

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
国家级精品资源共享课配套教材
普通高等学校体育教育专业主干课教材
全国高等学校体育教学指导委员会审定

运动生理学

(第三版)

邓树勋 王健 乔德才 郝选明 主编

高等教育出版社

《运动生理学》

主讲：郝选明教授

华南师范大学



绪论



一、什么是运动生理学？

生命

生命科学

生理学

运动生理学

- ✓ 生命科学是21世纪最活跃的研究领域
- ✓ 运动生理学是体育科学最重要的基础学科

什么是**生命**？

----生命的意义和价值

生命的释义



生命是由核酸和蛋白质等物质组成的分子体系，它具有不断繁殖后代以及对外界发生反应的能力。

现代生物学给出的关于生命一般的科学定义：**生命是生物体所表现的自身繁殖、生长发育、新陈代谢、遗传变异以及对刺激产生反应等的复合现象。**

生物进化史全景



大猩猩
哺乳类 (灵长类) 非洲
体长 1.7 米
尾长 0.4 米
肩高 1.4 米

长颈鹿
哺乳类 (偶蹄类) 非洲
体长 5.5 米
尾长 1 米
肩高 1.9 米

斑马
哺乳类 (奇蹄类) 非洲
体长 2.5 米
尾长 0.8 米
肩高 1.3 米

狮子
哺乳类 (食肉目) 非洲
体长 2.2 米
尾长 0.9 米
肩高 1.2 米

河马
哺乳类 (偶蹄类) 非洲
体长 3.4 米
尾长 0.4 米
肩高 1.6 米

三趾树懒
哺乳类 (灵长类) 中南美洲
体长 0.7 米
尾长 0.3 米
肩高 0.3 米

长喙鸟
鸟类 (雀形目) 非洲
体长 1.3 米
尾长 0.4 米
肩高 0.8 米

双翅鸟
鸟类 (雀形目) 非洲
体长 0.7 米
尾长 0.2 米
肩高 0.4 米

非洲水牛
哺乳类 (偶蹄类) 非洲
体长 2.4 米
尾长 0.4 米
肩高 1.4 米

猛犸
哺乳类 (奇蹄类) 北方
体长 3 米
尾长 0.5 米
肩高 1.3 米

现代 哺乳动物家族



巨嘴鸟
鸟类 (巨嘴鸟科) 南美洲
体长 1.3 米
尾长 0.4 米
肩高 0.8 米

火烈鸟
鸟类 (鹮科) 非洲
体长 1.3 米
尾长 0.4 米
肩高 0.8 米

小天鹅 (小天鹅)
鸟类 (鸭科) 东亚
体长 1 米
尾长 0.3 米
肩高 0.6 米

袋鼠
哺乳类 (有袋类) 澳洲
体长 1.3 米
尾长 0.8 米
肩高 0.6 米

考拉
哺乳类 (有袋类) 澳洲
体长 0.4 米
尾长 0.1 米
肩高 0.2 米

老虎
哺乳类 (食肉目) 亚洲
体长 2.5 米
尾长 1 米
肩高 1 米

非洲水牛
哺乳类 (偶蹄类) 非洲
体长 2.4 米
尾长 0.4 米
肩高 1.4 米

犀牛
哺乳类 (奇蹄类) 非洲
体长 3 米
尾长 0.5 米
肩高 1.3 米

野马
哺乳类 (奇蹄类) 北美洲
体长 2 米
尾长 0.5 米
肩高 0.8 米

犀牛
哺乳类 (奇蹄类) 非洲
体长 3 米
尾长 0.5 米
肩高 1.3 米

野马
哺乳类 (奇蹄类) 北美洲
体长 2 米
尾长 0.5 米
肩高 0.8 米

犀牛
哺乳类 (奇蹄类) 非洲
体长 3 米
尾长 0.5 米
肩高 1.3 米



袋鼠
哺乳类 (有袋类) 澳洲
体长 1.3 米
尾长 0.8 米
肩高 0.6 米

考拉
哺乳类 (有袋类) 澳洲
体长 0.4 米
尾长 0.1 米
肩高 0.2 米

老虎
哺乳类 (食肉目) 亚洲
体长 2.5 米
尾长 1 米
肩高 1 米

红大袋鼠
哺乳类 (有袋类) 澳洲
体长 1.3 米
尾长 0.8 米
肩高 0.6 米

野马
哺乳类 (奇蹄类) 北美洲
体长 2 米
尾长 0.5 米
肩高 0.8 米

犀牛
哺乳类 (奇蹄类) 非洲
体长 3 米
尾长 0.5 米
肩高 1.3 米

野马
哺乳类 (奇蹄类) 北美洲
体长 2 米
尾长 0.5 米
肩高 0.8 米

犀牛
哺乳类 (奇蹄类) 非洲
体长 3 米
尾长 0.5 米
肩高 1.3 米



智人
哺乳类 (灵长类) 非洲、欧洲、亚洲
体长 1.7 米
尾长 0.1 米
肩高 1.6 米

树袋熊
哺乳类 (有袋类) 澳洲
体长 0.4 米
尾长 0.1 米
肩高 0.2 米

弗吉尼亚负鼠
哺乳类 (有袋类) 北美洲
体长 0.4 米
尾长 0.1 米
肩高 0.2 米

剑齿虎
哺乳类 (食肉目) 北美洲
体长 2 米
尾长 0.5 米
肩高 0.8 米

巨齿鲨
鲨鱼 (软骨鱼纲) 史前
体长 15 米
尾长 5 米
肩高 3 米

鲸
哺乳类 (鲸目) 全球
体长 30 米
尾长 10 米
肩高 10 米



大白鲨
鲨鱼 (软骨鱼纲) 全球
体长 4 米
尾长 1.5 米
肩高 1.5 米

鲸
哺乳类 (鲸目) 全球
体长 30 米
尾长 10 米
肩高 10 米

海豚
哺乳类 (鲸目) 全球
体长 3 米
尾长 1 米
肩高 1 米

鲸
哺乳类 (鲸目) 全球
体长 30 米
尾长 10 米
肩高 10 米



大白鲨
鲨鱼 (软骨鱼纲) 全球
体长 4 米
尾长 1.5 米
肩高 1.5 米

鲸
哺乳类 (鲸目) 全球
体长 30 米
尾长 10 米
肩高 10 米

海豚
哺乳类 (鲸目) 全球
体长 3 米
尾长 1 米
肩高 1 米

鲸
哺乳类 (鲸目) 全球
体长 30 米
尾长 10 米
肩高 10 米

再经 6000 万年前

双足行走 自 440 万年前开始

双门齿兽 哺乳类 (有袋类) 体长 2 米

600 万年

8000 万年前
恐龙灭绝

2.4 亿年前
哺乳动物出现

3.8 亿年前
脊椎动物登陆

始祖鸟
翼展长 1.3 米

翼龙类
翼展长 7 米

霸王龙
体长 12 米，高 4 米

暴龙
体长 12 米，高 4 米

早期的花
与无花植物

鸟类开始出现
1.5 亿年前

始祖鸟
翼展长 1.3 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

翼龙类
翼展长 7 米

细胞内部大改造！真核生物出世

21亿年前，单细胞生物的世界发生了巨大的变化——拥有了能够复制和记录遗传信息的DNA的“细胞核”。于是，地球上第一次诞生了具有细胞核的生物——真核生物。尽管它们当时还只是结构简单的单细胞生物，与之前的原核生物相比，真核生物的结构更加复杂，并具有各种器官。

线粒体就是其中的一个器官，通过氧化分解营养物质而产生能量，从而维持真核生物的生命活动。因此，研究认为，进化出线粒体是原核生物“跨越”到真核生物的一大关键。

以前，线粒体是一种独立的生物？

那么，真核生物是如何获得线粒体的呢？

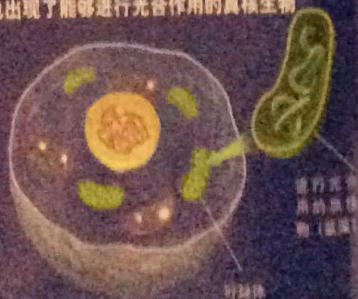
在真核生物出现之前，地球上只存在着原核生物，它们的结构非常简单，DNA等“零件”散落在细胞内。一些证据表明，线粒体曾经是一种独立的生物，例如，线粒体内部存在独立的DNA等等。因此，研究认为，某种原核生物被吞噬到另一种原核生物体内，并最终形成了线粒体。

氧气的剧增是实现飞跃性进化的催化劑？

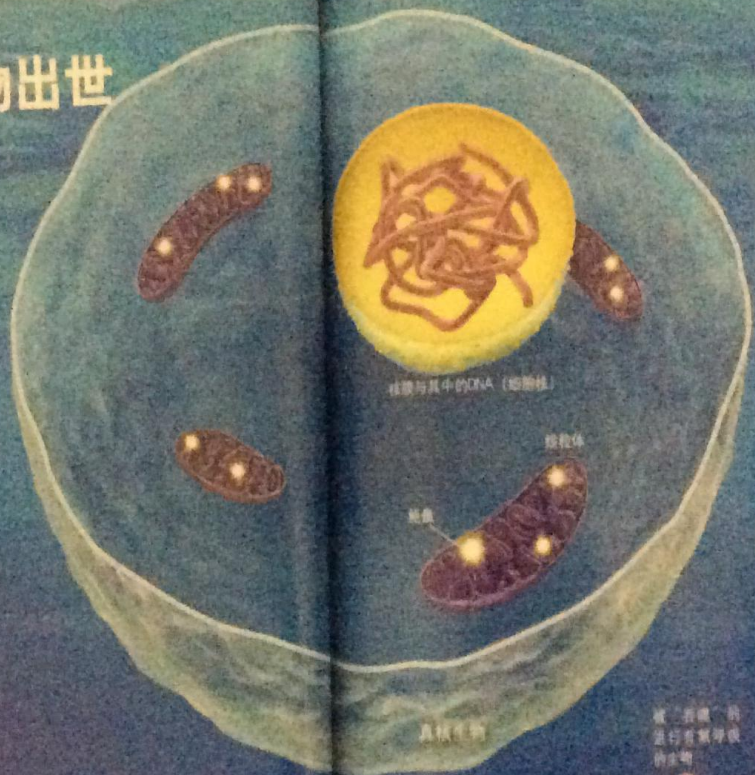
那么，为什么会实现飞跃性的进化呢？研究发现，当时，海洋和大气中的氧气含量开始急剧增多，利用氧气来分解营养物质，可以生成巨大的能量。因此，研究认为，一部分原核生物进化为有氧呼吸，而另外的原核生物则通过吞噬进行有氧呼吸的生物而适应了氧气含量剧增的环境。

那么，在这之前，地球上是什么样的环境？其实，早期的地球上几乎没有氧气，当时的原核生物并不依赖于氧气而存活。下面，我们将回到氧气剧增之前的地球风光。

也出现了能够进行光合作用的真核生物



一些原核生物进化成了进行光合作用的真核生物——叶绿体。研究认为，蓝藻的某些成员曾得到过其他生物细胞并成了叶绿体。这种类型的真核生物的存在提高了效率。



线粒体与其中的DNA（细胞核）

核糖体

真核生物

或“吞噬”的
进行有氧呼吸
的生物



吞噬



核膜

核孔

核糖体

真核生物是怎样诞生的？ 细胞内共生学说 (A~C)

现代真核生物具有多细胞的结构，这种进化过程是由原核生物在真核生物之前，通过获得了“细胞核”而实现的。科学家们的研究，提出了各种不同的学说。最早介绍的，由华莱士提出的细胞内共生学说。经过对线粒体起源的一种学说，开发到了过去认为原核生物细胞内共生学说A~C的进化过程了线粒体的进化过程。

A. 出现了真核生物

出现了早期的“真核生物”，一个拥有细胞核DNA的“细胞核”，并具有较复杂的气体交换的膜——线粒体。

研究认为，真核生物是由原核生物进化为复杂的细胞核，后来进化成了植物和动物。

B. 进行有氧呼吸的独立生物被吞噬了

某一天，宿主原核生物吞噬了一种进行有氧呼吸的生物，并开始“精心培养”它。最初线粒体以实足一种独立而进行有氧呼吸的生物，但是，被其他原核生物吞噬后，最终进化成了作为细胞核的线粒体。

C. 以前，两种生物形成了互惠互利的“共生关系”

在什么条件下原核生物形成了进行有氧呼吸的生物呢？在什么条件下，真核生物形成了一种共生关系，即“共生”？这种共生关系是指，原核生物“共生”在真核生物细胞内，通过提供氧气，而真核生物提供营养物质。这种共生关系，最终进化成了作为细胞核的线粒体。

微观世界的大进化——出现了多细胞生物

在距今6.3亿年前，微生物的世界发生了一次飞跃性的进化——许多单细胞生物聚集在一起，形成了一个群体。之后，真正的多细胞生物开始不断出现。

所有的生物都是由细胞构成的。我们人类是由大约60万亿个细胞聚集而成的多细胞生物。与此同时，世界上也存在着许多种只有一个细胞的生物，即单细胞生物。

那么，单细胞生物到多细胞的进化之路是如何完成的呢？像人体这样的复杂组合体，一部分细胞可以活动，一部分细胞可以固定身体。不过，单细胞生物在向多细胞生物进化的过程中，大概从来没有想过“如果把大量的细胞聚集在一起的话，

就能获得各种能力”吧。仅仅把细胞聚集在一起，生存下去就会变得很困难，不那么简单，的确有一定的道理。

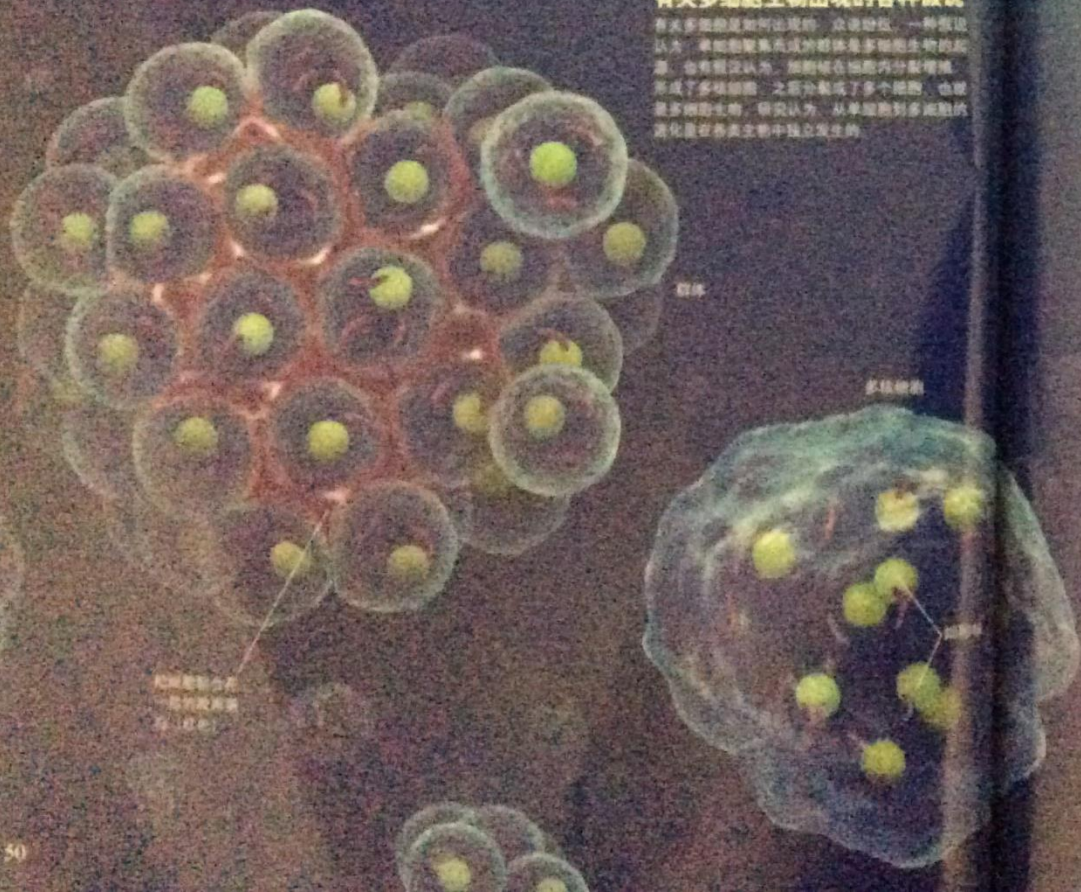
抱团挤在一起以避免氧气？

丹麦地质学家彼得·坎菲尔德 (Donald Canfield) 教授提出了一个假说：大约9亿年前，海洋中的氧气含量剧增导致了多细胞生物的出现。

氧气一方面是分解营养物质，释放能量不可或缺的元素。另一方面，氧气也可能伤害及细胞自身。因此，细胞们抱团挤在一起共享氧气的话，除了最外面的一层细胞暴露在氧气之

有关多细胞生物出现的各种假说

有关多细胞生物如何出现的，众说纷纭。一种假说认为，单细胞聚集而成的群体是多细胞生物的起源。也有假说认为，细胞先在细胞内分裂增殖，形成了多核细胞，之后分裂成了多个细胞，也就成了多细胞生物。研究认为，从单细胞到多细胞的进化是在各种生物中独立发生的。



外，里面的细胞就能安然避开过剩的氧气，于是就出现了多细胞生物。

利用氧气来生成细胞黏合剂：

另外一种观点认为，多细胞生物原本应该很早就存在了，只不过在大约6亿年前，借助于氧气增多这一大好时机才开始急速增殖起来了。胶原蛋白对细胞间的黏合至关重要，要想形成多细胞生物，首先需要生成类似胶原蛋白的物质。不过，生成胶原蛋白时需要消耗大量的能量。由于氧气急剧增多了，胶原蛋白的生成也变得更容易。因此，就出现了越来越多的多细胞生物。

可是，为什么氧气突然急剧增多了呢？研究认为，这是6亿~9亿年前所发生的大事件——全球冰碛所导致的后果。下面，我们将与您一起探寻真相。



直到6亿年前，单细胞生物一直是多数。

即便在此之前存在有多细胞生物，它们也是少数派。



多细胞生物

刚刚学会两足行走的类人猿是肉食动物最好的“捕猎目标”

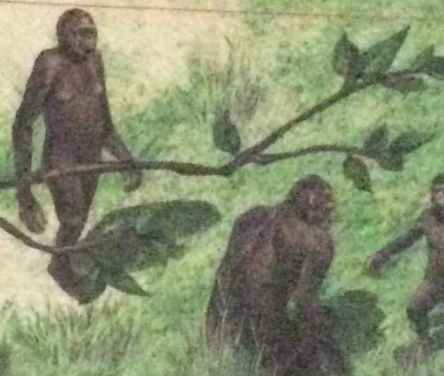
故事发生在距今440万年的非洲。地猿始祖种（一种类人猿）正在津津有味地吃着捡拾到的果子。一头豹子趴在树上，虎视眈眈地盯着地面上的地猿，正准备一跃而下，进行突然袭击。

地猿始祖种是两足直立行走的人类祖先，脚的形状与现代人有很大的区别，能够对握以抓住物体。这是其祖先遗留下来的印记。地猿的祖先是生活在树上的灵长类，常用四肢抓住树枝。

研究认为，地猿始祖种根本不会使用石器等工具，当然更别说使用武器了，对豹子等肉食动物来说，地猿是一个非常好的捕猎目标。

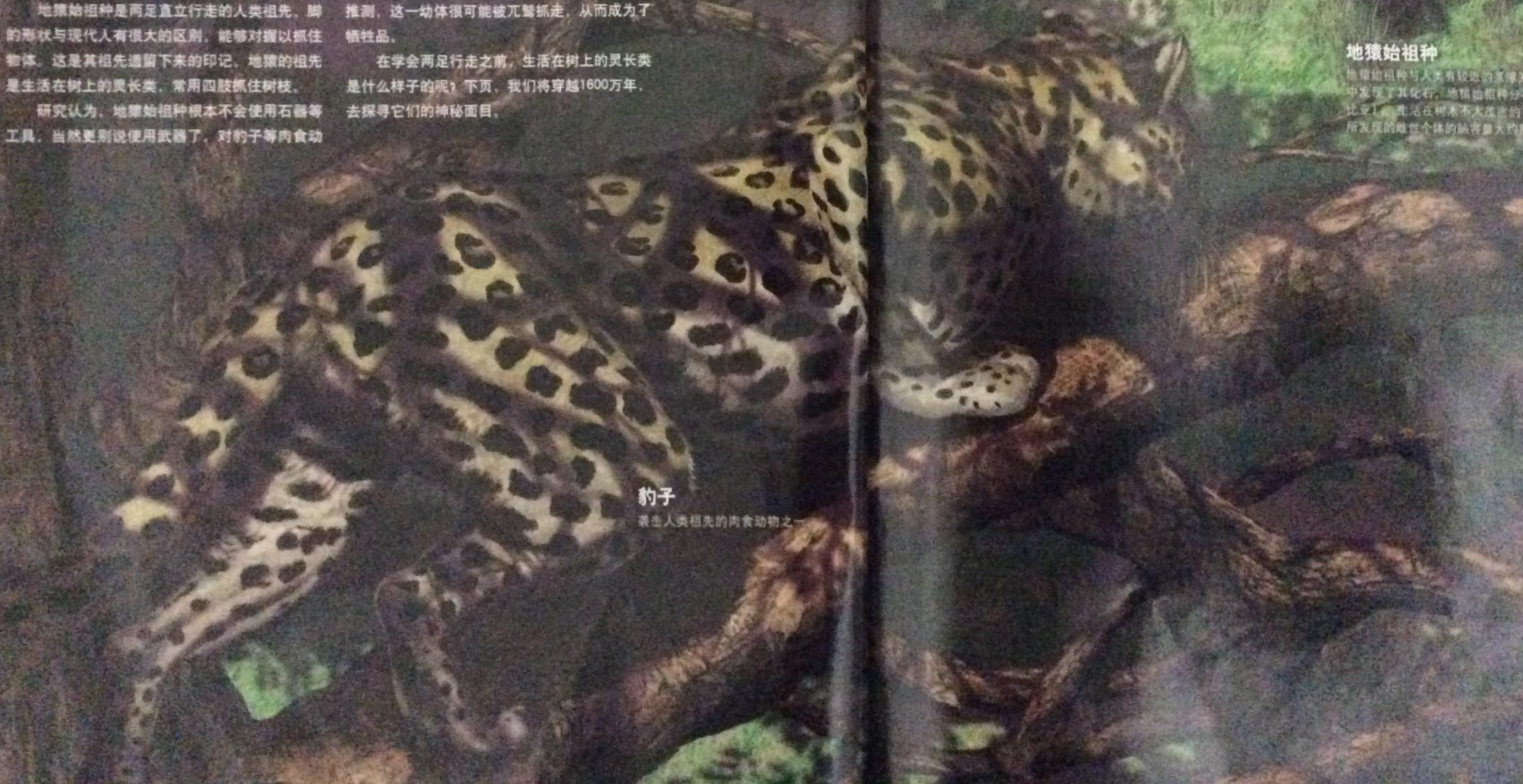
当时的人类祖先屡屡受到各种肉食动物的袭击。例如，在南非发现的“南非类人猿”的幼体头骨上残留着被兀鹫的利爪撕抓的痕迹。科学家推测，这一幼体很可能被兀鹫抓走，从而成为了牺牲品。

在学会两足行走之前，生活在树上的灵长类是什么样子的呢？下页，我们将穿越1600万年，去探寻它们的神秘面目。



地猿始祖种

地猿始祖种与人类有较近的亲缘关系。在南非的卡普瓦纳遗址中发现了其化石。地猿始祖种分布在非洲南部和东部。在南非发现的雌性个体的脑容量大约是



豹子

袭击人类祖先的肉食动物之一

人类捕猎大型动物

图片描绘了在40万年前的欧洲，一个海德堡人（人类成员）躲藏在岩石背后，正打算捕杀聚集到饮水点的野牛的情景。他手里拿着一件非常简单的武器——一根用树枝削成的长矛。虽说拥有武器，但如果遭到野牛反击的话，他很可能身受重伤。对海德堡人来说，狩猎比自己大许多的野牛是一件极其危险的工作，甚至会危及生命。

以前，人类是被捕杀的“猎物”

研究认为，当时海德堡人已经能够积极主动地捕猎，而且能够经常吃肉。不过，科学家并不清楚生活在海德堡人之前的直立人及能人等人类的生

活方式。

直立人及能人也会吃肉，并能够使用石器来拆解所食用的肉类。不过，这些石器可能仅用于那些为其他肉食动物所捕杀的植食动物的尸体。由于没有残留下任何可看作武器的东西，因此，也无法判断他们是否能够主动地进行狩猎，以及是否捕获过活的动物。

此前，科学家们在各个年代的人类化石上，都发现了被其他肉食动物袭击或撕咬的痕迹。长期以来，人类一直处于被捕杀的地位，而非捕猎者。下页，我们将穿越400万年，去追寻早期人类的生活。

海德堡人

研究认为，海德堡人是尼安德特人的祖先，生活在距今大约30万~50万年的欧洲，多居住在天然山洞中，狩猎范围大致局限于山河流域。

海德堡人很可能使用武器猎杀过野牛或鹿等大型食草动物。对身高1.7~1.7米的海德堡人来说，高达2米的野牛是一个庞然大物。科学家在尼安德特人的化石上发现了大量骨折愈合后的痕迹，并推测是捕猎时所造成的。之前的海德堡人大概也是同样的吧。

与现代人相比，海德堡人在外表上有一个很大的特征——肩骨向上翘起。此外，海德堡人的体格非常健壮。科学家并不清楚他们在日常生活中是否穿衣服。不过，估计他们全身被猎物的毛毡吧。海德堡人并未到达过欧亚大陆和非洲。

草原野牛

大型食草动物，体形比现代野牛大，常聚群生活，人类猎杀的主要对象。

- *1. 数学资料显示，如果将地球46.6亿年的历史压缩为24小时的话，那代相当于几分几秒。如果现在相当于午餐11点的话，那么，距今40万相当于23点59分57.4秒，差了3秒到半。
- *2. 生活在距今5万~175万年，广泛分布在非洲和亚洲等地。体高800~1200毫米，体长1.6~1.8米。原始人与北京人都属于直立人，脑容量最大的是1400毫升。
- *3. 生活在距今180万~240万年，发现于非洲，脑容量大约1000~1300毫升。

生命？

一个奇迹！

一个过程！



蜉蝣寿命仅1天



老鼠寿命约3年



人类寿命约100年



家蝇寿命约30天



马寿命约25年

什么是**生命科学**？

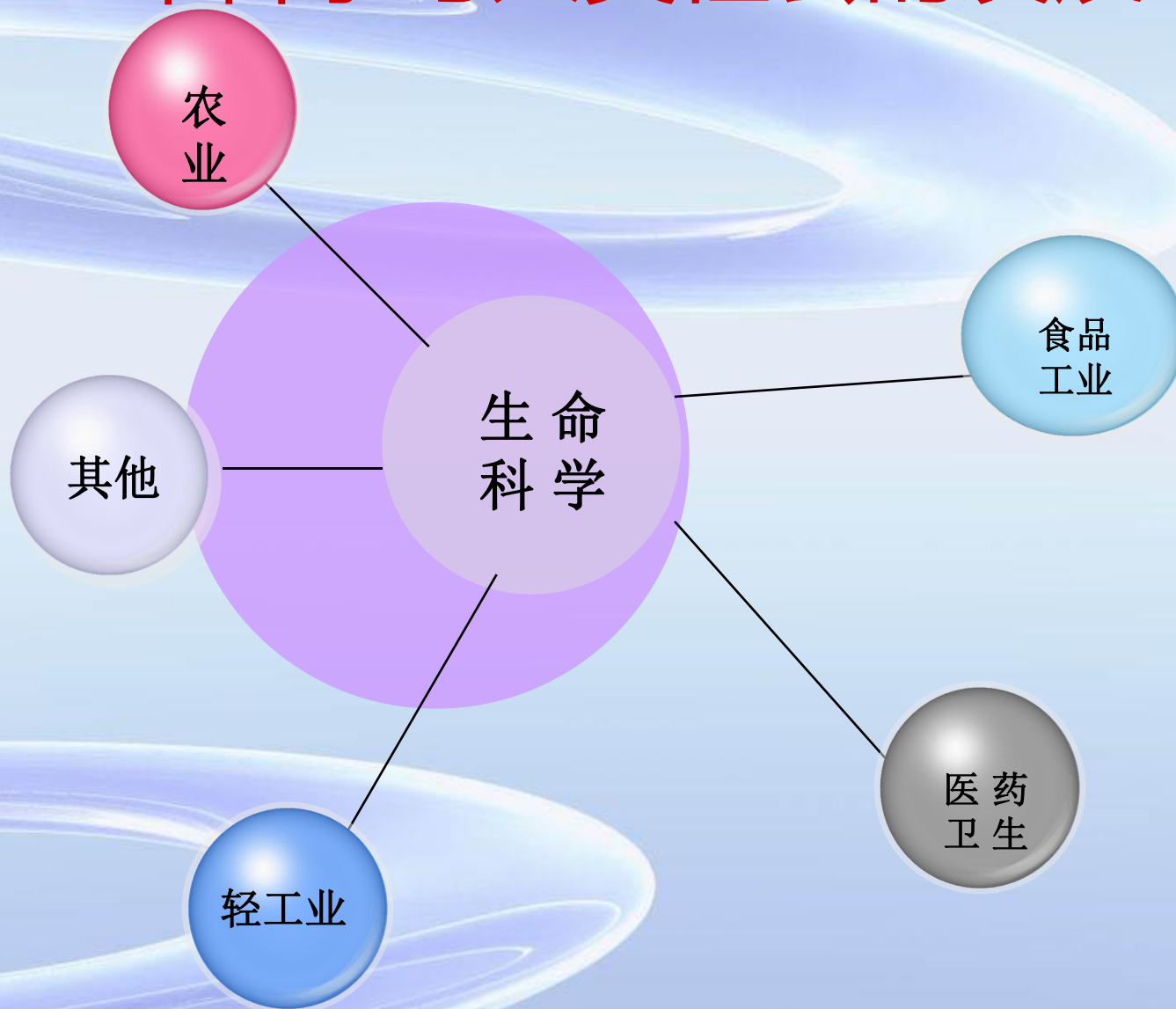
----生命科学的进步和意义

生命科学

研究生命现象、生命活动的本质、特征和发生、发展规律，以及各种生物之间和生物与环境之间相互关系的科学。用于有效地控制生命活动，能动地改造生物界，造福人类。生命科学与人类生存、人民健康、经济建设和社会发展有着密切关系，是当今在全球范围内最受关注的基础自然科学。

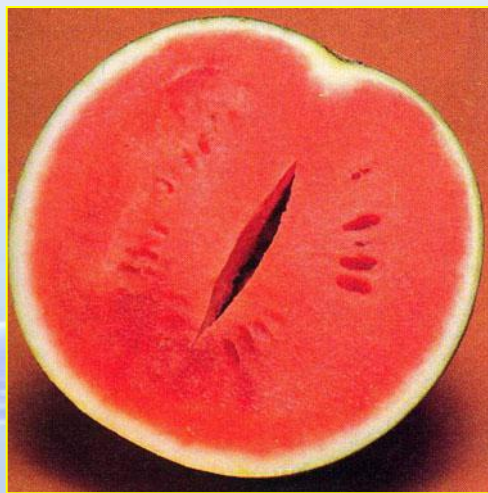
- ✓ 生命科学是21世纪自然科学的**带头学科**
- ✓ 生命科学与人类社会的发展**息息相关**
- ✓ 生命科学充满**未解之谜**

生命科学与人类社会的发展



农业方面

遗传育种



人造种子



生物杀虫剂

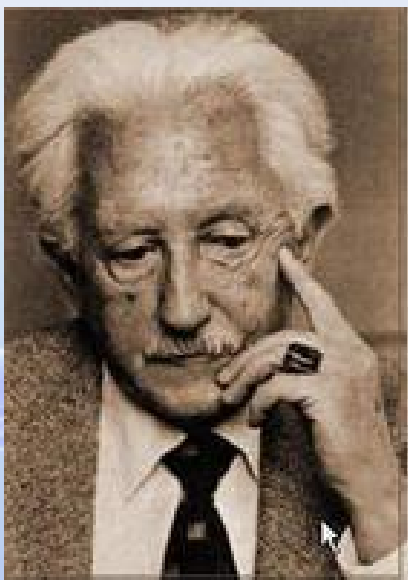


绪论 (二)

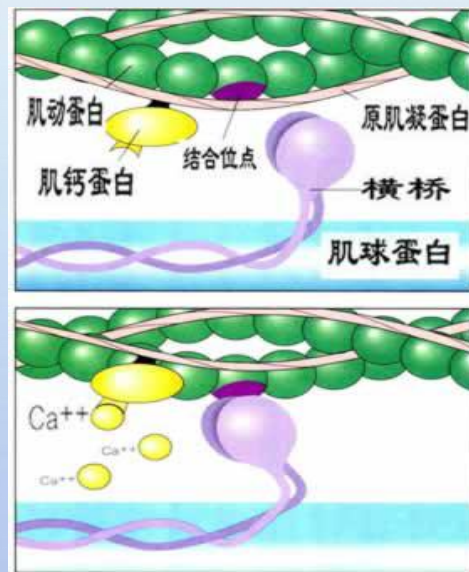
什么是**生理学**？

----生理学的研究与进步

- **生理学 (physiology)** 是研究生物机体的生命活动现象、规律和功能的一门科学。
- **对象:** 机体生命过程中所表现的一切活动。
- **任务:** 研究正常人体生命活动的过程、机理、意义及机体内外环境对它的影响。



巴普洛夫条件反射实验



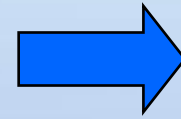
肌肉收缩理论

生理学分类

1. 生理学可分为微生物生理学、植物生理学、动物生理学和人体生理学。
2. 动物生理学特别是哺乳动物生理学 and 人体生理学的关系密切，他们之间具有许多共同点，可结合在一起研究。通常所说的生理学主要是指人体和高等脊椎动物的生理学。

生理学的发展史

- 17世纪之前，许多生理学的理论知识散在记述在其它医学的典籍中而未能成为一门独立的学科。
- 16世纪末叶，英国哲学家培根（Francis Bacon, 1516~1626）倡导只有**观察和实验**才是真正的科学方法。

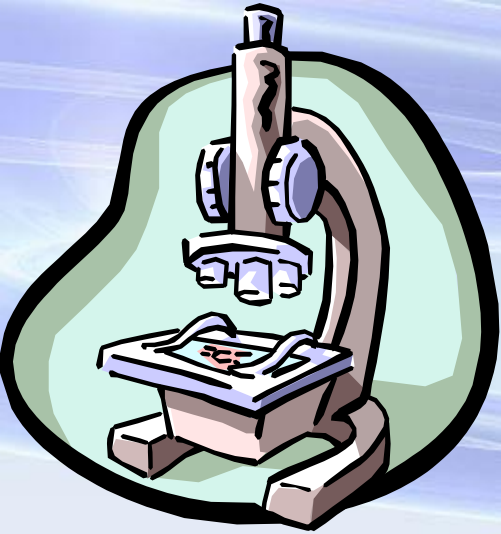


威廉·哈维经过十二年的努力，采用八十余种动物进行实验研究，最后，将他多年来的研究成果写成《论动物的心脏与血液运动的解剖学研究》（**Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus**），于**1628**年公之于世。

动脉是从心脏输出血液的血管，静脉是运回血液到心脏的血管，血液能从动脉透入静脉，动脉与静脉的移行是在四肢及身体的远端部分；心脏是一种肌肉，其瓣膜阻止了血液的逆流，心脏运动是血液循环的唯一原因。



(Harvey, W. 1578-1657)



1660年和1668年，**Malpighi** 和 **Leunwenhock** 分别用显微镜看到了蛙的肺的毛细血管和蝌蚪尾部血液通过毛细血管的实际循环过程，证实了**Harvery** 的推论。

恩格斯对哈维的发现给予了高度的评价：
“哈维由于发现了血液循环而把生理学(人体生理学和动物生理学)确立为科学。” 后人将**1628**年视为近代生理学的起点。

William Harvey在《论动物的心脏与血液运动的解剖学研究》一书的序言中呼吁：“**无论学和教应当以实验为据**，而不应当以书籍为据，应当以巧妙的自然为师，而不应当以知识的教条为师”。

生理学是一门实验性科学。

什么是运动生理学？

---内容、意义和进步

运动生理

是人体生理学的分支，是专门研究人体的运动能力和对运动的反应与适应过程的科学，是体育科学中一门重要的应用基础理论学科。

运动生理学的任务

揭示体育运动对人体机能影响的规律及机理；
阐明运动训练、体育教学和运动健身过程中的生理学原理；
指导不同年龄、性别和训练程度的人群进行科学的运动锻炼，以达到提高竞技运动水平、增强全民体质、延缓衰老、提高工作效率和生活质量的目的。



学习运动生理学的意义



- 更好地理解体育教学和训练的基本原理和基本规律（增加体育教学和训练的科学性、减少盲目性；解答学生锻炼中遇到的问题；解释体育锻炼的基本常识；武装我们的教育素养、提高我们的社会地位）
- 帮助我们创造和设计新的教学、训练和健身方法与手段
- 帮助我们更好地学习运动生物化学、运动医学及各门技术课等后续课程。



运动生理学的应用

健身领域

- 延缓衰老 疾病预防与治疗 提高生命质量
- 运动饮料 激光运动医学 体育锻炼处方 劳动生理学

竞技领域

- 高科技应用 先进仪器研发 改进运动技术 提高运动能力
- 运动营养 运动选材 疲劳与恢复 训练监测 反兴奋剂

基础研究

- 揭示生命活动规律 宏观——微观 细胞 分子、器官
- 运动与自由基 神经-内分泌-免疫网络理论



二、运动生理学的发展

运动生理学的发展



- 运动生理学的研究，至今约有150余年的历史。1889年出版运动生理学的第一本教科书：《身体运动的生理学》拉格朗热（F. LaGrange著）；20世纪初期开始研究肌肉活动的能量代谢，1921年希尔（A. V. Hill）因能量代谢的研究获诺贝尔奖

- 1927年—1947年著名生物化学家L. J. Henderson、David Bruce创立哈佛疲劳实验室重点研究运动、营养与健康问题。实验室除学术研究外，还培养了不少运动生理学科的科学工作者，成为运动生理学家的摇篮，前后共有15个国家的学者在此学习工作，后大都成为国际知名的运动生理学家。

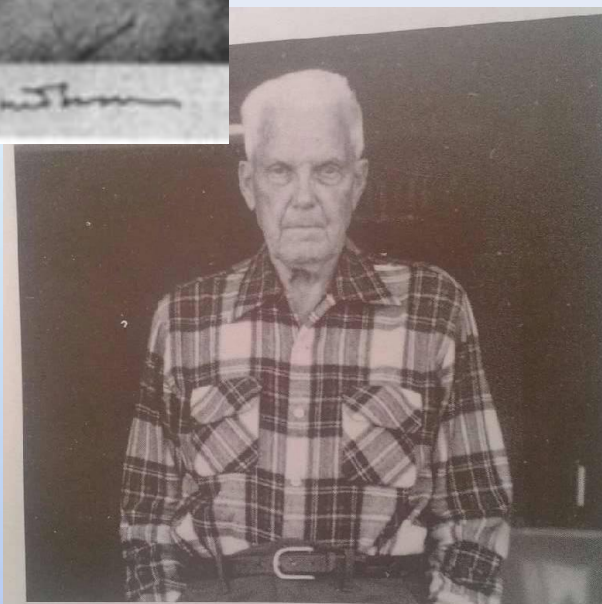
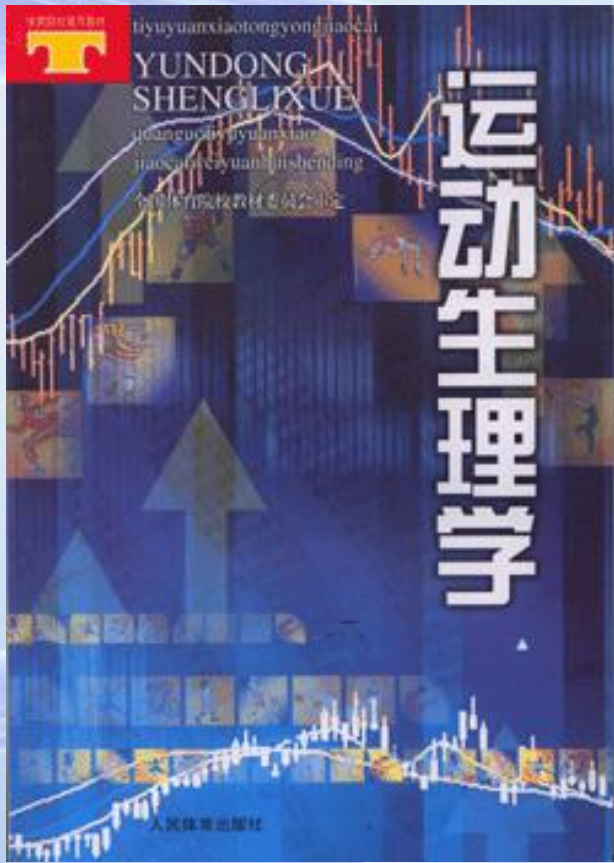


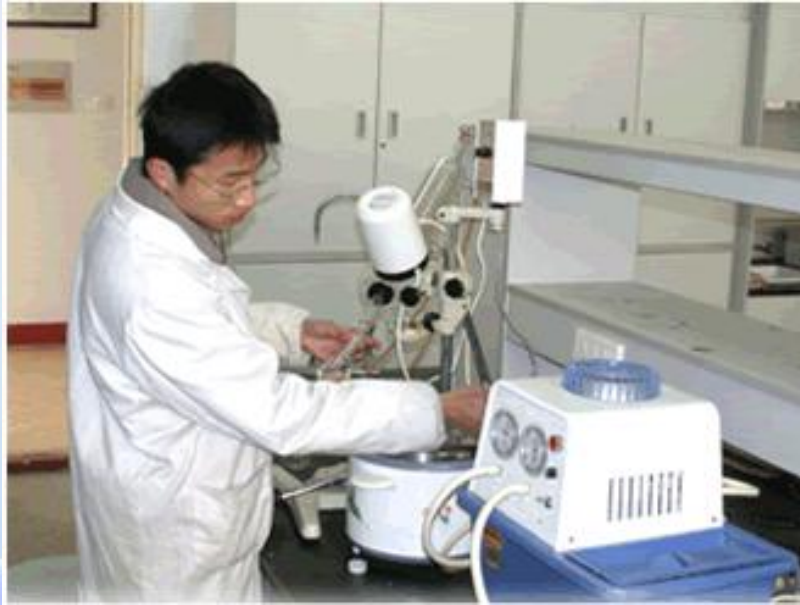
Figure 1.2 David Bruce (D.B.) Dill in the Desert Research Institute (ca. 1985).

- 20世纪50—60年代，奥斯特朗（P. O. Astrand）等致力于体适能、耐力、身体素质方面的研究。他们所著的《运动生理学》，翔实地反映了现代运动生理科研成果并深受学术界的青睐。





- 20世纪70年代以后，世界科学技术的发展极大地推进了运动生理学的发展，有人将此30年中的运动生理学成为“现代运动生理学”并以此区别于以前的“传统运动生理学”。现代运动生理学研究表现出研究范围广泛，研究规模扩大，研究层次深化，研究手段先进，学科交叉覆盖等特点。

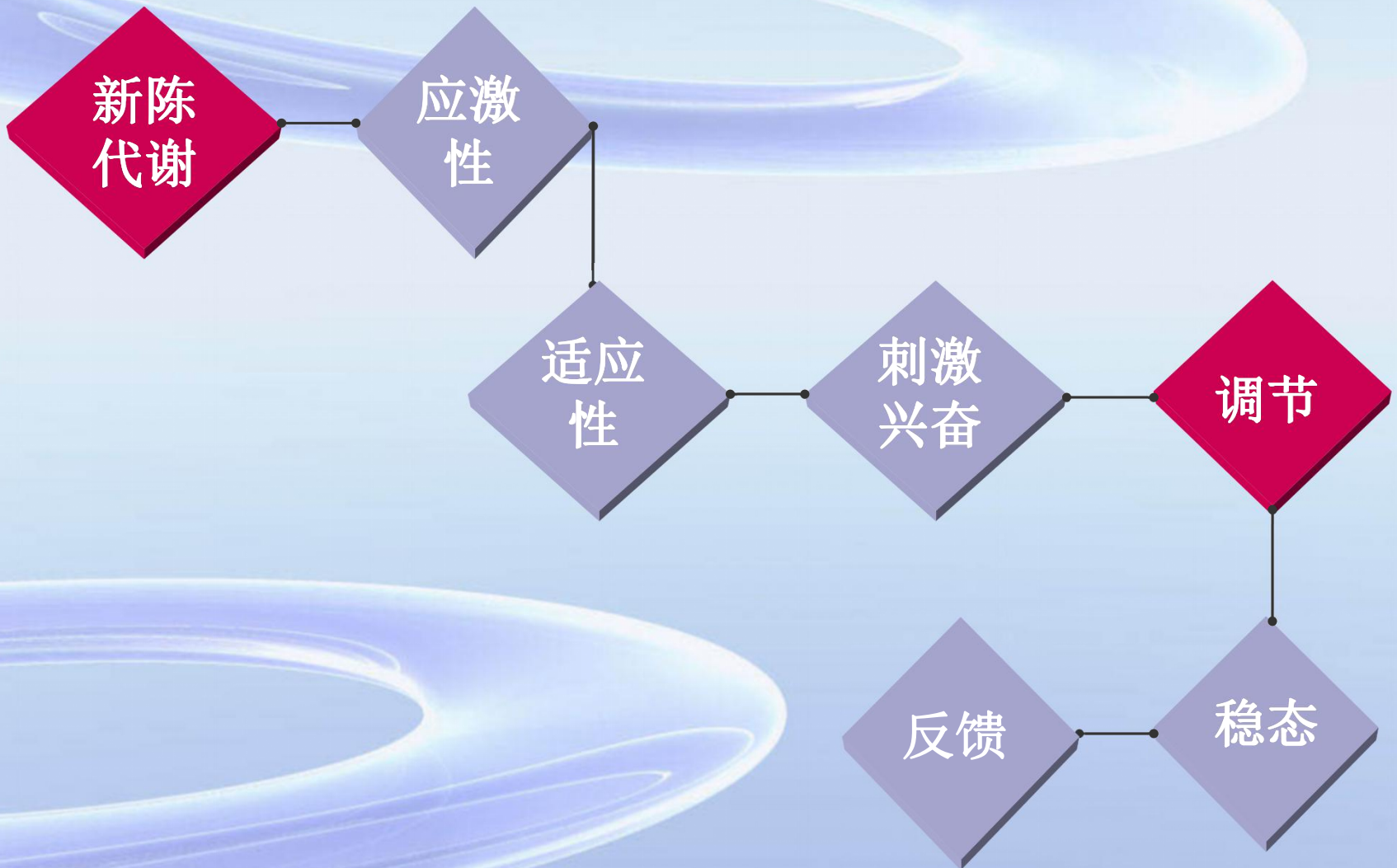


- 现代运动生理学课程与运动解剖学、运动生物化学、分子生物学、运动免疫学、运动保健等体育生物学科课程既为前期后续课程，又彼此渗透，表现出紧密的纵向联系，同时体育科学的各个领域如体育教学训练、康复体育、运动医学等均以运动生理学基本理论为其研究基础，如此更加凸显出运动生理课程基本理论在体育科学中不可替代的基础理论作用。因此，运动生理课程为体育专业本科学生的专业主干课程。



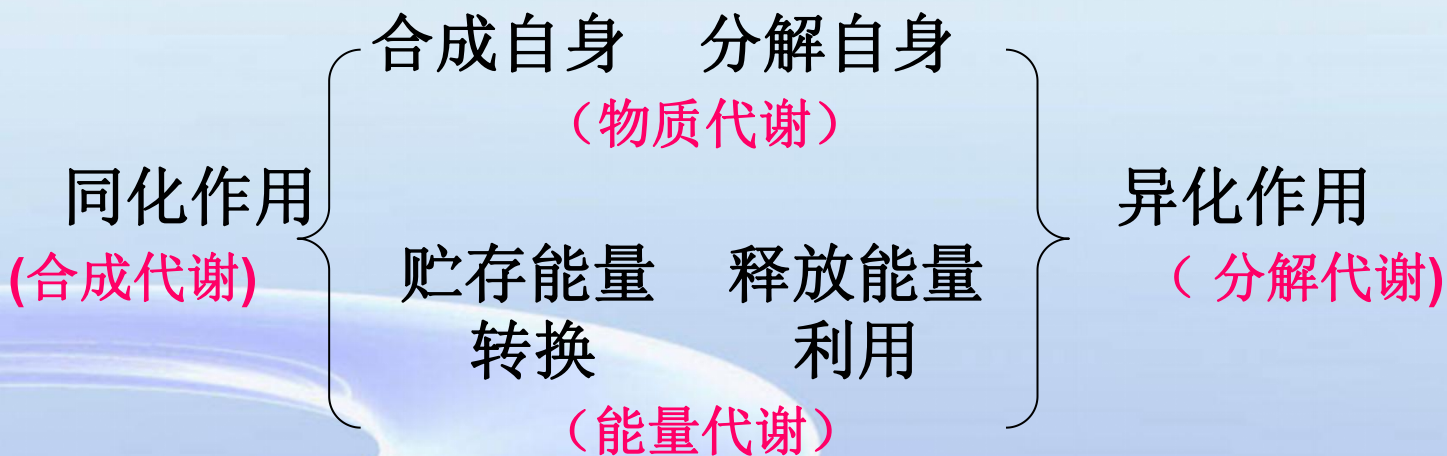
三、运动生理学几个基本概念

有关生理学的几个基本概念



新陈代谢

- 生命物质或机体与周围环境间所进行的**物质交换**和**能量转换**的过程。
- 同化过程：生物体不断地从体外环境中摄取有用的物质，使其合成、转化为机体自身物质的过程。
- 异化过程：生物体不断地将体内的自身物质进行分解，并把所分解的产物排出体外，同时释放出能量供应机体生命活动需要的过程。



应激性

- 有机体能够对**刺激**（如光、温度、声音、食物、化学物质、机械运动、地心引力等）**发生反应**。

植物：向水性、向肥性、向光性等。

动物：趋光性、趋化性等。

多细胞高等动物：反射（通过神经系统对各种刺激发生的反应。）

由此可以说明，反射是**应激性**的一种表现形式，隶属于应激性的范畴。

适应性

在长期刺激的作用下，有机体能够通过自身**形态、结构和功能**的改变，来抵御这种刺激，并防止刺激对机体可能造成的危害。

兴奋与兴奋性

刺激

机体内外部环境的变化称
做刺激

兴奋

在生理学中将这些可兴奋组织接受刺激后所产生的生物电反应过程及表现。

兴奋性

机体或其组成部分的细胞、组织具有感受刺激产生兴奋的能力

可兴奋组织：神经、肌肉和某些腺体

适应性



- 例如长期居住在高原地区的居民，其血液中的红细胞数量远远超过平原地区的居民。
- 运动员经过长期的力量训练可使肌肉的力量和体积增加；长期经过耐力训练可使肌肉耐力、心肺功能得到改善等，这些都是人体对环境变化产生适应的结果。

稳态

- 内环境的理化因素保持**相对稳定**的状态。

稳态:正常机体, 其内环境的理化性质如温度、渗透压、pH、离子浓度等经常保持相对的稳定, 这种内环境理化性质相对稳定的状态称为稳态 (homeostasis) 稳态这个概念是有美国生理学家坎农 (Cannon) 首先提出。



稳态

稳态的实现：在整体是在神经体液机制调节下，通过各器官系统的活动而实现的。

稳态的意义 维持细胞、器官、系统乃至整体的正常功能及生命活动的必要条件。若破坏内环境稳定，机体将发生疾病。

调节

机体根据内外环境的变化实现体内活动的适应性调整，使机体内部以及机体与环境之间达到动态平衡的生理过程

神经调节

体液调节

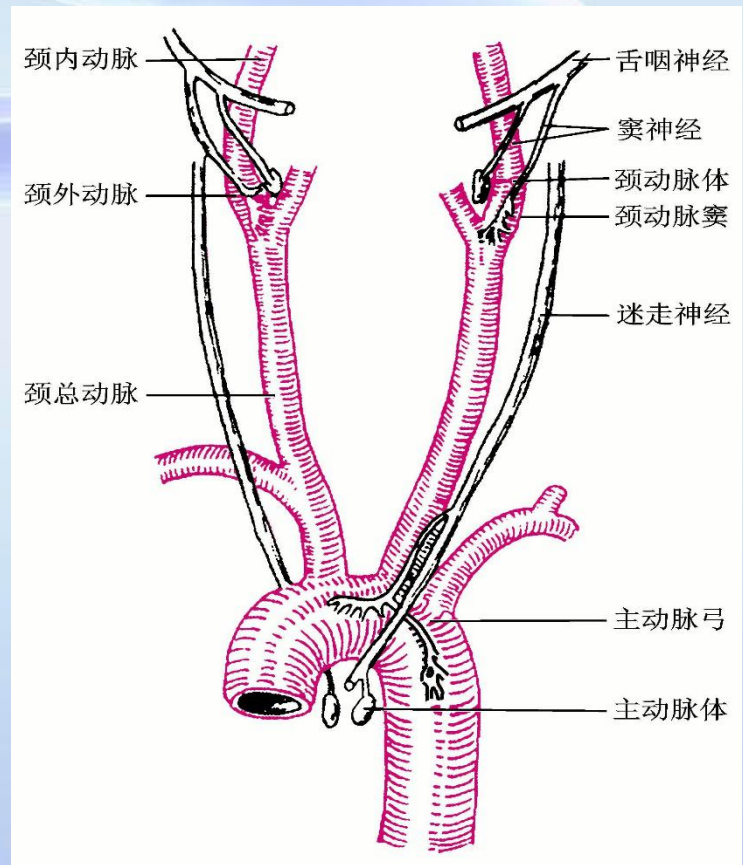
机体
调节
方式

免疫调节

自身调节

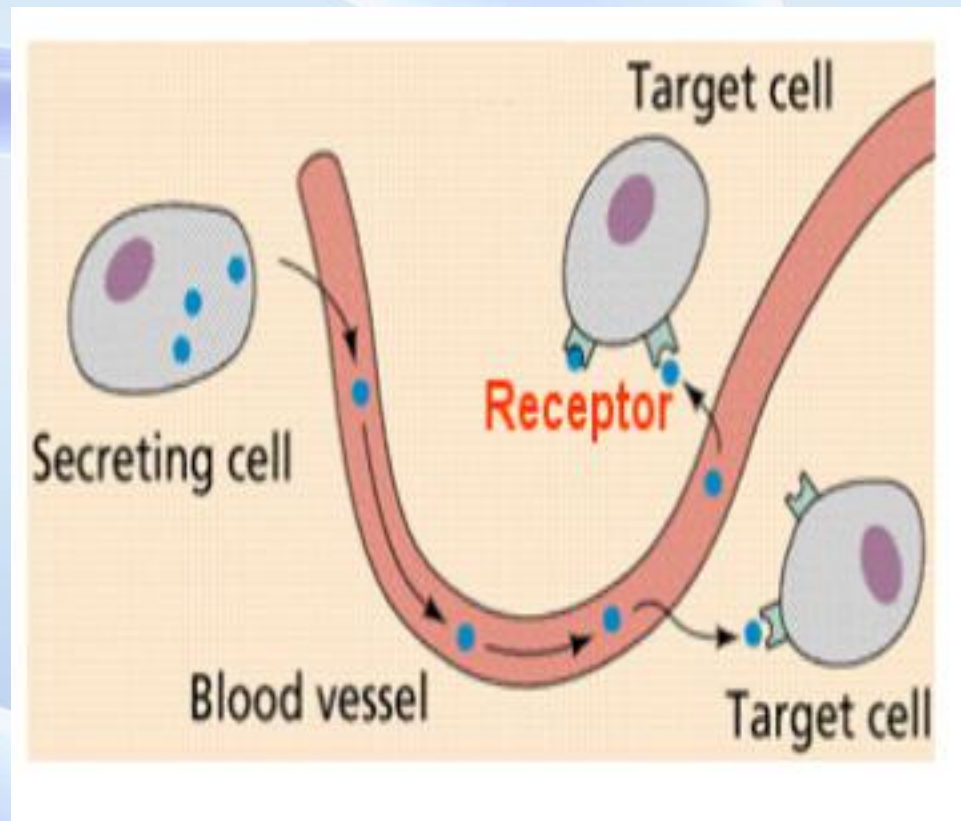
神经调节

- **神经调节**：由神经系统的活动调节生理功能的调节方式。
- **调节特点**：快速、局限、准确、精确、协调
- **调节基本方式**：反射
- **调节结构基础**：反射弧
- **调节类型**：非条件反射和条件反射



二、体液调节

体液调节（humoral regulation）：某些特殊的化学物质或代谢产物经血液运输调节机体的生理功能的调节方式。化学物质有内分泌细胞分泌的激素、某些组织细胞分泌的肽类和细胞因子等。

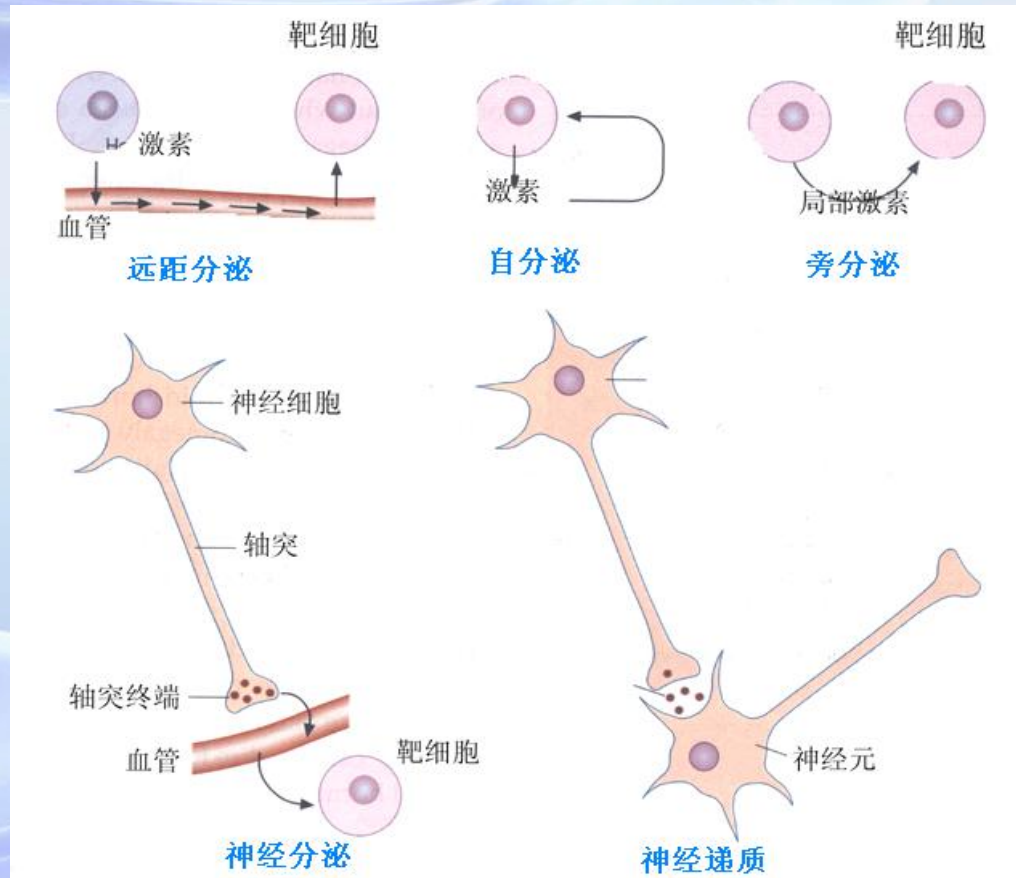


二、体液调节

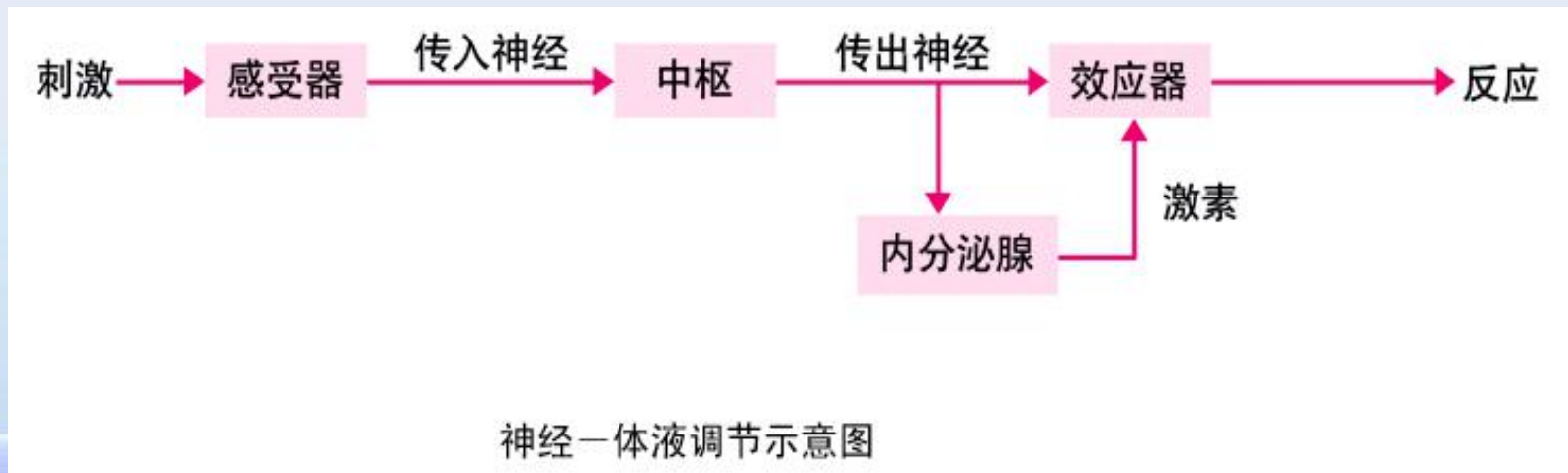
①**概念**：体内的一些细胞能生成并分泌某些特殊的**化学物质**，后者经由**体液运输**，到达全身的组织细胞或某些特殊的组织细胞，通过作用于细胞上相应的**受体(receptor)**，对这些细胞的活动进行调节。

②**类型**：

全身性体液调节
局部性体液调节
神经-体液调节



神经-体液调节：神经细胞直接或间接地调节一些内分泌细胞的作用，使这些内分泌细胞成了反射弧的传出纤维的延长部分，以这种方式发挥的调节作用称为神经-体液调节。



③体液调节特点：缓慢、弥散、持久。

免疫调节

- **免疫调节：**通过免疫分子来实现。免疫系统感知病毒、细菌、微生物等非感知性刺激，引起相应的免疫反应

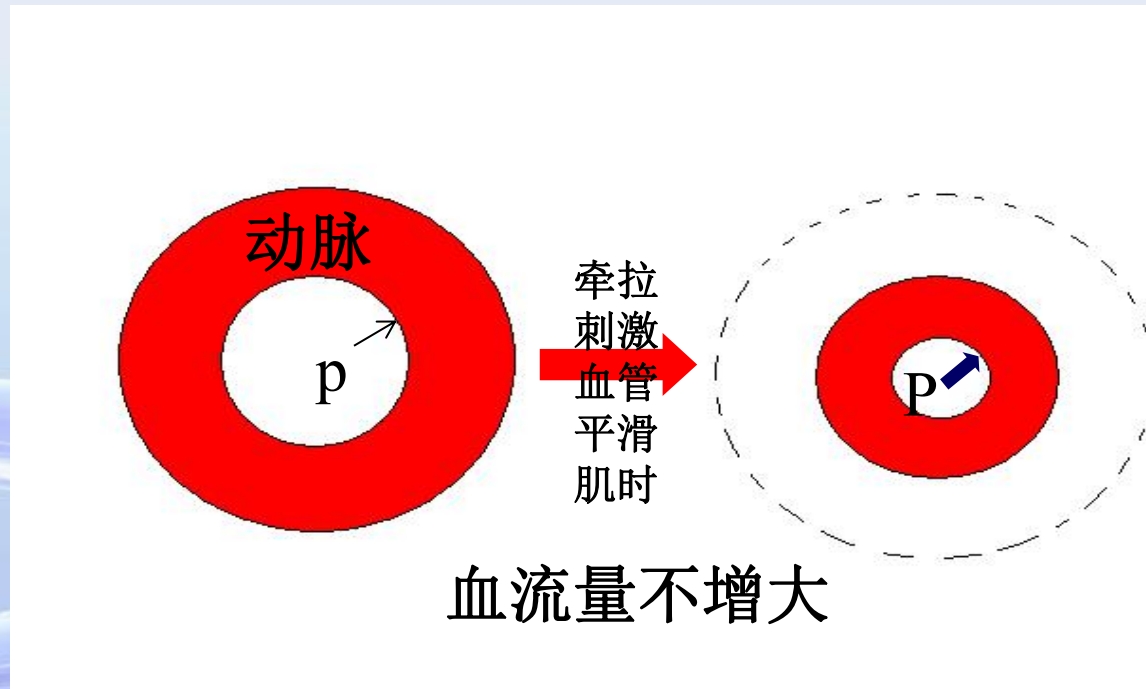


免疫调节可比喻为机体的**交响乐队**，配合好--识别和清除抗原，对自身成分产生免疫耐受，维持内环境的稳定。配合差--病原微生物感染、肿瘤、自身免疫病、免疫缺陷病、超敏反应。

自身调节

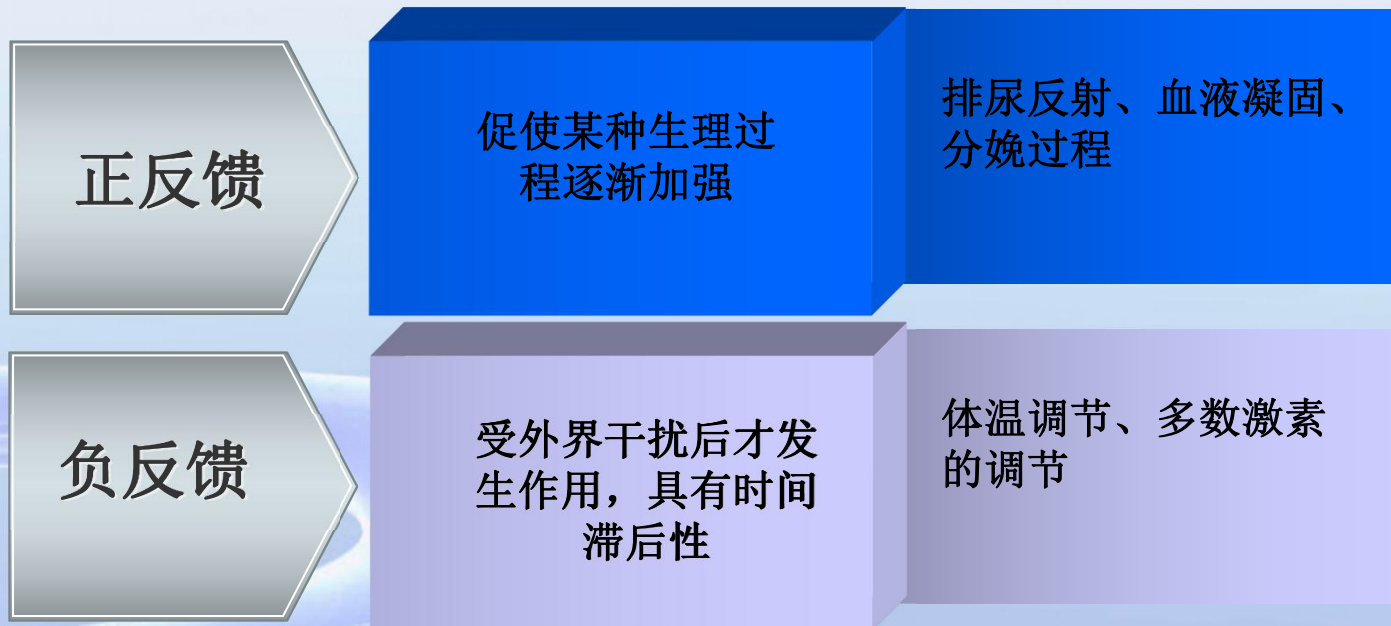
- **自身调节**：当体内、外环境变化时，细胞、组织、器官本身不依赖神经与体液调节而产生的适应性反应。
- **调节特点**：范围较小、不十分灵敏

例如：



反馈 前馈

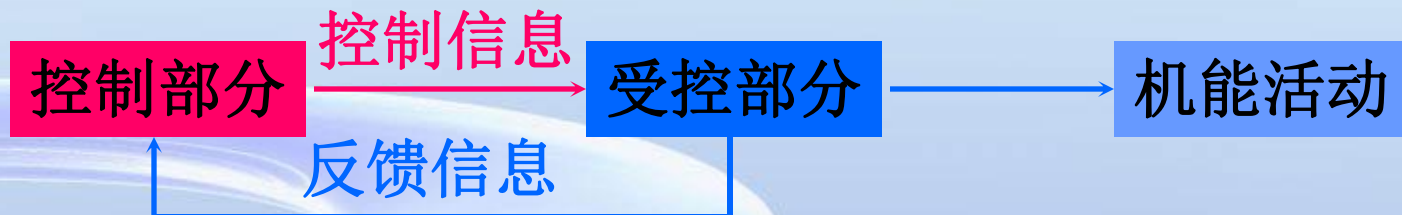
- 在机体内进行各种生理功能**调节**时，被调节的器官向调节系统发送变化的信息，而调节系统也可以通过回路对调节器官的功能状态**施加影响**，**改变其调节强度**，这种调节方式称为反馈。



二、反馈控制系统(feedback control system)

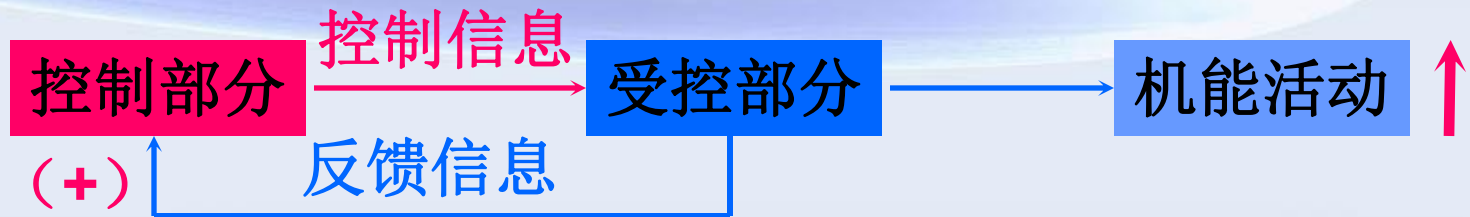
反馈控制系统是一种“闭环”系统，控制部分发出信号，指示受控部分活动，而受控部分的活动可被一定的感受装置感受，感受装置再将受控部分的活动情况作为反馈信号送回到控制部分，控制部分可以根据反馈信号来改变自己的活动，调整对受控部分的指令，因而能对受控部分的活动进行调节。

控制方式：双向性



(一)正反馈控制系统

正反馈(positive feedback): 反馈信息的作用性质与控制信息的作用性质相同的反馈。

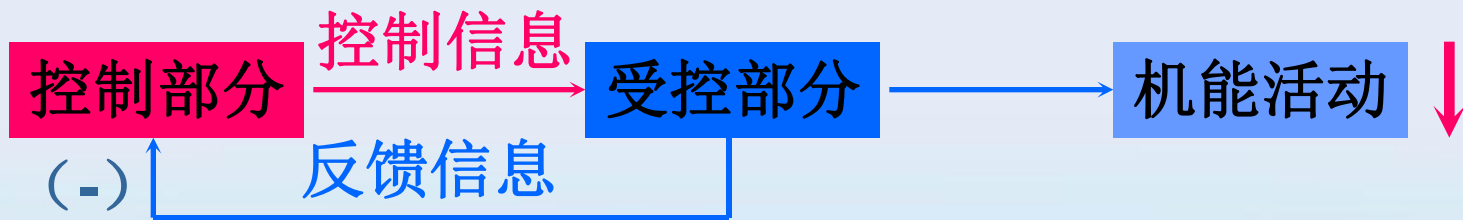


正反馈控制系统的意义: 有助于一个完整生理过程的完成。

血液凝固
排尿
分娩

(二)负反馈控制系统

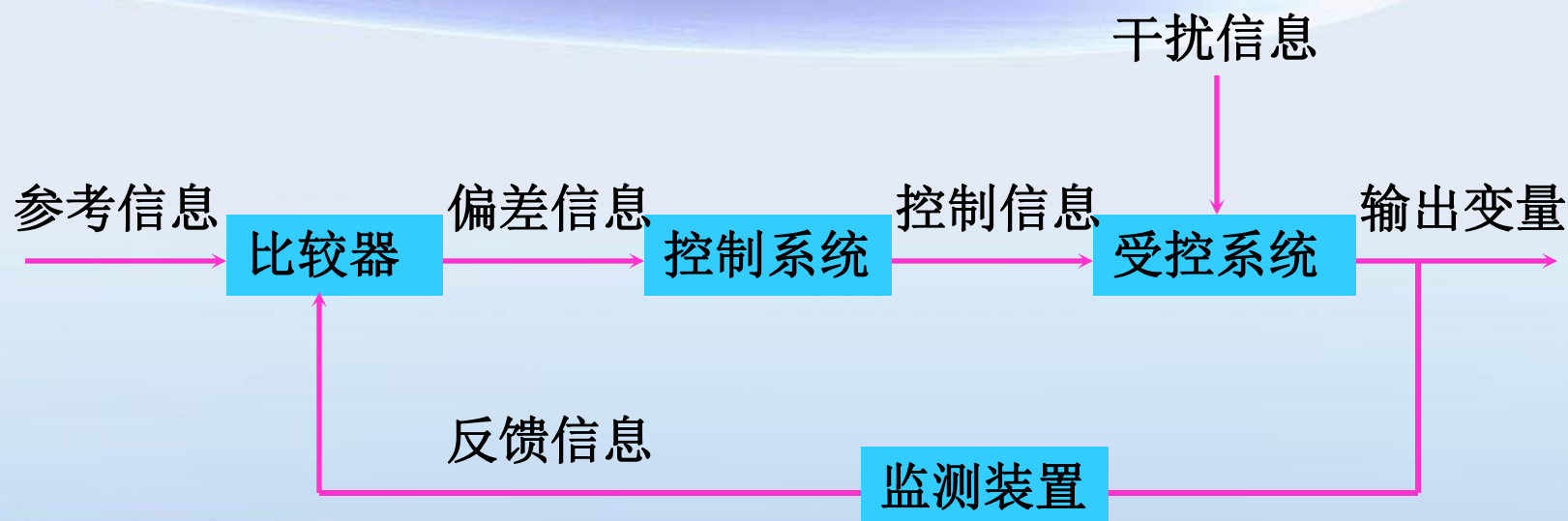
负反馈(negative feedback): 反馈信息的作用性质与控制信息的作用性质相反的反馈。



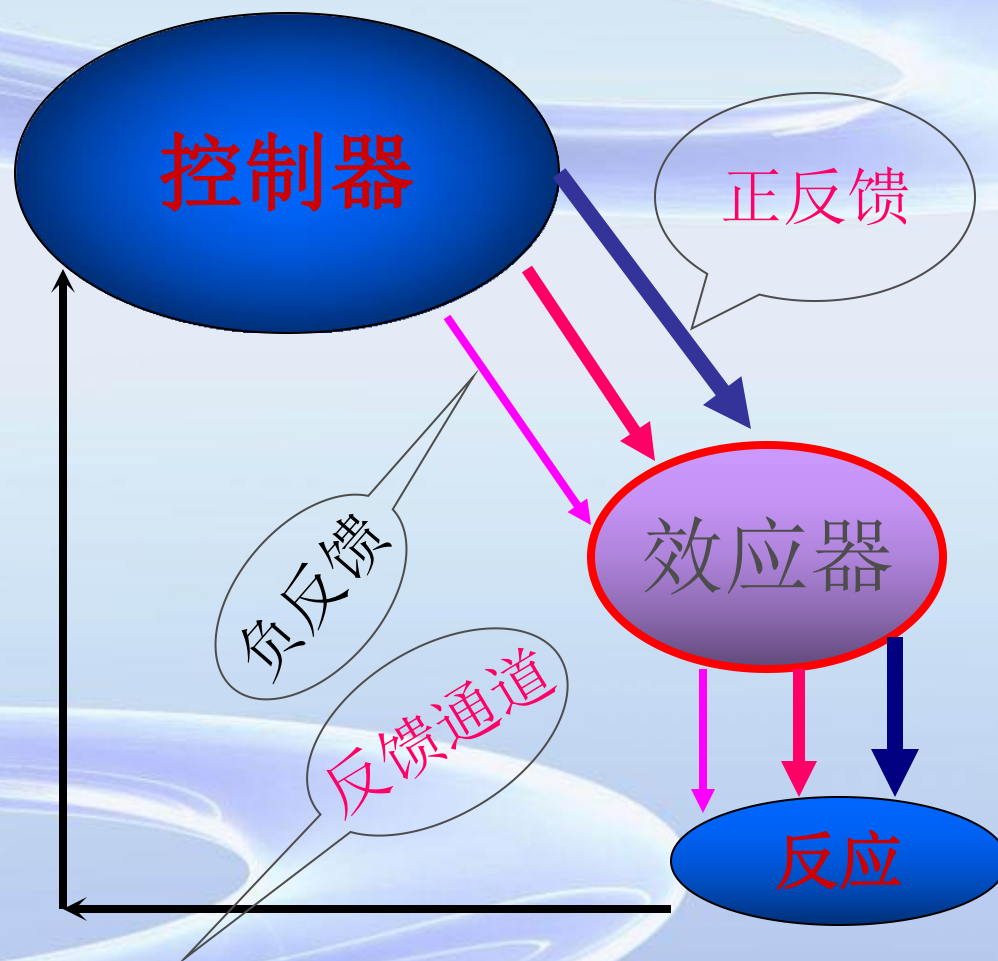
负反馈控制系统的作用: 维持内环境稳态。

血压调节
体温调节

人体绝大多数功能都可以看成“自动控制”系统。



生命活动调节与反馈机制示意图



- 在调控系统中，有时干扰信息在作用于受控部分引起输出效应发生变化的同时，还可以直接通过受控装置直接作用于控制部分，这种干扰信息对控制部分的直接作用称为前馈。

人们进行冬泳前，游泳环境产生的各种视觉、听觉以及对皮肤冷感受器的刺激，产生的信息就已通过条件反射的方式发动中枢神经系统内的体温调节机制，增加产热和控制散热以及保持体温相对恒定



**Thank you
for your
attention!**

