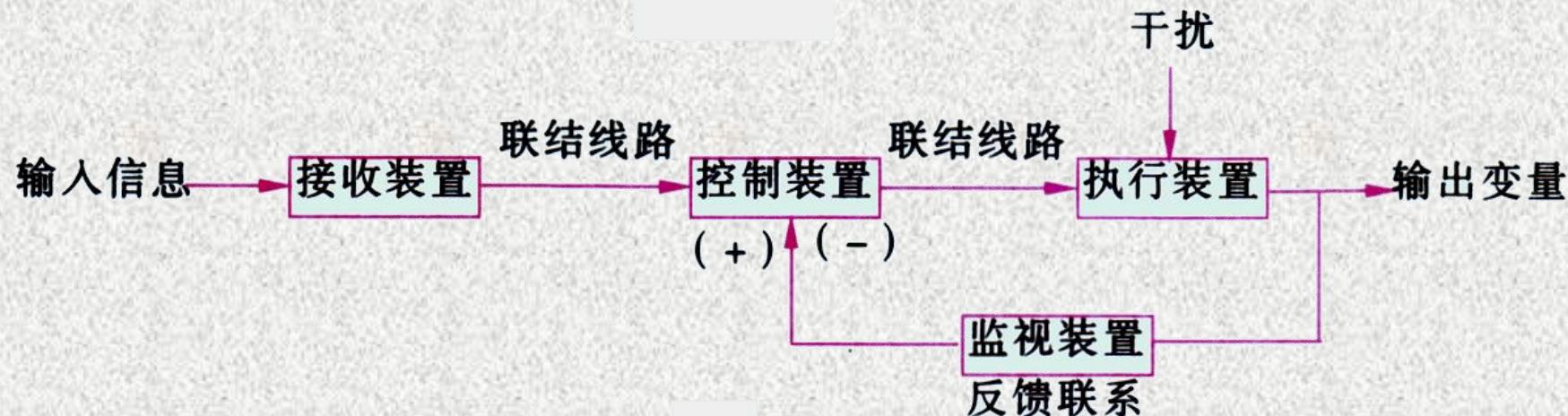
体内常见的信息载体

机体内的各种功能调节，都可以看成是其内部各组成部分之间的信号传送过程，都是依靠传递信息来实现其调节和控制的。

这种信息流程的模式，构成体内的控制系统。其中最为常见的即是反馈。而反馈机制及其控制系统是一切功能调节和自动化控制的基础。

(一) 反馈控制系统

反馈控制是一个闭环系统，其控制部分不断接受受控部分的影响，即受控部分不断有反馈信息返回输给控制部分，改变着它的活动。这种控制系统具有自动控制的能力。



反馈控制可分为两种形式

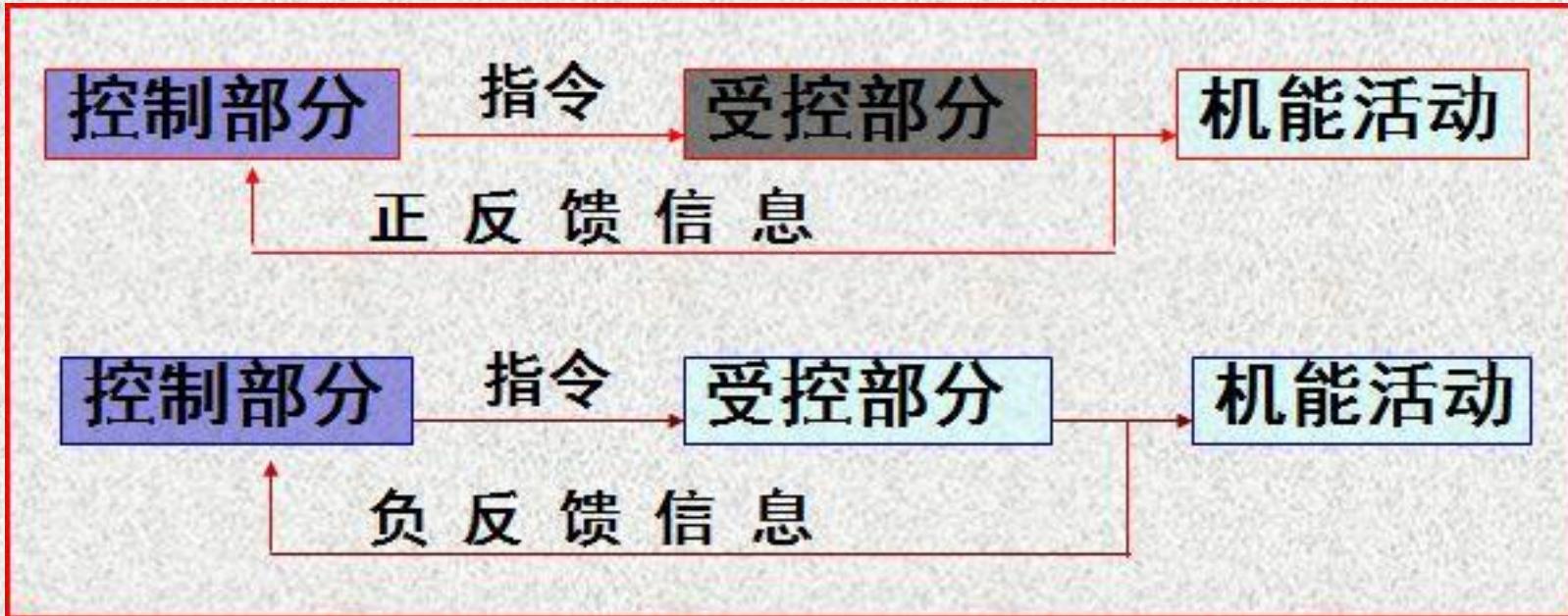
(控制部分受受控部分的影响不同)

负反馈 (negative feedback) :

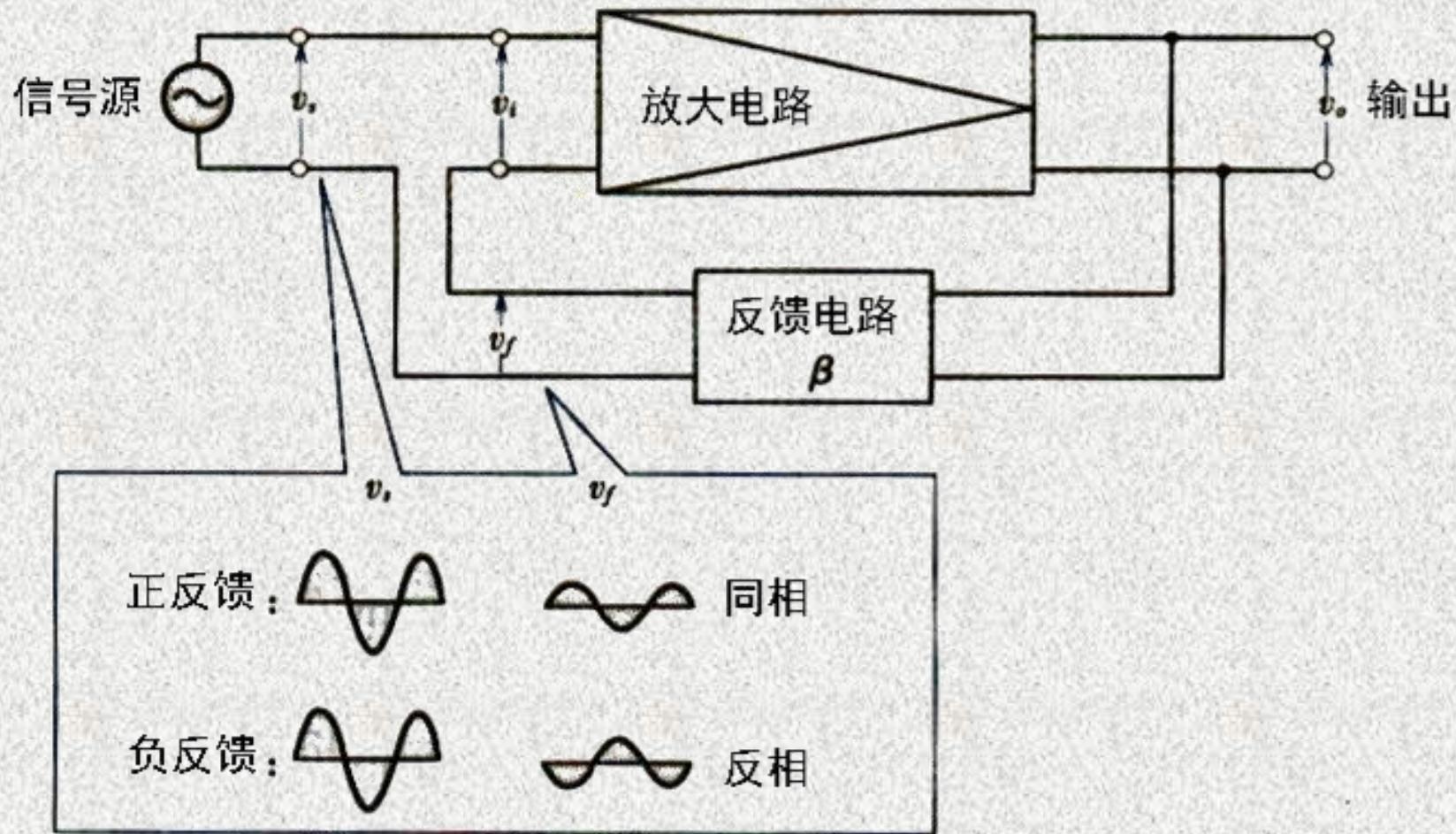
--反馈信息减弱控制部分原活动的过程。

正反馈 (positive feedback) :

--反馈信息不断增强控制部分原活动的过程。



反馈控制系统是一个闭环系统，即受控部分的活动会反过来影响控制部分的活动。控制呈双向性。又分：正反馈、负反馈两种形式。



电子技术中的反馈电路

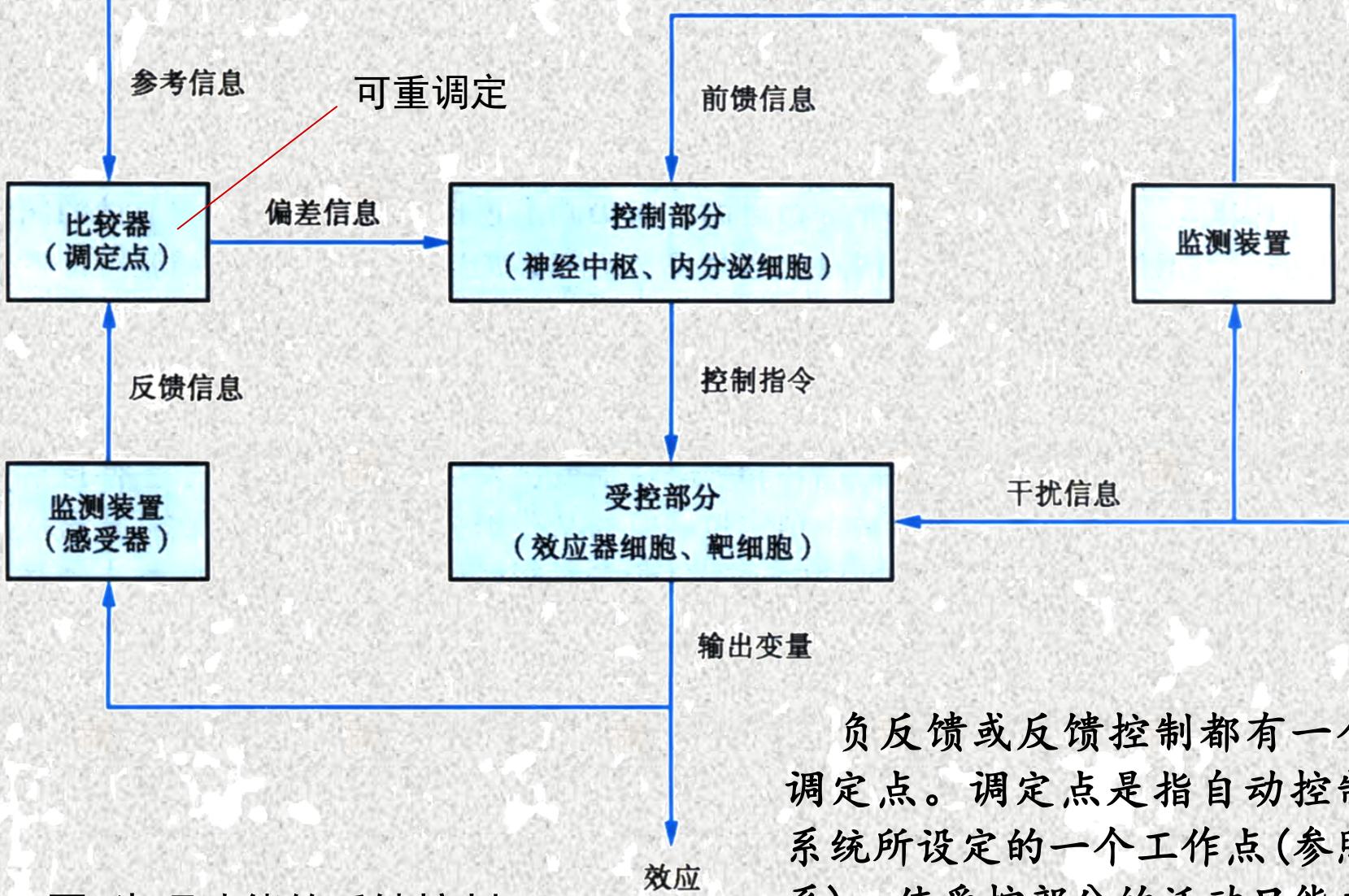
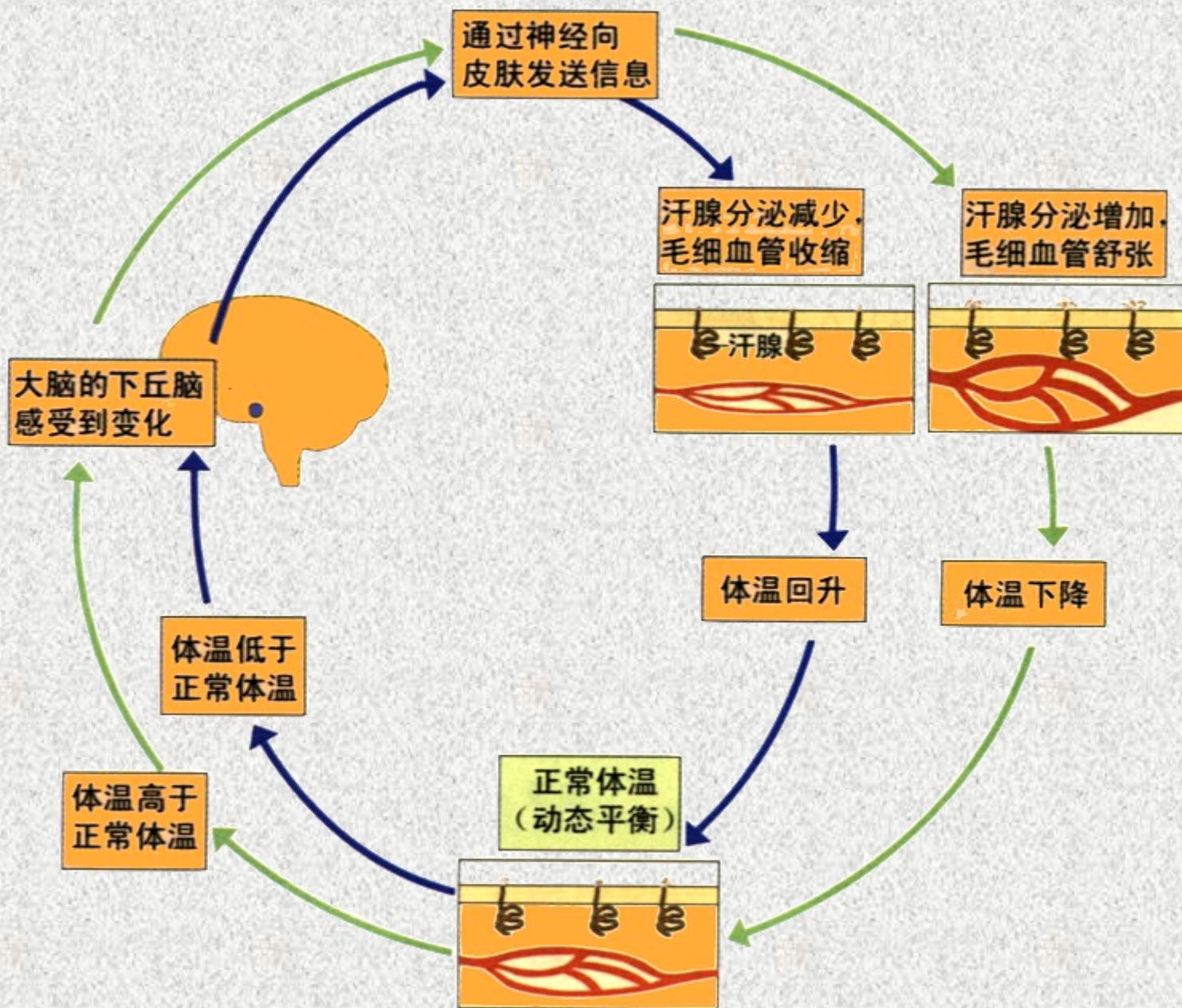


图. 生理功能的反馈控制
系统和前馈系统示意图

负反馈或反馈控制都有一个调定点。调定点是指自动控制系统所设定的一个工作点(参照系)，使受控部分的活动只能在这个设定的工作点附近的一个狭小范围内变动。



负反馈与正反馈之比较

| 比较项 | 负反馈 | 正反馈 |
|----------|----------------|---|
| 反馈信息方向 | 与控制信息相反 | 与控制信息相同 |
| 对控制系统的作用 | 制约、抑制、减弱其活动 | 再生、促进、加强其活动 |
| 调节作用方向 | 双向可逆 | 单向不可逆 |
| 作用效果 | 减小正偏差信息，减弱控制信息 | 减小负偏差信息，增强控制信息 |
| 输出与输入关系 | 输出制约输入 | 加大输出变量，输出强化输入 |
| 生理意义举例 | 控制或调节，维持稳态。 | 使某一生理活动不断加强、迅速完成，维持稳态。或推动稳态向前发展，达到另一稳态。 |

- 反馈控制系统的缺陷：

负反馈/反馈具有调节滞后和受控量振荡现象；单一的正反馈在病理条件下会加重病情，导致“恶性循环”。

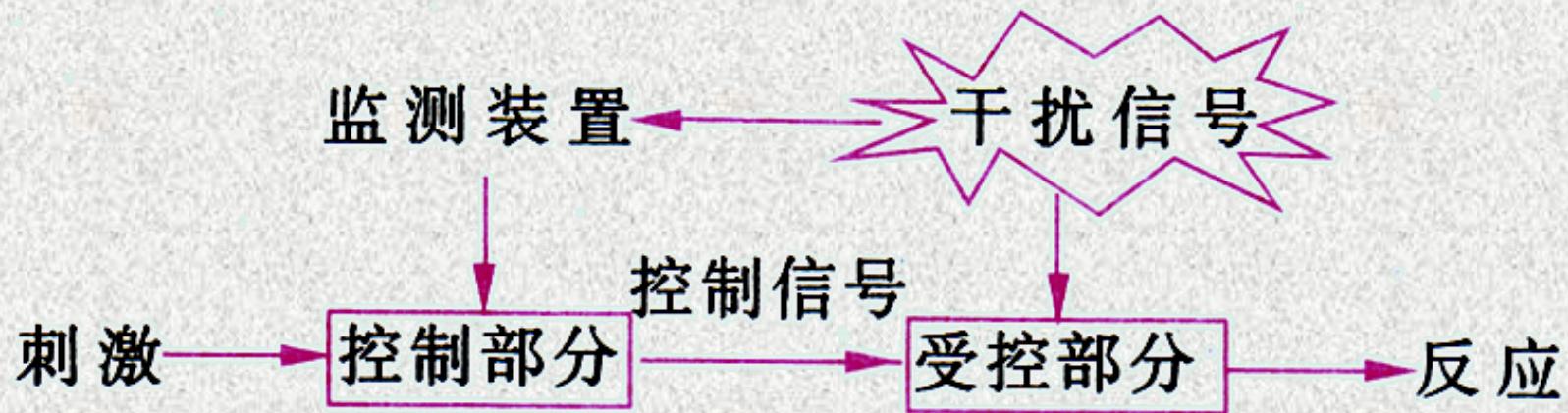
(二) 前馈控制系统

前馈控制是指通过另一快捷通路提前向受控部分发出前馈信息，对受控部分的活动预调控。

有些条件反射实质是一种前馈控制（如看到食物就有唾液分泌）。

控制特点：

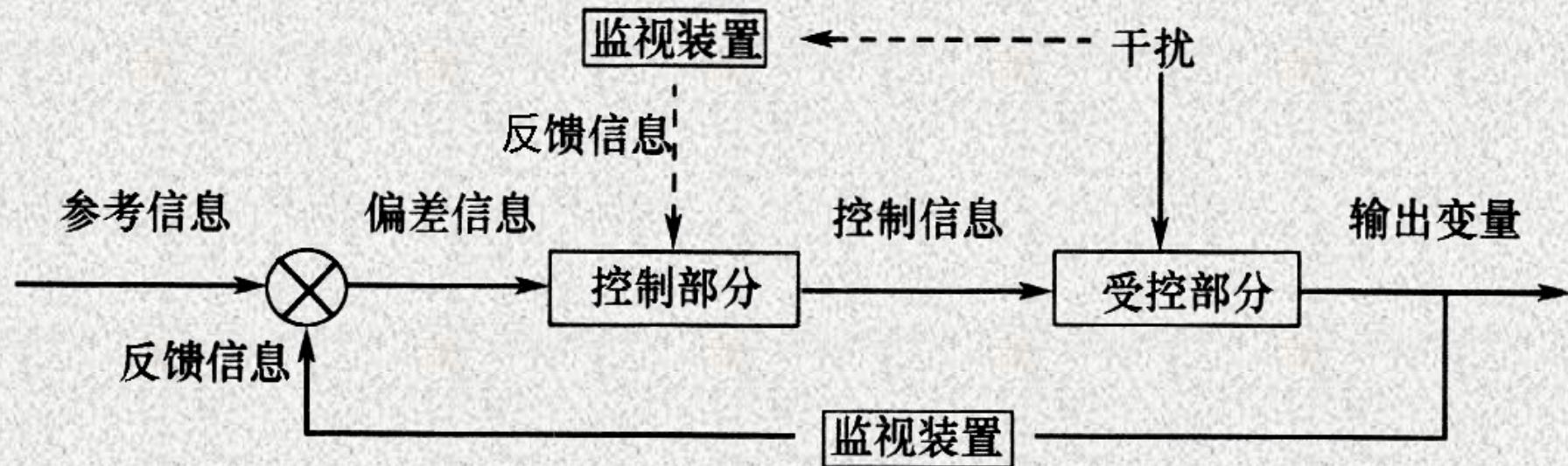
前馈能够减小受控部分的偏差。前馈机制可更快地对活动进行控制，使活动更加准确。



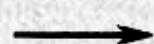
前馈与负反馈协同作用，避免了负反馈的滞后和受控量振荡现象。

前馈与负反馈之比较

| | 前馈 | 负反馈 |
|--------|------------------------|--------------------------------------|
| 活动预见性 | 有预见性；能够提前作出适应性反应，防止干扰。 | 无预见性；仅能在受到干扰后恢复原先的稳定水平（滞后性）。 |
| 波动性 | 无波动性，但会发生预见失误。 | 有波动性，即在恢复过程中不可能立即达到原先水平，而是左右摇摆，逐渐稳定。 |
| 发挥作用快慢 | 较 快 | 较 慢 |
| 出现偏差 | 由于可能出现预见失误，从而出现偏差。 | 必然出现偏差；出现偏差后才引起纠正，纠正也不完善。 |



比较器



反馈控制系统



前馈控制系统

反馈控制系统和前馈控制系统模式图

[小结]

1. 生理学是研究生物体功能活动（生命活动）规律的科学。
2. 生理功能及机制需从细胞和分子水平、器官和系统水平、整体水平进行研究，需要综合生物学各科的知识。
3. 内环境“稳态”是维持机体生存的基本条件。
4. “稳态”的维持是通过各种调节机制，而许多调节过程都是通过反馈控制的形式来完成的。

5. 机体功能活动的调节有神经调节、体液调节和自身调节三种方式。

6. 反馈信息降低控制部分的活动，称为负反馈，其作用是维持内环境的稳态；反馈信息促进、加强控制部分的活动，称为正反馈，其作用是使生理活动不断加强，迅速完成。前馈可以避免负反馈的波动性和滞后性两个缺点，使调节活动更加精确、更加自动化。

