

绪论： 什么是生理学

生 理 学

Physiology

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

生理学关心、回答的核心问题:

How does **it** work? How does **its** machinery function?

Animal: animal physiology

Plant: plant physiology

Human: human physiology

生命科学中的诸学科

按研究对象

动物(生物)学、植物(生物)学、微生物学

按研究思路 and 手段

生物信息学、生物物理学、生物化学、分子生物学(狭义)

按观测层次和尺度

分子生物学(广义)、细胞生物学、组织学、解剖学、生态学

按科学问题

生理学(功能)、遗传学(性状)、免疫学、发育生物学
结构生物学、生物化学(生命物质及其转化)



生理学核心基本概念

稳态 homeostasis

例：心率保持稳定

适应 adaptation / adaption

例：运动时心率升高

调节 regulation / modulation

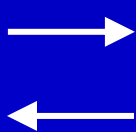
例：交感神经兴奋、肾上腺素分泌上调心率

神经调节的基本形式：
反射 reflex

反馈 feedback

例：

运动



$\text{CO}_2 \uparrow$
 $\text{O}_2 \downarrow$
 $\text{H}^+ \uparrow$
...

颈动脉体
主动脉体
化学感受器
...

心血管中枢
呼吸中枢
...

心率↑
心搏力↑
肺通气↑
...

物理学与生物学：自然哲学的同胞兄弟

公元前 6 世纪前后，自然科学的萌芽起于希腊。

希腊哲学家相信万事必有因，且有因必有果；

相信有统治宇宙的“自然法则”，且可通过观察与推论而理解。因果关系和理性思想的概念对以后的科学发展有深刻影响。

集大成者：亚里士多德(Aristotle, 前384—322)



他的自然哲学支配西方近2000年。

著《物理学》，总结了若干事实和实际的经验。

主张“运动物体必然有推动者。”

著《动物志》，提出动物分类：

有血~①胎生四足 ②鸟 ③鲸 ④鱼 ⑤蛇 ⑥卵生四足

无血~①软体类 ②甲壳类 ③有壳类 ④昆虫类。

著《动物的结构》描述动物的运动与行进。

著《动物的繁殖》等等

物理学从观察到实验

前3世纪

欧几里得(Euclid) 论述光的直线传播和反射定律;

阿基米德(Archimedes) 发现杠杆原理和浮力定律;

1583-1593年, 伽利略(Galileo Galilei, 1564—1642)发现摆的等时性, 发明空气温度计。

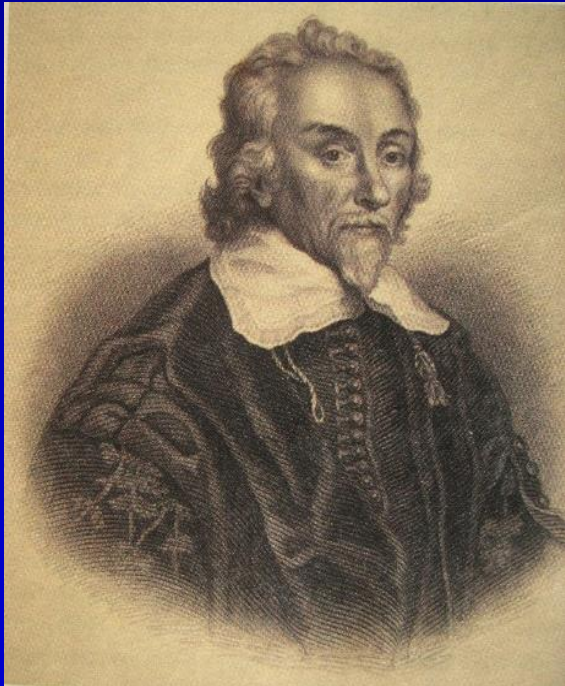
斯梯芬(S. Stevin, 1542—1620)著《静力学原理》, 通过分析斜面上球链的平衡论证了力的分解。

1605年, 弗·培根(F.Bacon, 1561—1626)著《学术的进展》, 提倡实验哲学, 强调以实验为基础的归纳法, 对17世纪科学实验的兴起起了很大的号召作用。

罗马医生加伦（Galen,129—199）没有解剖过人体，主要用猴、猪做解剖，把发现应用于人体，著《论人体各部位的用途》和《论解剖程序》，有很多错误。但被奉为圣人之作达一千五百年。

比利时解剖学家A.维萨里（Andreas Vesalius,1514—1564）通过解剖大量人的尸体，发现加伦基于猴体解剖的人体解剖描述有不少的错误。1543年,他的解剖学巨著《人体构造》出版,震惊了整个 科学界和宗教界。

实验生物学的起点



W.哈维(William Harvey, 1578—1657)
建立血液循环学说。

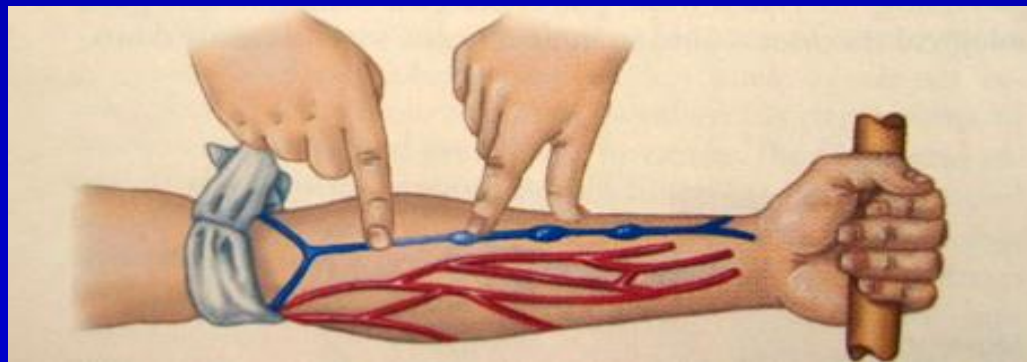
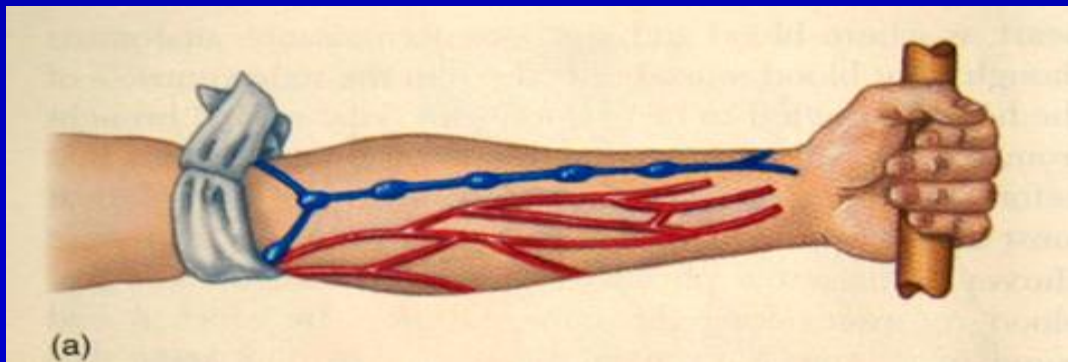
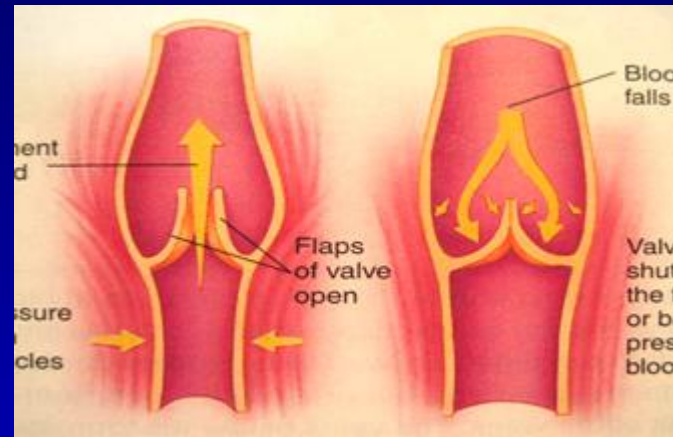
哈维首先把物理学的思路和数学方法引入生物学中，并坚持用观察和实验代替主观的推测，使他被公认为近代实验生物学的创始人。

他运用实验方法，首次认识到血液是从心脏通过动脉流向各种组织，再经静脉流回心脏的一种闭路循环。1628年，他出版《动物心血运动的研究》一书，阐明血液在体内不断循环的新概念，文艺复兴时期生物学上最重要的成就。

实验生物学的起点、生理学的起点

W.哈维的重要实验

1. 通过动物实验定量测定心脏收缩射入动脉血量，半小时就超过全身血量，否定了血液产于消化管、存于静脉的观念。
2. 用结扎手臂方法证明血液由动脉流向肢体外周。
3. 证明静脉把血液送回心脏及其中瓣膜的作用：



实验：不同于观察的研究方法

C. 贝尔纳（Claude Bernard, 1813-1878）

An Introduction of the study of Experimental Medicine,
1865 《实验医学研究导论》



Observation is a passive science,
experimentation an active science.

Observation shows, but experiment teaches.

观察是一种搜集事实的研究方法；实验是以事实为依据和标准获取知识的方法

实验：不同于观察的研究方法

1. 根据已有事实提出假设(hypothesis)
2. 为证明假设而设计严谨的实践程序
3. 有目的地获取客观事实
4. 根据事实推理，证明假设或提出进一步假设

科学论文构成：

引言 Introduction

方法 Methods

结果 Results

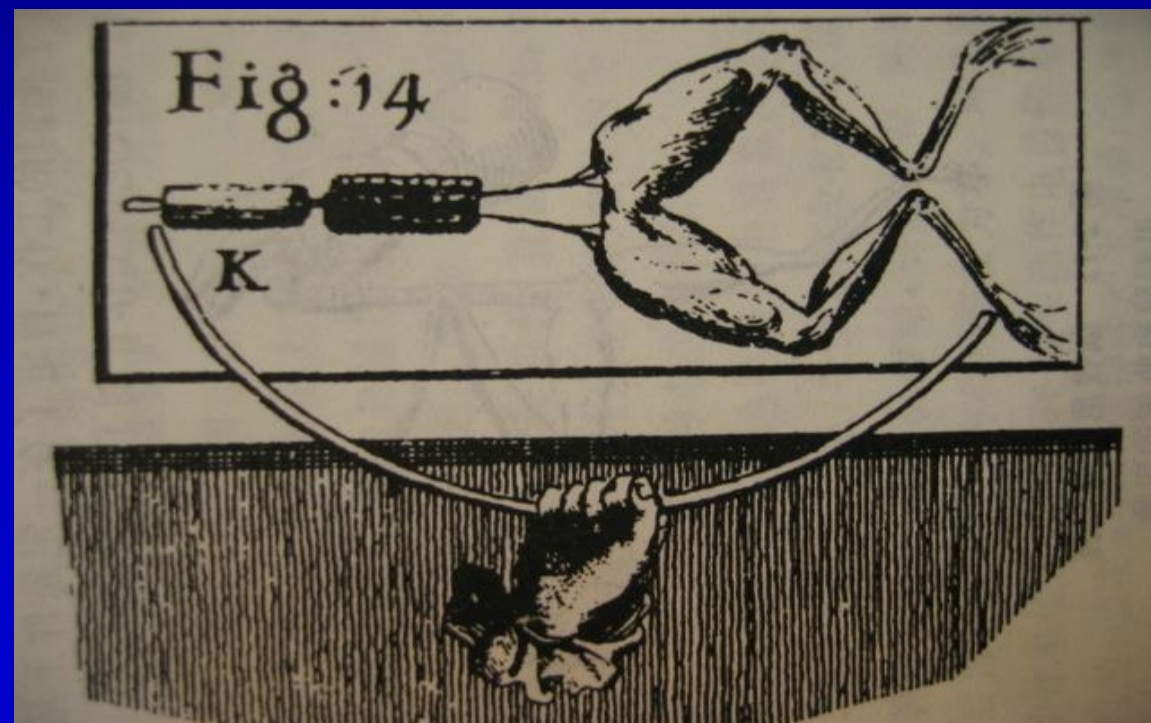
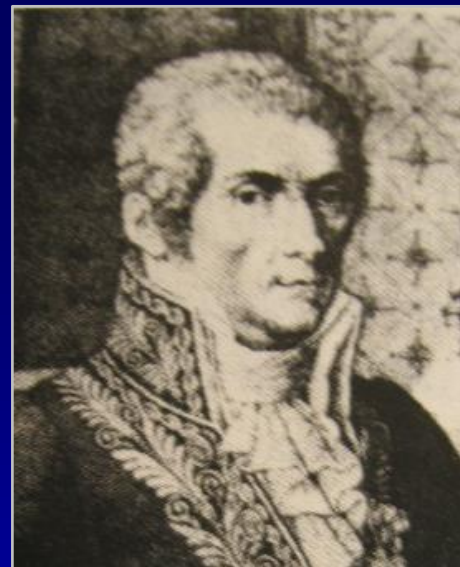
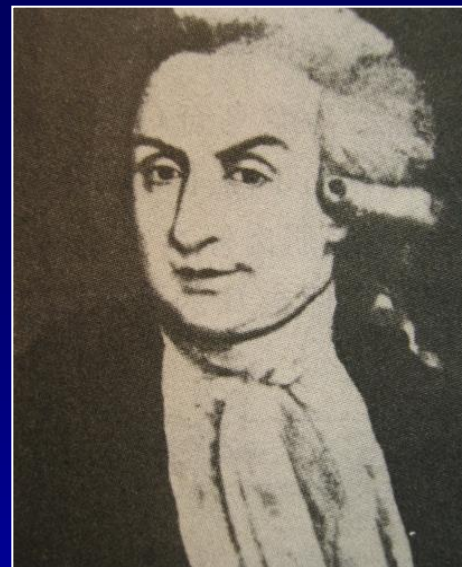
讨论 Discussion

物理学：实验科学之母

学习生命科学首先需要学会运用实验手段

生物电的提出与电池的发明

1786年，伽伐尼(A.Galvani,1737--1798)发现蛙腿收缩现象，认为是动物电所致



电池的发明

1792年，伏打(A.Volta,1745—1827)研究伽伐尼现象，认为是金属接触所致

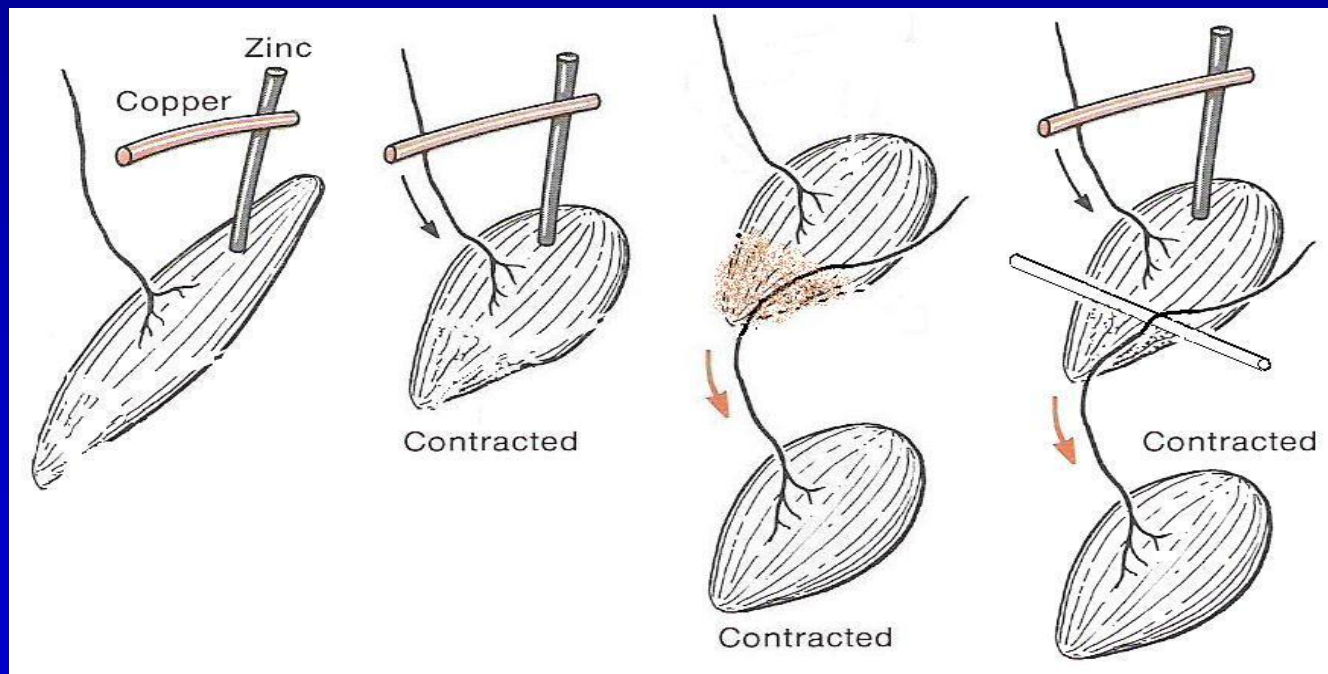
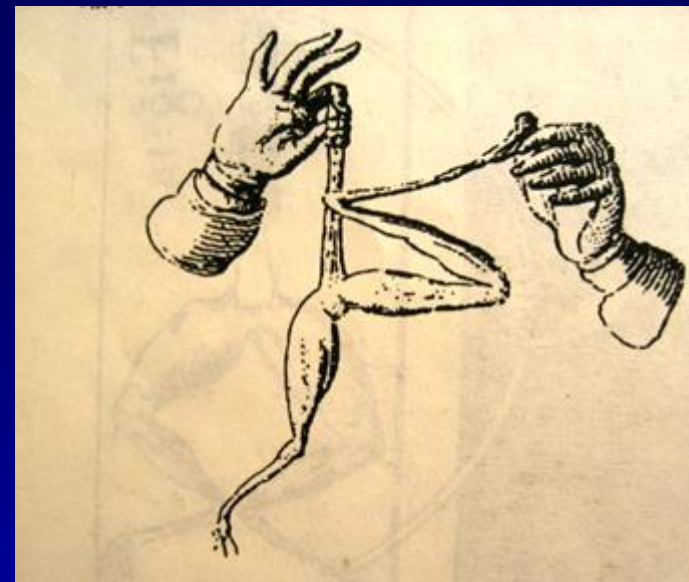
1800年，伏打在大量实验基础上发明伏打电池，并建立了金属表面电动势理论



关于生物电的证明

1794年，伽伐尼设计新实验，没有金属可引起收缩，证明生物电存在。

1840 Matteucci 设计实验，证明生物体的确可以产生电

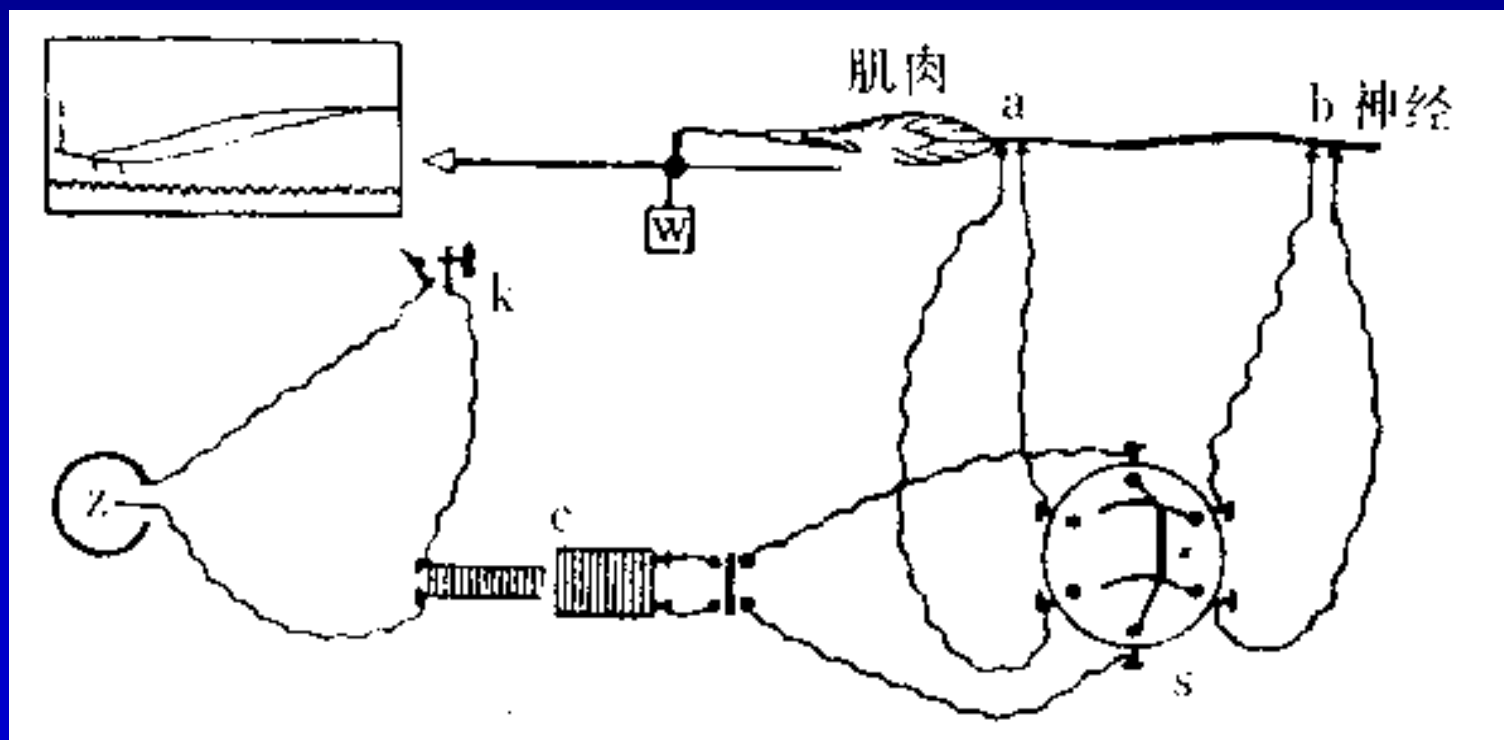


关于神经冲动传播速度的研究

1844 Muller认为神经传导速度不可测,接近光速

1850 Helmholtz用记纹鼓实验测定神经传导速度

(赫姆霍兹,德国物理学家。最著名的是发现能量守恒定律。1838-1843年在柏林威廉医学院学习。1855年任波恩大学解剖学和生理学教授。1871年任柏林大学物理学教授。)



关于生物电机制的研究

1902 Bernstein 膜学说:

静息状态, 细胞膜只对钾离子通透, 膜电位= E_K

兴奋状态, 细胞膜对所有离子通透, 膜电位消失

1939 Hodgkin & Huxley 用毛细玻璃管插入大轴突

静息电位为 -60 mV , 支持膜学说

动作电位到 $+40\text{ mV}$, 不支持膜学说

1949 Hodgkin 等用葡萄糖代 NaCl , 动作电位下降,

Hodgkin & Huxley提出钠学说(离子学说):

兴奋状态, 细胞膜对钠通透性增加,

然后对钾通透性增加

1952 Hodgkin & Huxley 发明电压钳分析离子电流

1963 Eccles, Hodgkin & Huxley 获诺贝尔生理学 and 医学奖

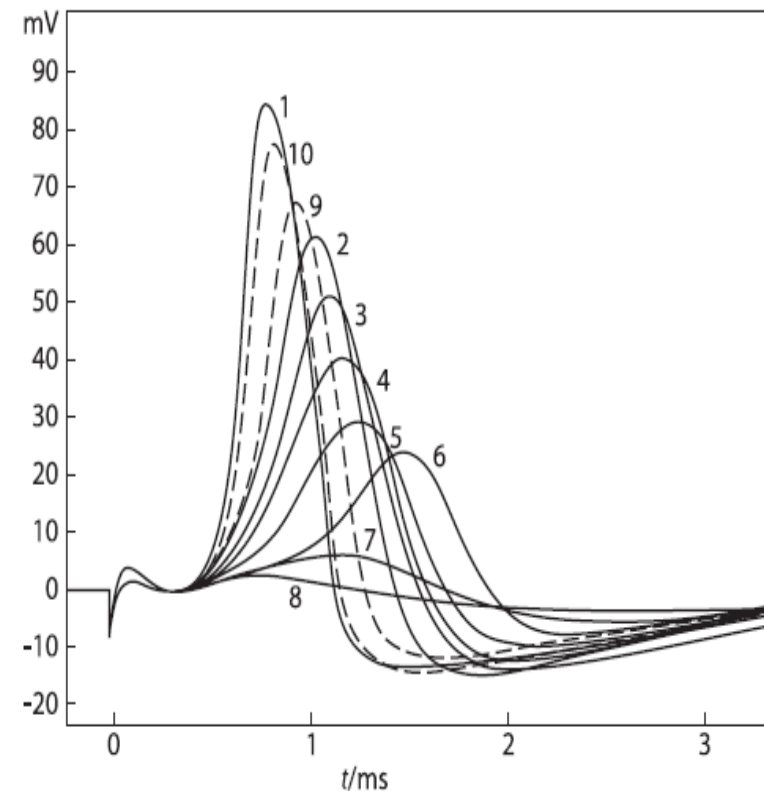


图2-12 Hodgkin和Katz的海水取代实验

(自Hodgkin & Katz, 1949)

图中曲线1是当枪乌贼大轴突在海水中时记录到的动作电位, 曲线2~8是用等渗葡萄糖液取代海水的过程中记录到动作电位幅度的下降, 曲线9、10是恢复海水溶液后30 s和90 s的动作电位。