

人体及动物生理学

Physiology of human & animals

李亚 徐金会

曲阜师范大学 生命科学学院

College of Life Science, Qufu Normal University

第一章 绪论

Chapter 1 Introduction

- 一、生理学研究的内容
- 二、内环境稳定是细胞功能活动的基本条件
- 三、生命活动的调节

一、生理学研究的内容

- **生理学 (physiology)**

是研究生命有机体各种机能 (功能, **function**)

的科学。

- 人体及高等动物机体的**各种功能**。

Physiology is the science to study the phenomena and regularity of life's activities.

人体及高等动物机体的各种功能:

- 过程 (process)
- 机制 (mechanism), (原理, principle)
- 影响因素 (factors affecting)

BW. {
Where
What
Why

生理学是关于功能的学科

function: Assigned duty; specific role;
characteristic action of an entity

功能；机能

to function: to work; to perform the function

运转；行使功能

1、研究对象

- 人体及动物机体（正常）的各种机能，即机体及其各组成部分所表现出的各种生命活动现象或生理活动。
 - 正常生命活动
 - 完整的统一体
- 正常 — 异常
- { 内环境的稳定性
外环境的适应性

2、研究任务

3、生理学研究的不同水平

- ♪ 整体水平 (integration level)
- ♪ 系统水平 (system level)
- ♪ 组织和器官水平 (tissue and organ level)
- ♪ 细胞和分子水平 (cell and molecule level)

**Physiology now comprises three levels of function:
cell and molecule level , tissue, organ and system
level and integration level.**

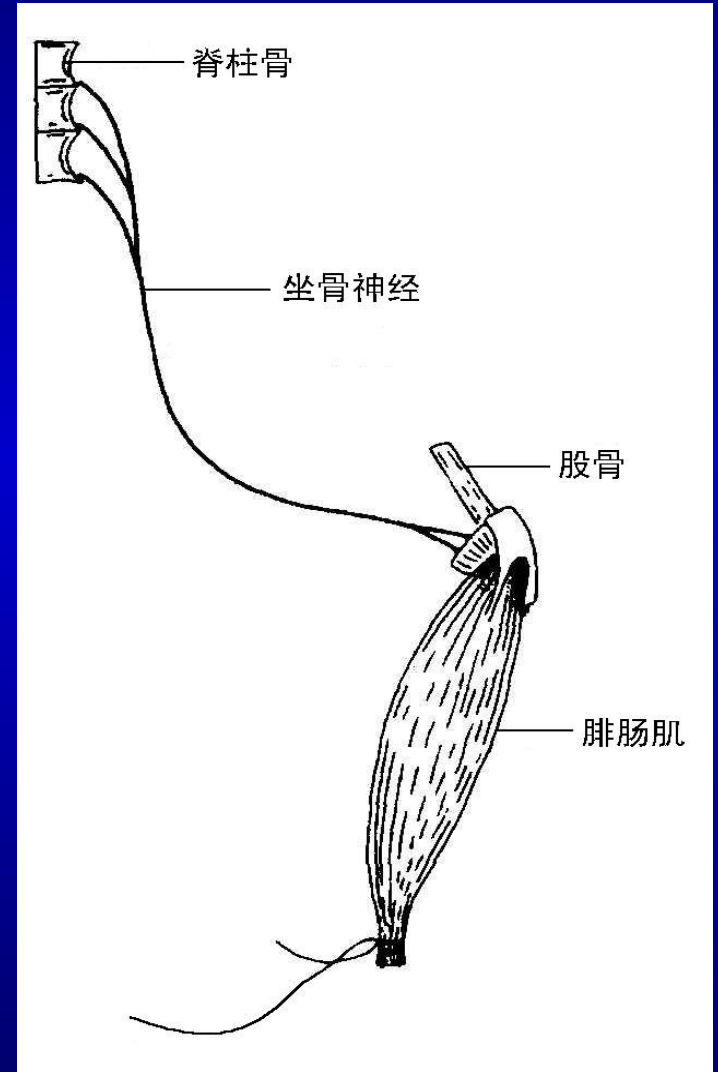
整体水平的研究

- 以完整的机体为研究对象，主要研究各系统之间的功能联系，正常机体内、外环境之间维持相对平衡的生理过程及其机制。



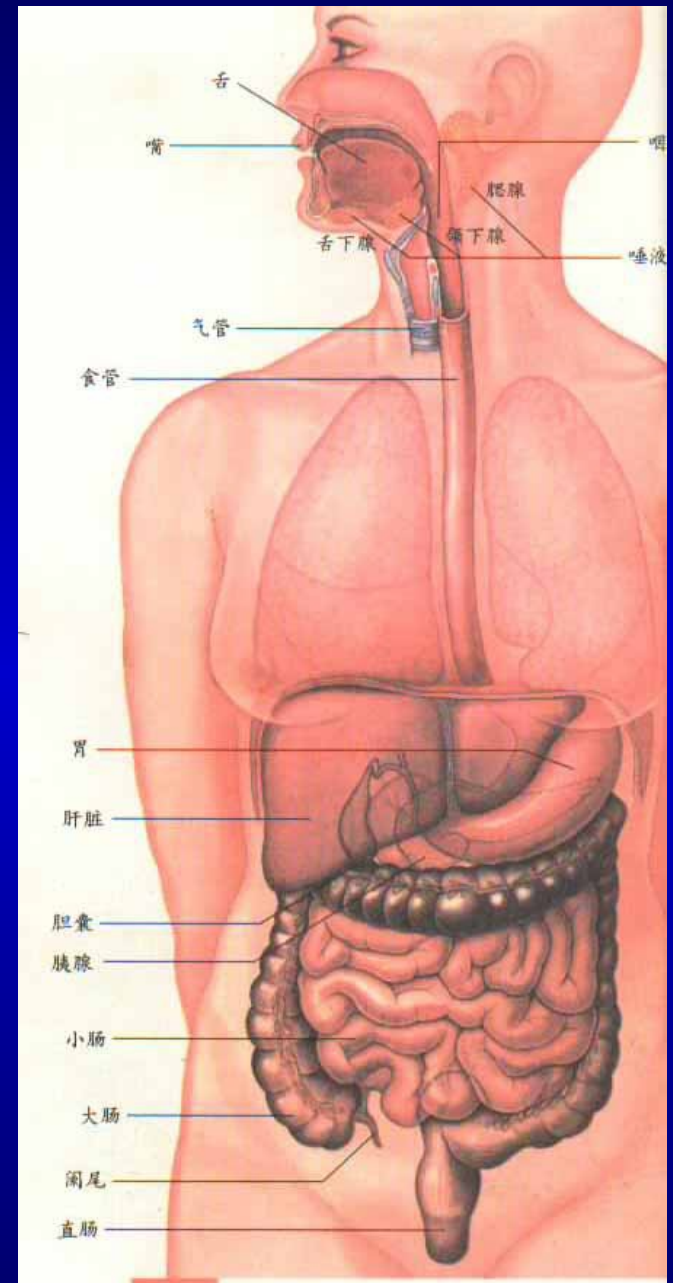
组织器官水平的研究

- 主要是研究机体各组织器官生理功能活动的规律及其调控机制。



系统水平的研究

- 主要是研究机体各系统生理功能活动的规律及其调控机制，以及它们对整体水平的生理功能有何作用和意义。



细胞、分子水平的研究

- 主要是研究机体各种细胞的超微结构的功能活动，以及细胞内各种物质（尤其是生物大分子）的物理化学变化（包括基因表达）过程。

生理基因组 (physiological genomics)

功能基因组 (functional genomics)



4、研究的方法

Methods used for physiological studies

动物实验法

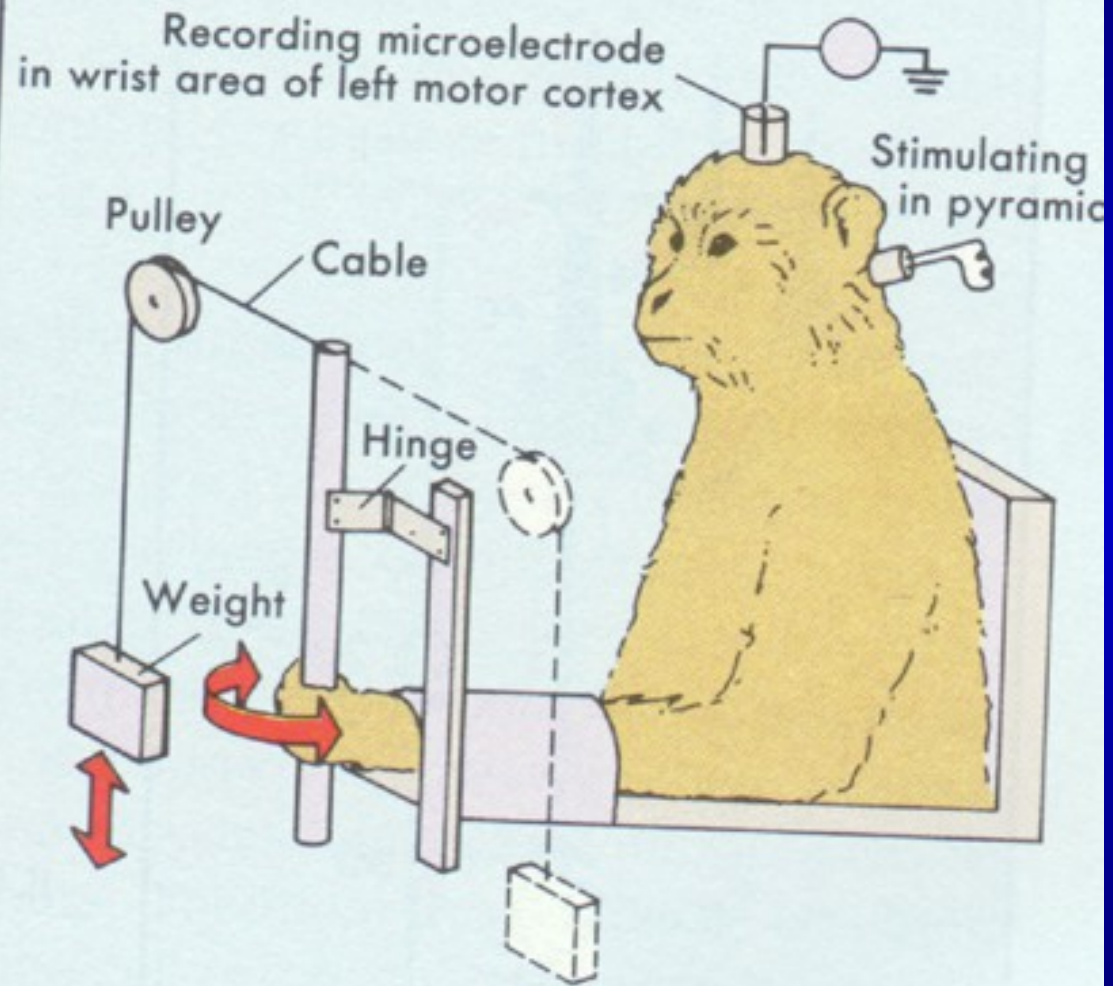
1. 急性实验 (acute experiments) :

 离体 (*in vitro*)

 活体 (*in vivo*)

2. 慢性实验 (chronic experiments) :

Animal studies can be divided into **chronic** and **acute experiments**. Acute experiments consist of manipulations *in vivo* and *in vitro*.



二、内环境稳定是细胞功能活动的基本条件

(一) 内环境与稳态

Internal environment and homeostasis

- 外环境 (external environment)

人体生活的外部环境（如大气环境）

- 内环境 (internal environment)

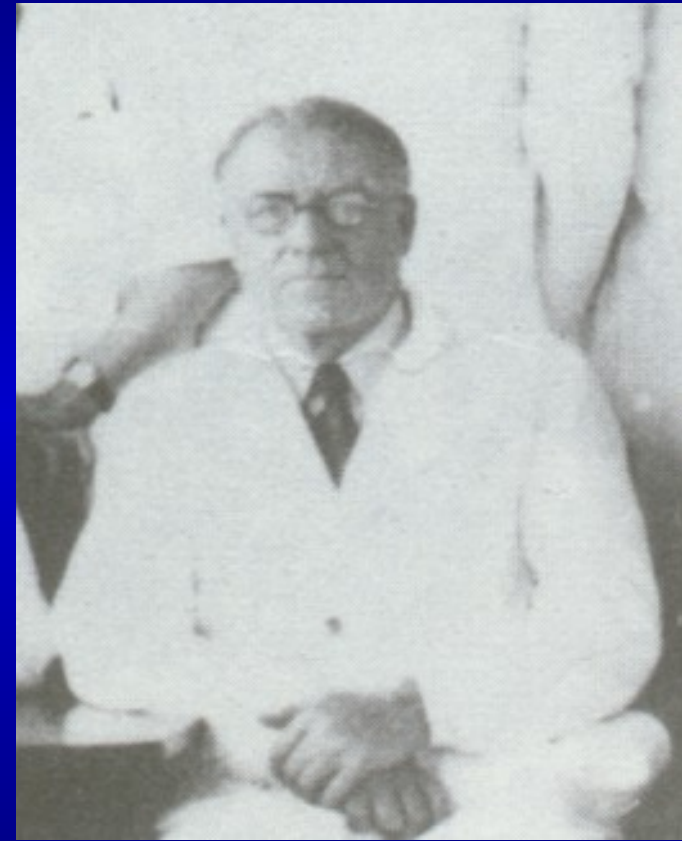
细胞生存的细胞外液环境

All cells of the body are surrounded by extracellular fluid and so **extracellular fluid** is called the **internal environment** of the body.

- 体液约占体重的 60 %
- Intracellular fluid 40 %
- Extracellular fluid 20 % :
 - plasma 4 %
 - tissue fluid 15 %
 - lymph fluid
 - cerebrospinal fluid 等
- Internal environment :
 - 细胞生存所处的细胞外液环境
- 内环境、外环境与稳态

稳态 (homeostasis)

- 内环境的理化性质保持相对稳定的状态，称为稳态或自稳态。
- 稳态是 维持机体生存的必要条件。
- 神经系统和体液因素等调节机制对各种物质代谢和各器官的生理活动进行调节的结果。
- **Homeostasis** is the maintenance of a constant state with special reference to the internal medium.
Cannon WB, 1926年



(二) 细胞内自稳态是细胞实现功能的基本条件

- 细胞内的稳态

胞液恒定状态的调节

胞内 Ca^{2+} 平衡 (Ca^{2+} homeostasis)

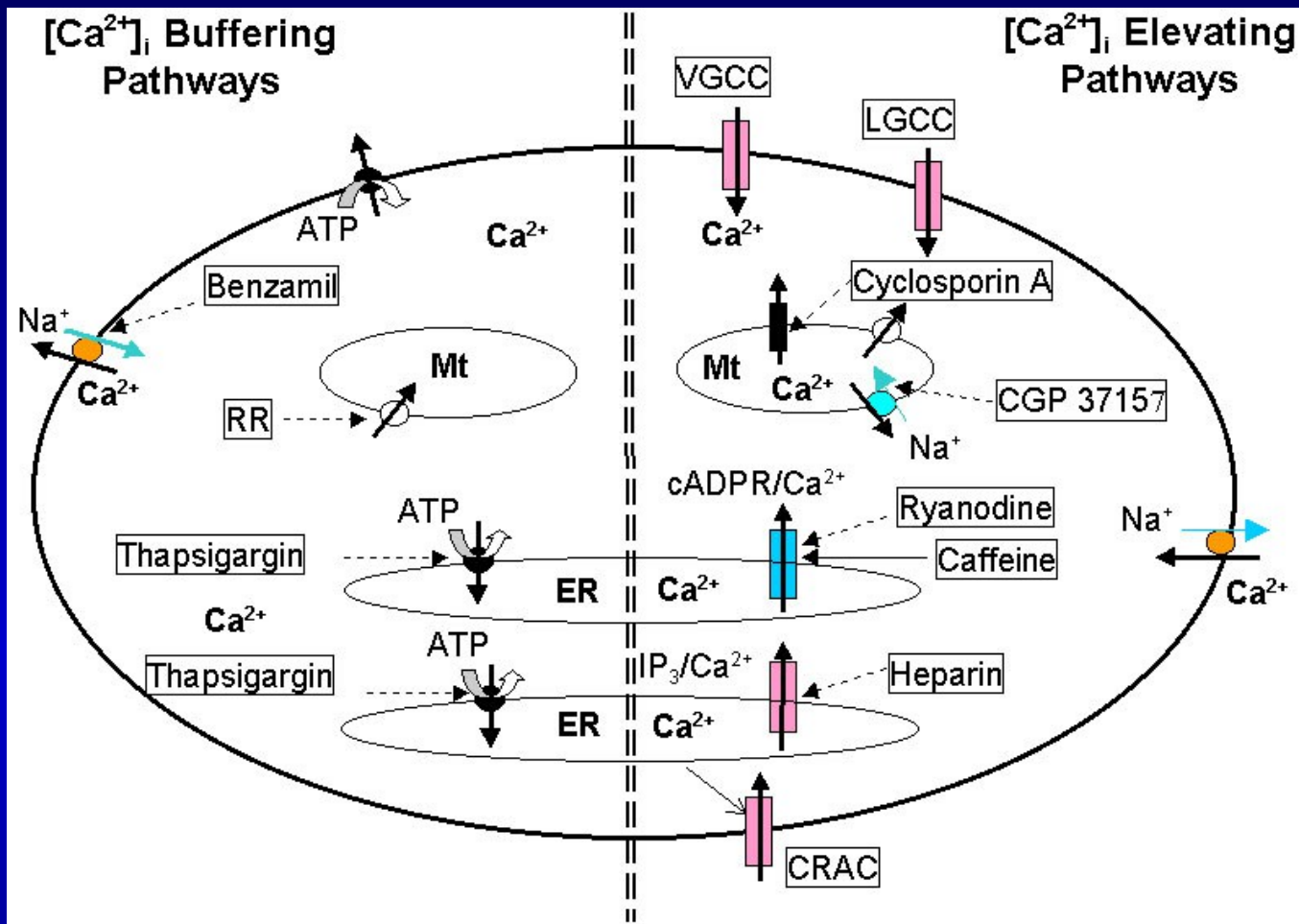


图 神经细胞内主要的 Ca^{2+} 转运通路及其调控
 左侧示 $[Ca^{2+}]_i$ 降低的通路， 右侧示 $[Ca^{2+}]_i$ 升高的通路。

灰色矩形示受体 / 通道，黑色圆为泵，白色圆为 Ca^{2+} -uniporter (转运体)，灰色圆为交换体，黑色矩形为通透性转变孔道，黑色粗箭头示 Ca^{2+} 流动方向，黑色细箭头示受体 / 通道激动剂，虚线箭头示受体 / 通道抑制剂，VGCC 电压门控性 Ca^{2+} 通道，LGCC 配体门控性 Ca^{2+} 通道，CRAC Ca^{2+} 释放激活的 Ca^{2+} 通道，RR 钙红，Mt 线粒体，ER 内质网，cADPR 环腺苷二磷酸核糖。

三、生命活动的调节

(一) 生理功能的调节方式

Regulation of Physiological functions

- 神经调节 (nervous regulation)
- 体液调节 (hormonal regulation)
- 自身调节 (self-regulation)

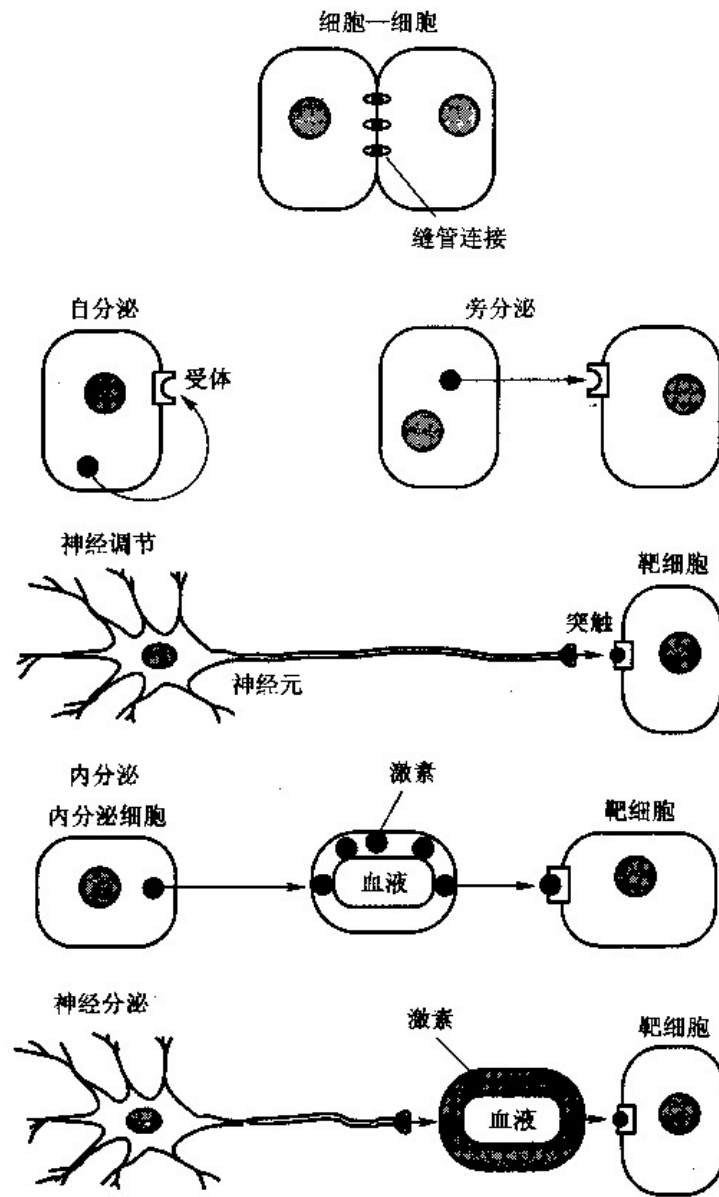


图 1-1 机体生理调节的方式 (Rhoades R A, 1995)

1. 神经调节 (nervous regulation)

- 机体最主要的调节方式
- 神经调节的基本过程是**反射 (reflex)**

- **反射：**

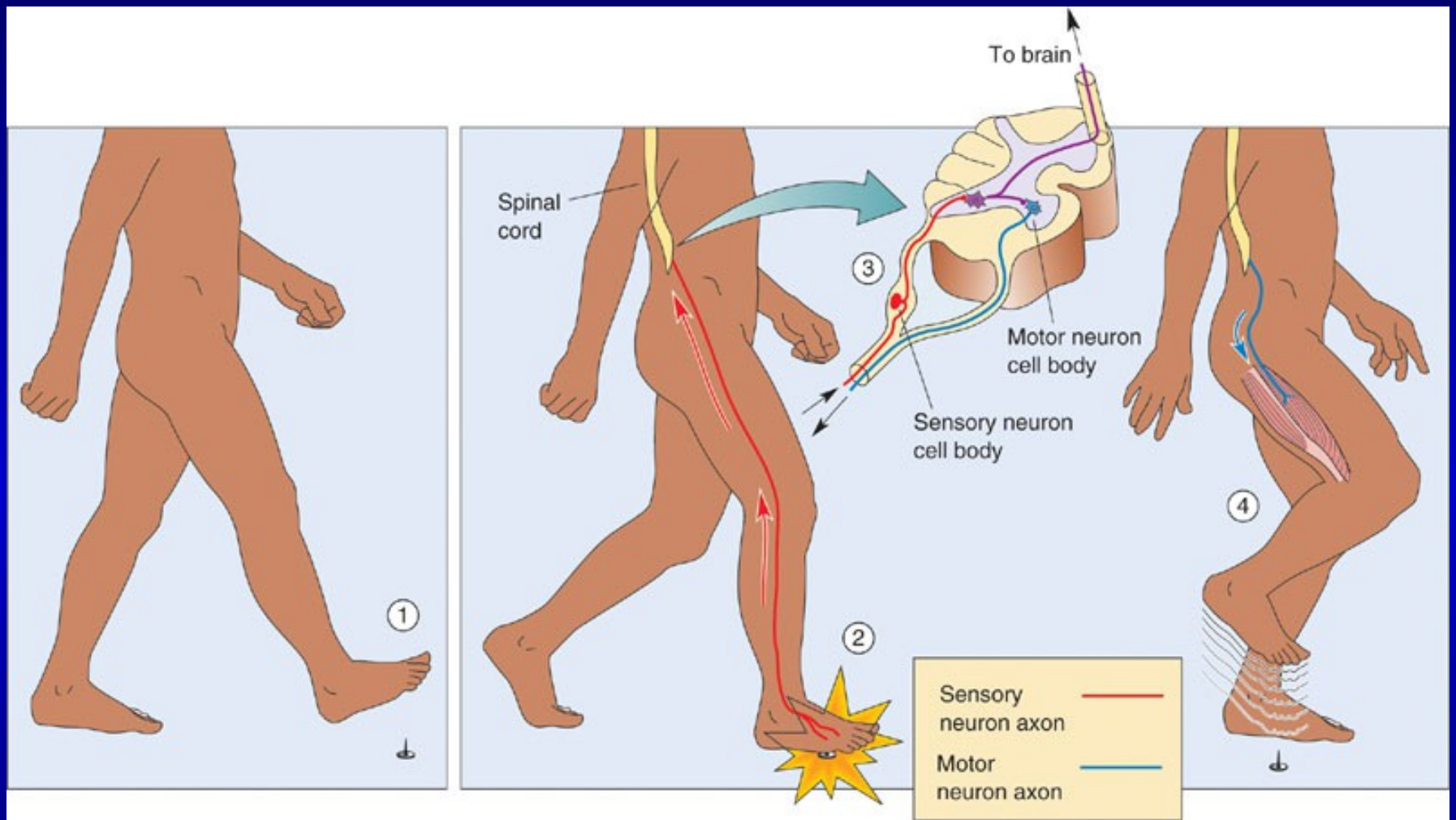
在中枢神经系统参与下，机体对内、外环境的刺激发生的规律性（适应性）反应。

Many physiological activities are regulated by the nervous system. This is called **nervous regulation**.

A reflex is the basic unit of nervous regulation.

- 反射的结构基础是**反射弧 (reflex arc)**
- 包括：感受器 → 传入神经 → 神经中枢 → 传出神经 → 效应器

The **reflex arc** is the pathway in a reflex. It is the basic unit of integrated neural activity, consisting of **sense organ, afferent and efferent nerves, interneurons and effector.**



感受器，传入神经，神经中枢，传出神经，效应器

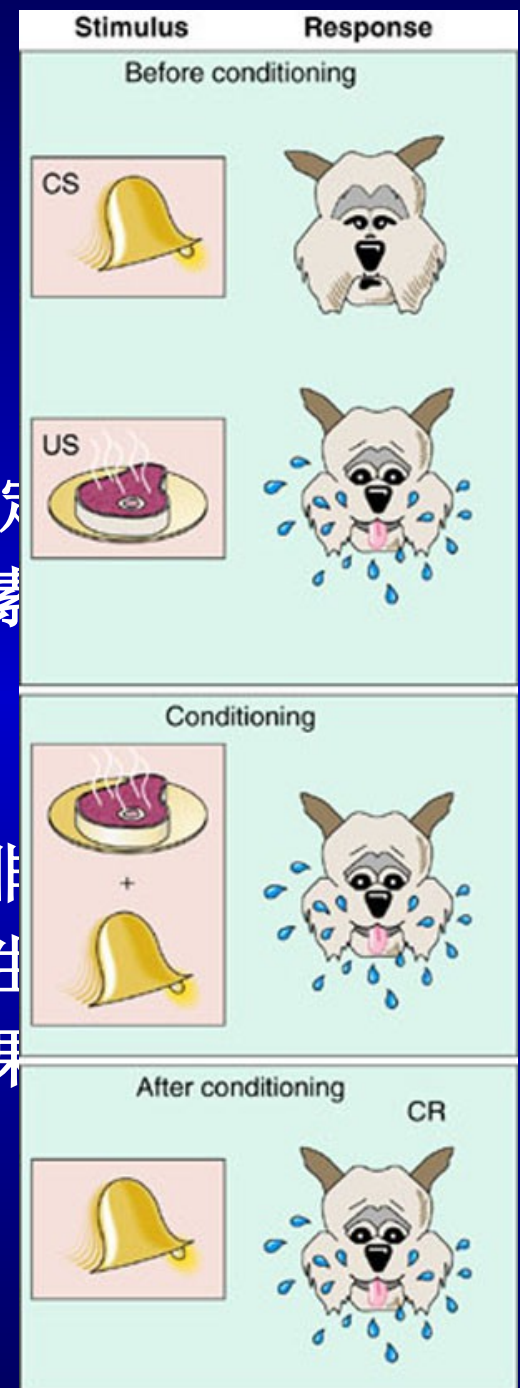
- 反射可分为（巴甫洛夫提出）：

非条件反射 (unconditioned reflex) :

先天的，其反射弧较为固定，反应之间的因果关系是由种族遗传因素决定的。

条件反射 (conditioned reflex) :

后天获得的，它是建立在非条件反射的基础上，是个体在生活过程中根据所处的生活条件形成的，其刺激性质与反应之间的因果关系是灵活的、灵活可变，且具有预见性。



神经调节的特点

- 传导迅速，作用准确，表现自动化。

2. 体液调节 (hormonal regulation)

- **概念:**

机体某些细胞产生某些特殊的化学物质，
通过体
液的运输，到达全身各器官组织或某一器官组织，
从
而引起该器官组织的某些特殊反应。

- 体液调节往往受神经系统的控制，成为神经调节的
反
射弧中传出通路的延伸部分，称之为**神经 - 体液调
节**。

Chemical substances secreted by some tissues arrive at target organs through body fluids and regulate physiological activity of the target organ. This is called **humoral regulation**.

体液调节的特点

- 传导缓慢，作用较持久，影响较广泛。

3. 自身调节 (self-regulation)

- 概念:

内、外环境发生变化时，机体器官、组织、细胞可不依赖于神经和体液调节而产生的适应性反应。

- 特点:

调节范围较小，也不十分灵敏，但对生理功能的调节仍有一定意义。

In certain cases, a tissue or organ can respond directly to the environmental change, depending neither on nervous nor on humoral control. This form of regulation is called **self-regulation**.

(二) 机体稳态的反馈调节

生理功能的调节控制系统

Regulation and Control system of Physiological Functions

- ✓ 运用控制论 (cybernetics) 原理分析人体的调节活动
- ✓ 机体生理功能的调节可分为三类控制系统

1. 非自动控制系统

(Non-automatic control system)



- 开环系统 (open-loop system)
- 无自动控制能力。

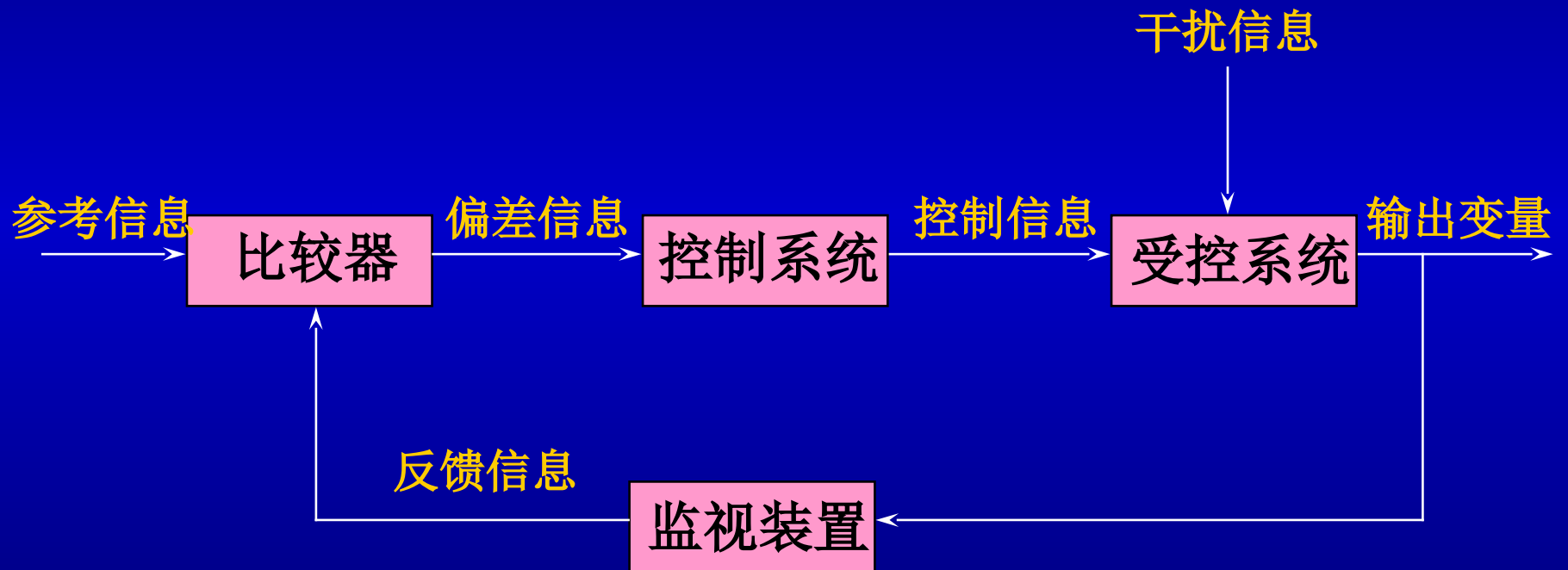
在体内不多见，如情绪、寒冷改变血中 T3、T4 的量

。

2. 反馈控制系统 (Feedback control system)

- 受控部分不断将信息送回控制部分，以纠正或调整控制部分的活动，实现自动而精确的调节，这一过程称为
反馈 (feedback)
- 闭合系统 (closed-loop system)
在控制系统与受控系统之间存在双向信息联系，形成闭合回路。
- 具有自动控制能力
 - 根据反馈信息作用部位的不同，可分为：
 调控系统 (regulator control system)
 伺服系统 (servomechanism)

调控系统 (Regulator control system)



根据反馈信息的作用效果分为

负反馈 (negative feedback) :

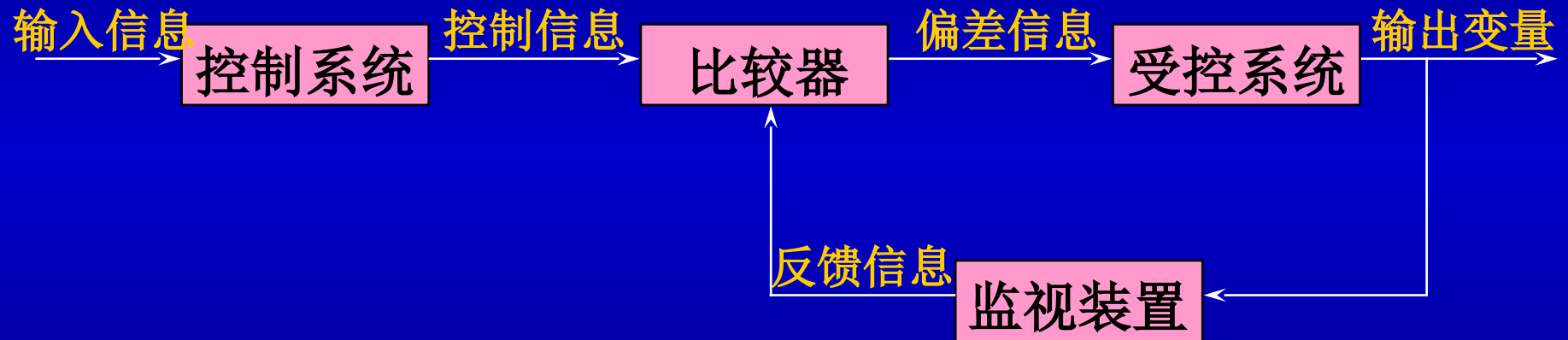
- ✓ 反馈信息的作用与控制信息的作用相反，起纠正控制信息的作用。
- ✓ 可逆，维持系统稳定。如体温调节等。
滞后，波动大。

正反馈 (positive feedback) :

- ✓ 反馈信息的作用与控制信息的作用方向一致，起加强控制信息的作用；
- ✓ 不可逆，破坏系统稳定。
如 血液凝固、排尿反射、分娩等。

Feedback is a flow of information along a closed loop. Usually, a constancy of physiological variable requires a feedback mechanism that feeds the output information back to the control system so as to modify the nature of control. If the information amplifies the changes, it is called **positive feedback**. However, if the regulation is in a reverse direction, it is called **negative feedback**.

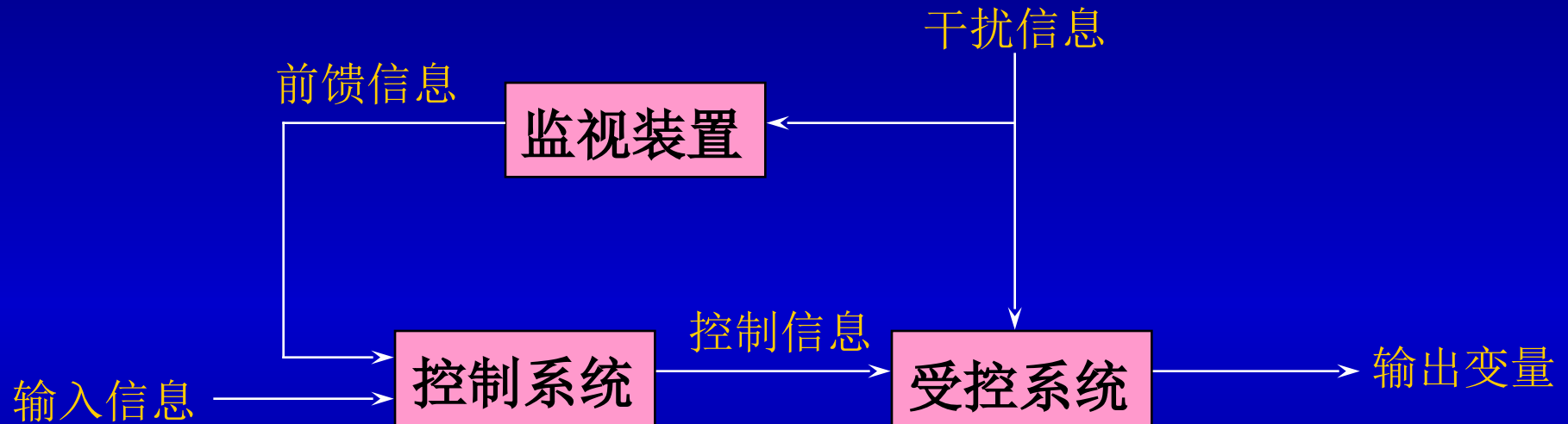
伺服系统 (Servomechanism)



3. 前馈控制系统 (Feed-forward control system)

- 在受控部分的状态尚未发生改变之前，机体通过某种监测装置得到信息，以更快捷的方式调整控制部分的活动，用以对抗干扰信号对受控部分稳态的破坏，这种调控称为前馈。
- **作用：**预先监视干扰，防止干扰的扰乱；超前洞察动因，及时作出适应性反应。
- 可克服负反馈的缺点，但有可能失误。

前馈控制系统 (Feed-forward control system)



Feed-forward control mechanisms often sense a disturbance and can therefore take corrective action that anticipates changes.

附 1 生命现象的基本生理特征

Basic properties of the living body

- 新陈代谢 (metabolism)
- 兴奋性 (excitability)
- 适应性 (adaptability)
- 生长、生殖 (growth, reproduction)

Metabolism, excitability, adaptability and reproduction are the basic characteristics of life activity.

1. 新陈代谢 (metabolism)

- 新陈代谢是生物体中新旧交替、自我更新的最基本的生命活动过程。
 - 合成代谢 (anabolism) 同化作用
 - 分解代谢 (catabolism) 异化作用

The term "**metabolism**", meaning literally "change", is used to refer to all **material and energy transformations** that occur in the body.

2. 兴奋性 (excitability)

- 一切活组织或细胞对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性或应激性（感应性， irritability ）。

Excitation signifies an increase in activity. An environmental factor that causes a response in a sense organ is called **stimulus**. The response to stimulus is called **reaction**.

- **刺激 (stimulus) :**

能引起生物机体发生反应的各种环境变化。

- **反应 (response) :**

环境发生变化时，生物体内部的代谢及其外表活动发生

的相应改变。

- **兴奋 (excitation) :** 由相对静止状态转变为活动状态，

或功能活动由弱

变强。

- **抑制 (inhibition) :** 由活动状态转变为相对静止状态

可兴奋组织 (excitable tissues)

- 神经、肌肉和腺体等组织，受刺激后能较迅速地产生特殊的生物电现象（动作电位）及其它反应，在传统的生理学中，将它们统称为可兴奋组织。

兴奋性和兴奋

- 兴奋性：可兴奋组织受到有效刺激后能产生动作电位的能力或特性。
- 兴奋：可兴奋组织受到有效刺激后产生动作电位的过程或现象。

3. 适应性 (adaptability)

- 生物体能够根据外界情况而调整其内部活动的生理特性，称为**适应性**。

保持机体正常的生理活动

保护机体不受侵害

When a maintained stimulus of constant strength is applied to a receptor, the frequency of the action potential in its sensory nerve decreases over time. This phenomenon is known as **adaptation**.

4、生长与生殖 (growth, reproduction)

The physiology of **reproduction** is to produce offspring. The process of reproduction includes **fertilization, pregnancy and delivery.**

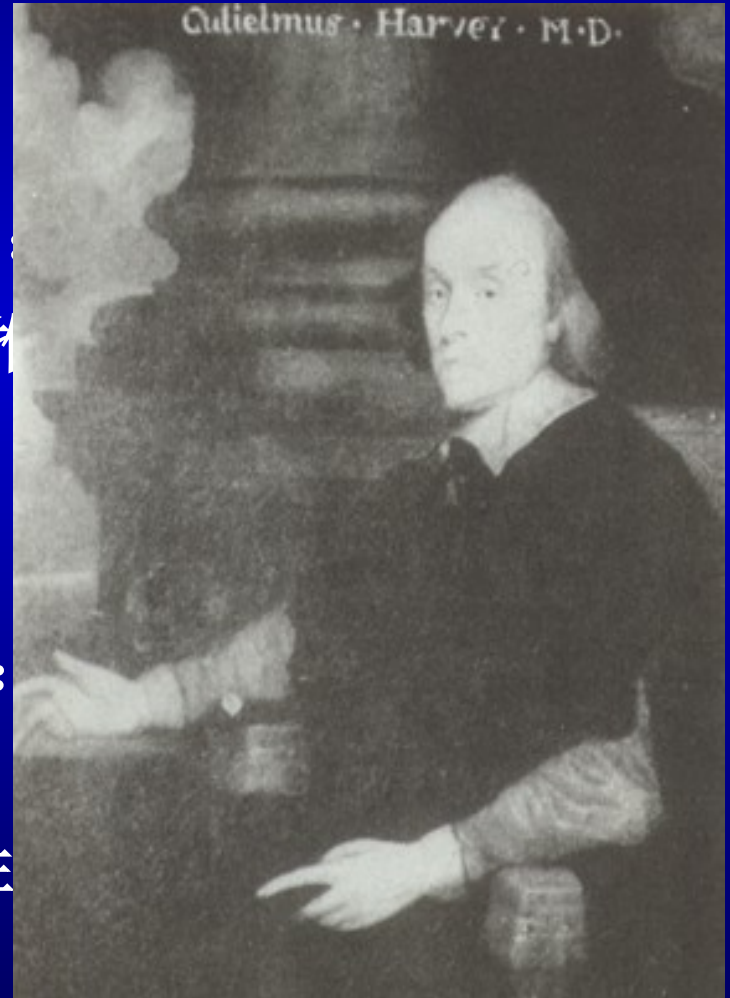
附 2 生理学的产生和发展

1、古代

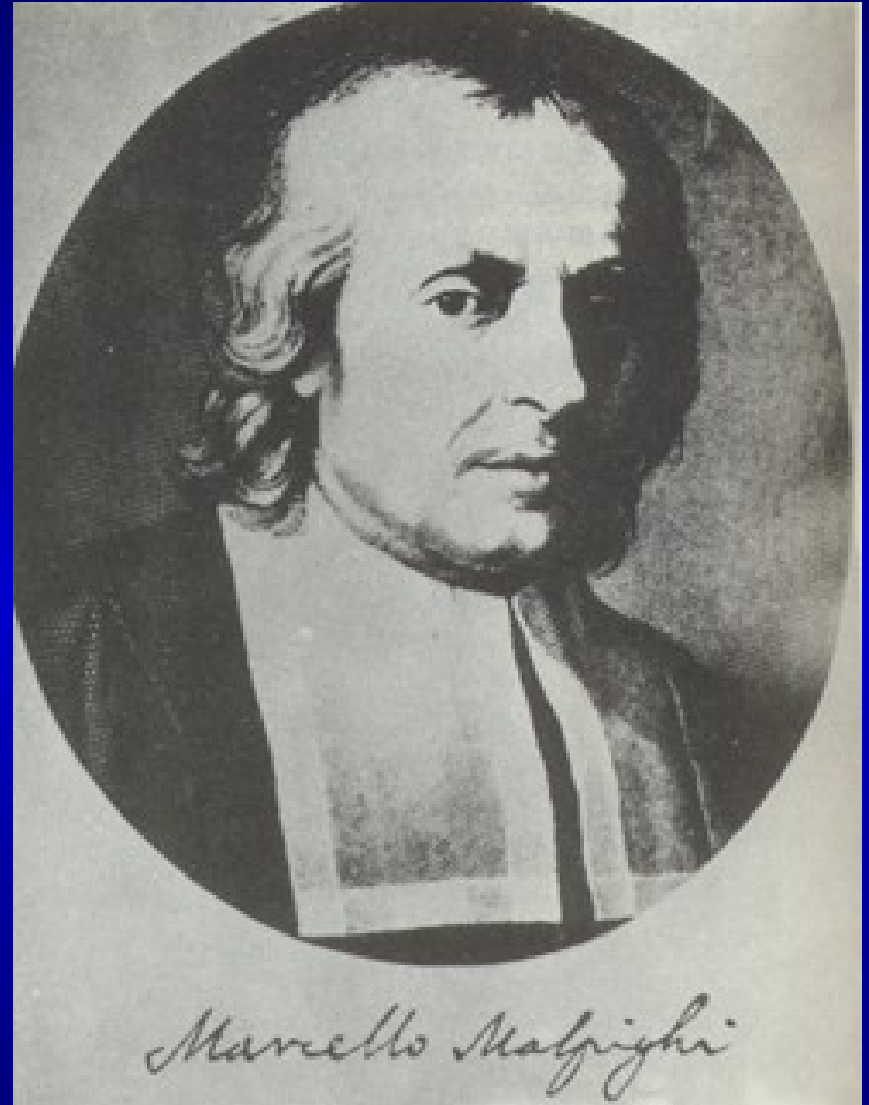
- 《内经》
- C. Galen (130-200)(古罗马) :
从人体解剖知识推

2、近代

- W. Harvey (1578-1657)(英国) :
《心与血的运动》 (1628)
生理学真正成为一门实验性

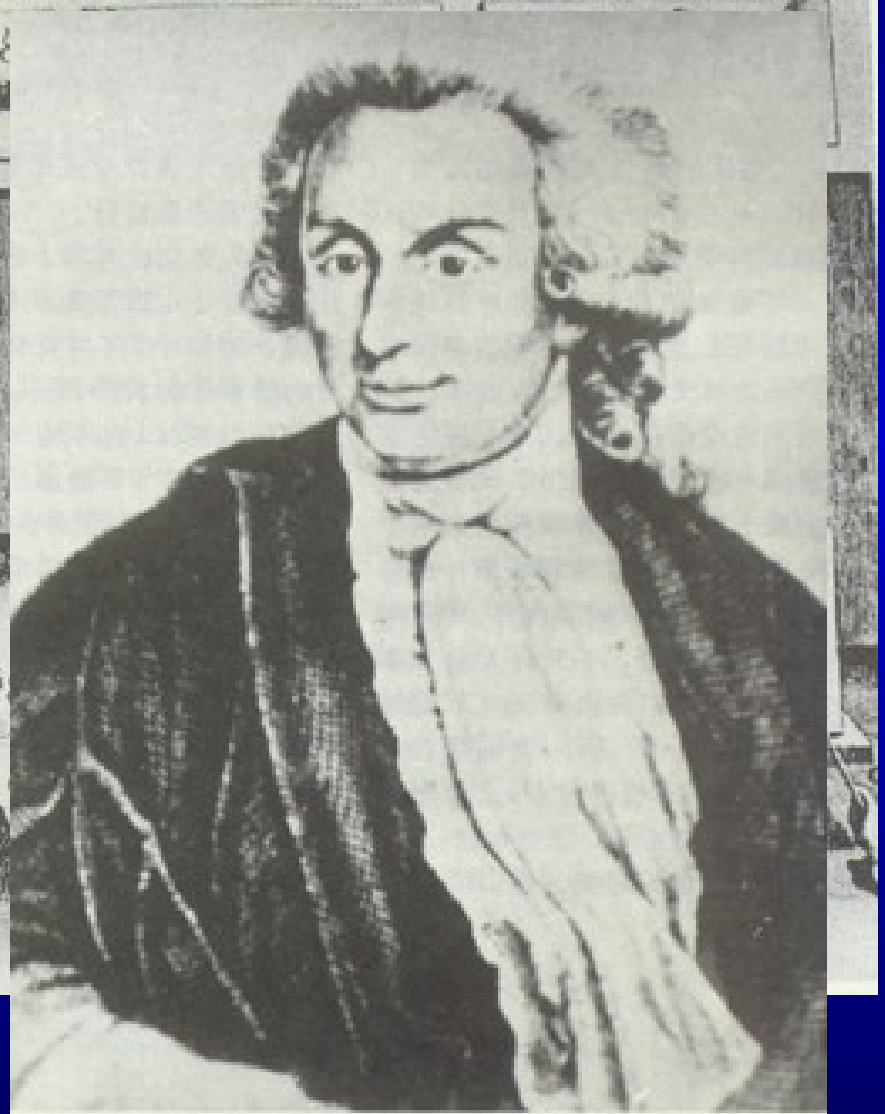


- **M. Malpighi (1628-1694)**(意大利)： 运用显微镜观察微循环，证实 **Harvey** 对循环系统结构的推论。

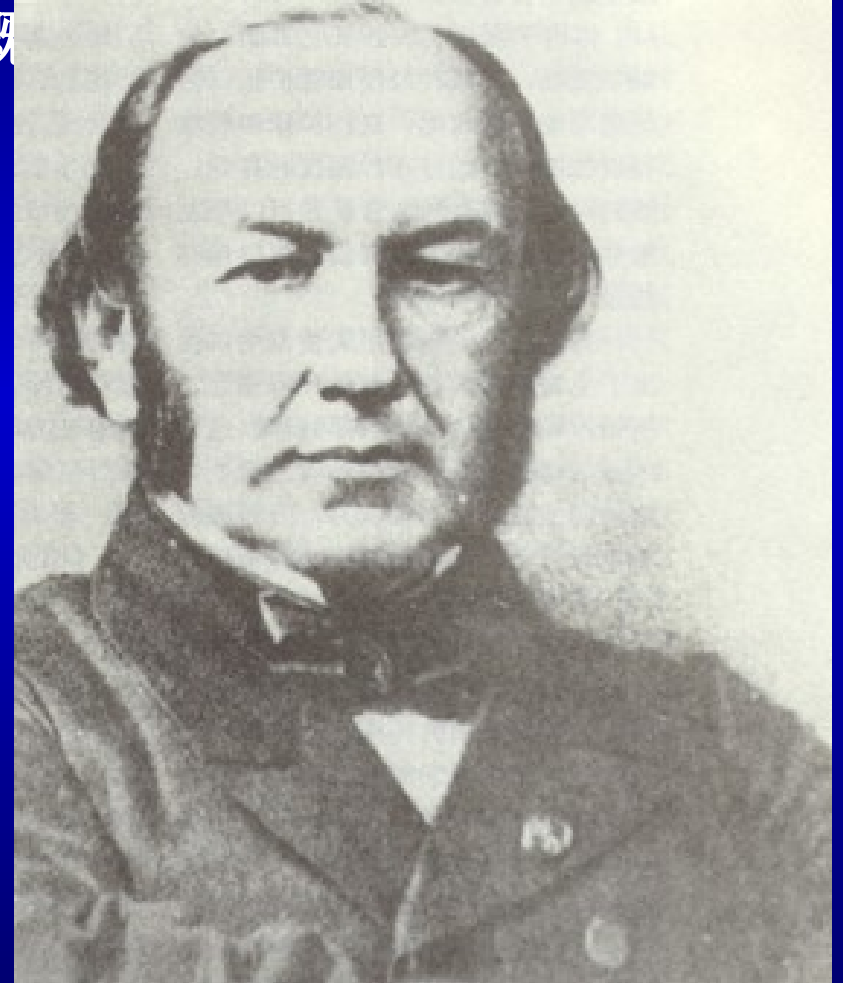


- L. Galvani (1737-1798)(意大利)

: 发



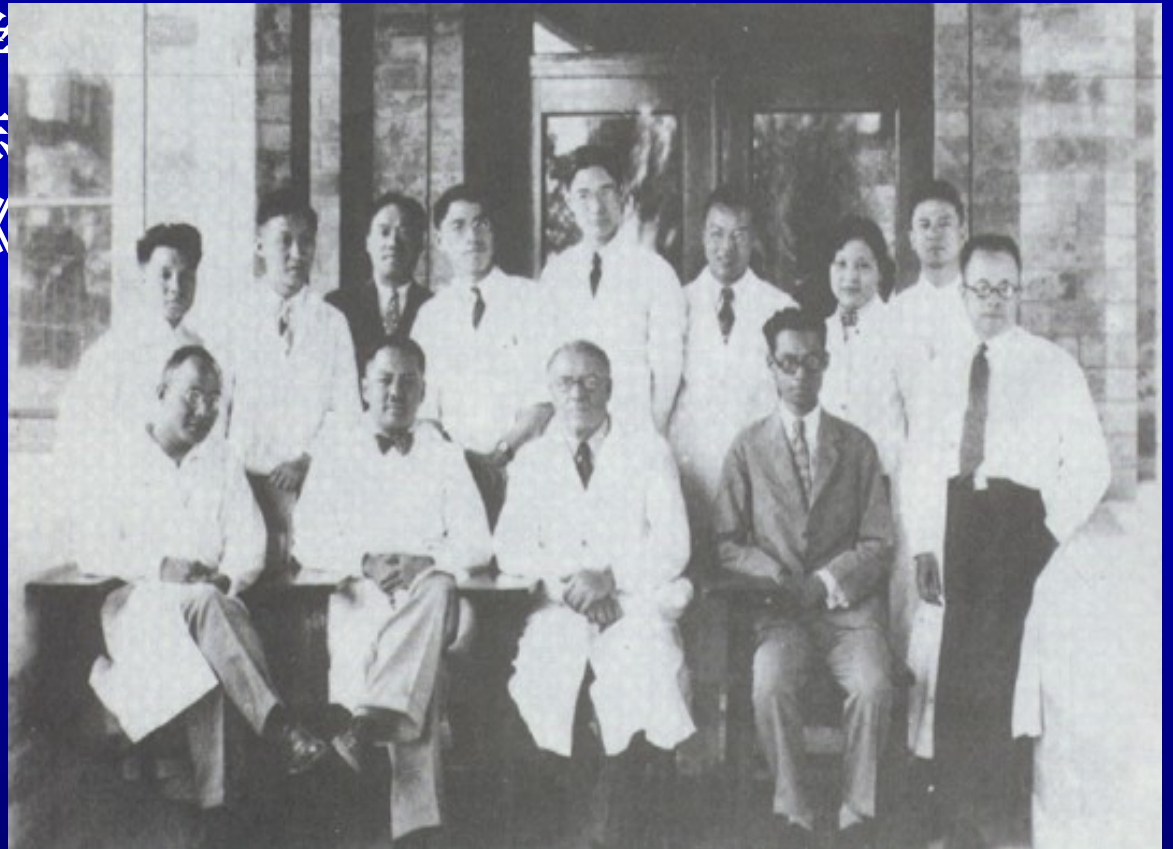
- **C. Bernard (1813-1878)(法国) :**
首先提出“内环境”的概念



- **Павлов(1849-1936)(俄国) :**
 - 关于循环、消化和高级神经活动的研究。
- 创立了高级神经活动学说。

3、中国生理学的产生和发展

现代生理学的发展已有 80 年历史。林可胜教授发起创建中国生理学
《中国生理学杂志
用生理杂志》、《



As a subject, physiology is **ancient** as well as **young**. In the **eighteenth** and **nineteenth centuries**, physiology made great progress at the level of organs and systems.

In the **twentieth century**, it gained knowledge rapidly at the cell and molecular levels.

Now, in the **twenty-first century**, the challenge for physiology is to integrate information at all levels towards a deeper understanding of mechanisms and function.

参考书目：

姚泰 生理学 五版（六版） 人民卫生出版社

朱大年 生理学 七版 人民卫生出版社

范少光 汤浩 潘伟丰 人体生理学 Human Physiology

（第二版 双语教材） 北京医科大学出版社

生理学习题集