

第一节 动物生理学的研究对象和内容

一、动物生理学的研究对象

生理学 (physiology) 是生物科学 (biological science) 的一个分支, 是以正常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和化学本质为研究对象的一门学科。根据其研究对象不同可分为植物生理学、动物生理学及人体生理学。通常情况下, 人们习惯将人体生理学简称为生理学, 而根据被研究动物种类的不同又将动物生理学分为家畜生理学、家禽生理学、鱼类生理学、昆虫生理学和比较生理学等。本书主要介绍动物生理学, 并着重于畜禽生理学部分。

动物生理学 (animal physiology) 是专门研究健康动物正常生命活动规律的一门科学。动物的正常生命活动, 首先建立在自身结构与功能完整统一的基础上, 其具体表现为机体各部分的活动密切联系、相互协调, 使机体内部的功能保持相对恒定; 其次, 机体和环境之间也保持着密切的联系。周围环境的变化, 必然导致动物体各系统的机能发生与之相适应的变化, 这样, 动物才能正常生活和繁殖后代。如血液循环、呼吸、消化、排泄、生殖、肌肉运动和神经活动等生理现象产生的过程和**机制** (mechanism), 以及机体内外环境因素对这些生理机能产生的影响等。这就要求动物生理学的研究需要从整体的观点出发, 既要阐明各器官和系统的机能, 以及各部分活动之间的相互关系, 又要阐明当机体与环境相互作用时, 各器官和系统活动的变化规律。

只有存活的动物机体才表现出各种复杂的生理活动, 所以动物生理学研究的基本原则是以活体作为研究对象, 着重于研究动物完成各种生命活动的方式, 如动物是如何摄取、消化和吸收营养物质的? 又是如何排泄其代谢产物和进行气体交换的? 血液循环系统是如何执行运输和防御功能的? 机体是如何运动的? 如何适应改变的环境? 如何繁育子代? 动物生理学的任务就是要研究动物机体这些生理功能的发生机制、条件以及各种内外环境变化对这些功能的影响, 从而掌握动物机体各种生理变化的规律。动物生理学涉及的领域非常广泛, 涵盖了生命的整个过程。动物机体是一部复杂而精密的仪器, 其运行遵从物理和化学规律。尽管大部分生理过程在生物中是类似的 (如遗传信息的复制等), 但还有部分过程却是某一类生物所特有的。

为了更好地研究畜禽的生理机制, 首先要了解它们的组织结构。对畜禽生理过程的全面了解一定是建立在认识和掌握其解剖结构基础上的。为了达到准确控制实验条件的要求, 有关畜禽的动物生理学知识更多地来源于对其他动物 (如蛙、兔子、猫和狗) 的研究。当已清



楚地知道一个特定的生理学过程在多种动物之间有着共同的基础时，就可以合理地假设同样的规则也适用于其他种类的动物。通过这种方法获得的知识使我们可以更深入地了解动物的生理特征，为我们有效地饲养和治疗多种畜禽疾病奠定坚实的理论基础。

二、动物生理学的研究内容

（一）动物机体的组成

细胞是动物体的基本结构与功能单位，细胞结合在一起形成组织。典型的组织可分为上皮组织、结缔组织、神经组织和肌肉组织等4种基本类型，每一种组织都有其各自的结构特征。例如，结缔组织的结构特点是细胞数量相对较少，细胞间质发达，但细胞的种类多且含有大量的细胞外基质和各种纤维；与此相反，平滑肌组织则由多层平滑肌细胞通过特定的细胞连接构成；神经组织由神经细胞和神经胶质细胞构成。大部分组织包含多种不同的细胞类型且执行不同的功能。例如，血液含有红细胞、白细胞和血小板，红细胞在机体内运输氧，白细胞在抵抗感染方面发挥重要作用，血小板是血液凝固过程中的重要组分。

动物体是由执行不同生理功能的若干系统组成，而系统又是由功能相关联的器官构成。例如，心脏和各级血管构成心血管系统；肺、气管、支气管、胸壁和隔膜等构成呼吸系统；骨骼和骨骼肌构成骨骼肌系统；脑、脊髓、植物性神经（自主神经）、神经节和外周神经等构成神经系统等。

无论从系统发育还是从个体发育角度来看，动物体都是由一个单细胞，即受精卵（合子）经过一系列的变化发育而来。因此，细胞是动物体形态结构、生理功能和生长发育最基本的功能单位。动物体内的细胞约有200余种，每种细胞都分布于特定的部位，执行特殊的功能。尽管生命现象在不同种属生物体或同一生物体的不同组织、器官和系统的表现各异，但在细胞和分子水平上的许多功能却具有共同的特征。首先，各种细胞都由膜结构即质膜构成；其次，它们都能将大分子物质分解为小分子，可以不断地进行细胞间的物质转化，可以分解葡萄糖和脂肪为其活动供能；最后，在它们生命的某一时期，它们都拥有以DNA形式存储遗传信息的细胞核。

在进化过程中，细胞不断分化并执行不同的功能。例如，肌细胞具备收缩能力，神经细胞可以传导电信号，各种内分泌细胞可以分泌不同的激素，唾液腺的腺上皮细胞可以分泌唾液淀粉酶等。在胚胎发育过程中，这个分化过程得到重演，由一个受精卵又形成了不同类型的细胞。

（二）动物机体的主要器官和系统

1. 循环系统

循环系统（circulatory system）是一个封闭的管道系统，包括心血管系统（cardiovascular system）和淋巴系统（lymphatic system）。心血管系统由心脏、血管和相关组织以及存在于心腔和血管腔内的血液组成，是完成血液循环的主要系统。其中，血管部分包括动脉、毛细血管和静脉。血液（blood）是存在于心血管系统内的流体组分，血液在心脏的推动下沿血管在体内循环流动，行使运输物质和沟通各部分组织液的作用。心脏节律性的收缩和舒张活动是

血液循环的动力,心脏将心腔内的血液泵入动脉,动脉内的血液依靠心脏射血传递给血流的动能、血管内液体的静压力势能以及动静脉的压力差共同推动血液流动。淋巴管系统由淋巴管和淋巴器官组成,是循环系统的辅助系统,外周淋巴管收集部分组织液后沿淋巴管向心流动,最后汇入左右锁骨下静脉,故淋巴管可视为静脉的辅助管道。

2. 呼吸系统

呼吸 (respiration) 是机体与外界环境之间进行气体交换的过程。机体在新陈代谢过程中,需要不断地从外界环境中摄取氧气 (O_2),用以氧化营养物质获得能量,同时又必须将机体在代谢过程中产生的过多二氧化碳 (CO_2) 排出体外,从而维持内环境的相对稳定和保证新陈代谢的正常进行。因此,呼吸是维持机体新陈代谢和生命活动所必需的基本生理过程之一,呼吸一旦停止,生命活动即将结束。在高等动物,呼吸的全过程由外呼吸、气体在血液中的运输和内呼吸 3 个相互衔接并同时进行的环节组成。

3. 消化系统

高等动物的消化系统由消化道和消化腺组成,其主要生理功能是对食物进行消化和吸收,为机体的新陈代谢提供营养物质、能量、水和电解质等。此外,消化器官还具有重要的内分泌和免疫功能。

动物需要的营养物质有 6 类,即蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、无机盐和水。其中,前 3 类是天然的大分子物质,不能被机体直接利用,需要通过消化道的消化才能被吸收,后 3 类为小分子物质,不需要消化就可以被机体直接吸收和利用。

营养物质在动物消化道内被分解为可吸收的小分子物质的过程,称为**消化 (digestion)**。脊椎动物消化道对营养物质的消化有机械性消化、化学性消化和微生物消化三种形式,三种消化方式同时进行,相互配合,共同作用,为机体的新陈代谢源源不断地提供营养物质和能量。经消化后的营养成分透过消化道黏膜进入血液或淋巴液的过程,称为**吸收 (absorption)**。消化产物在肠壁被吸收后进入血液,经门静脉被转运至肝脏,肝脏再将营养物质转化为可被组织利用的形式,为机体的生长发育和修复供能。未被消化吸收的食物残渣,最后以粪便的形式排出体外。因此,消化和吸收是两个相辅相成、紧密联系的过程。

4. 泌尿系统

肾脏是机体的主要排泄器官,通过尿的生成和排出,参与和维持机体内环境的稳定。肾脏能排出机体代谢终产物以及进入机体的过剩物质和异物,调节水和电解质的平衡,维持体液渗透压、体液量以及酸碱平衡等。原尿的生成包括肾小球的滤过、肾小管与集合管的重吸收和分泌 3 个基本过程,原尿进入输尿管和膀胱后形成终尿。

肾脏又是一个内分泌器官,可合成和释放肾素,参与动脉血压的调节;合成和释放促红细胞生成素,调节骨髓红细胞的生成;肾脏中的 1, 25- 二羟胆钙化醇,参与调节钙的吸收和血钙水平;肾脏还能生成激肽和前列腺素,参与局部或全身血管活动的调节。

5. 肌肉系统

高等动物在生命活动过程中,利用多种不同形式的运动来维持正常的生命活动。如肢体的运动、泵血和肠蠕动等,它们都是由不同的肌细胞利用 ATP 中的能量来完成各种生命活动。肌细胞最本质的功能是将化学能转化成机械能,所以肌细胞是高度特化的细胞,由肌细



胞构成的肌肉组织可分为三大类,即骨骼肌、心肌和平滑肌。骨骼肌直接接受躯体运动神经的支配,骨骼肌的微小收缩都可以引起机体特定部位较大幅度的运动,平滑肌可以产生缓慢而轻微的运动,心肌可以使心脏搏动,后二者都不需要骨骼的协助,均受植物性神经(自主神经)直接支配。不同肌肉组织在功能和结构上各具特点,但从分子水平而言,各种收缩活动都与细胞内所含的收缩蛋白质(肌动蛋白与肌球蛋白)有关。

6. 神经系统

不同器官和系统的活动需要相互协调才能满足机体的需求。动物体各种机能的实现受神经-体液的调节。**神经系统**(nervous system)是动物体内最重要的调节系统,通常分为**中枢神经系统**(central nervous system)和**周围神经系统**(peripheral nervous system)两部分,前者是指脑和脊髓部分,后者则为脑和脊髓以外的神经部分。神经系统调节机体活动的基本方式是**反射**(reflex),**反射弧**(reflex arc)是实现反射活动的结构基础,神经元之间主要依靠突触传递信息。在神经系统的调节下,体内各系统和器官能对内外环境的变化做出迅速、准确、规律性且较完善的适应性反应,调整其功能状态,以满足当时生理活动的需要和维持整个机体的正常生命活动。由于高等动物具有发达的大脑皮质,因此,可以形成条件反射这种高级神经活动,从而极大地提高了动物适应外界环境变化的能力。

7. 内分泌系统

内分泌系统是除神经系统外机体又一重要的调控系统,它是通过机体内各种内分泌腺和内分泌细胞分泌的生物活性物质,即**激素**(hormone)来发挥生物学效应,全面调控与个体生存密切相关的基本功能。目前,已发现 200 多种激素及激素样物质。

内分泌系统组织结构庞大,分泌的激素种类繁多,作用广泛,涉及生命进程中的所有组织器官。它既能独立地完成信息传递,又能在功能上与神经系统紧密联系,相互配合,共同调节机体的多种功能活动,维持内环境的相对稳定,以适应机体内环境的变化。机体的内分泌系统主要调节机体的新陈代谢、生长发育、水及电解质平衡、生殖与行为等基本生命活动,同时还参与个体情绪与智力、学习与记忆、免疫与应激等反应过程。

8. 生殖系统

在高等动物中,生殖是通过两性动物生殖器官的活动实现的。生殖器官按功能可分为**主性器官**和**附性器官**。雄性的主性器官为**睾丸**,雌性的主性器官为**卵巢**。睾丸和卵巢是高等哺乳动物生殖系统所具有的高度特化的性腺器官,动物的性腺主要具有产生生殖细胞(精子和卵子)和性激素的功能。性激素主要包括睾丸产生的**睾酮**以及卵巢产生的**雌二醇**和**孕酮**。性激素调节生殖细胞的生成并调控第二性征的出现。妊娠是新个体的孕育和产生的过程,包括受精、着床、妊娠的维持、胎儿的生长,直至胎儿分娩等过程。

当前,动物生理学的理论教学多以系统为单位独立授课,尽管这种教学模式便于学生对相应各个系统知识点的理解与掌握,但容易忽略各系统间的相互联系。而动物体是一个统一的整体,某个系统和(或)重要脏器的变化,必然会影响到机体的其他系统。例如,在肾脏功能衰竭时,肾脏对内环境稳态的调节功能就会大大削弱,反过来会使其他系统的功能发生紊乱。因此,在学习动物生理学时,一定要建立整体观念,注意各系统功能间的相互影响。

第二节 生理学的发展和研究方法

一、生理学是一门实验性科学

回顾生理学发展的历史不难发现,生理学的发展依赖于其他学科的发展,同时也依赖于各种科学研究方法的进步和实验设备的不断改进。在生理学的各个发展阶段,每一种新的研究方法的应用,都推动和促进了生理学的新发现和理论的突破。最初的生理学知识来自于对一些生命现象的观察、描述、比较以及简单的逻辑推理,实际上这些对生命现象的直观描述还没有真正地上升为科学。当人们开始用实验的方法来研究生命现象和机体的各种功能时,生理学才真正成为一门科学。从研究方法和获得知识的过程来看,生理学是一门实验性科学,生理学发展过程中许多具有里程碑式的研究成果都与动物实验密切相关。也就是说,生理学的知识主要是通过动物实验获得的。

人类很早就知道使用动物进行试验。世界上最早有文字记载的动物实验可追溯到公元前四至公元前三世纪,亚里士多德(Aristotle, 公元前384—公元前322)通过解剖技术展示了动物的内在差别。埃拉西斯特拉塔(Erasistratus, 公元前304—公元前258)被认为是进行活体动物解剖的创始人,他通过对猪的解剖观察,确定了肺是呼吸器官。盖伦(Galen, 129—199)解剖了猪和猴等多种动物,通过观察动物活体损伤、毁坏或切除某一器官后产生的后果,来推断相应器官的功能。

Physiology一词是由法国医生琼·费内尔(Jean Fernel, 1497—1558)在16世纪提出的,当时是用来称呼研究人体结构与功能的医学部分。到17世纪,生理学仅是医学中的一章,而真正使生理学作为一门独立的学科是在英国医生哈维(William Harvey, 1578—1657)发现了血液循环之后。哈维利用犬、蛙、蛇、鱼和其他动物进行了一系列的实验,根据实验研究结果,他发现了血液循环,并阐明了心脏在此过程中起泵的作用。他于1628年出版了《心血运动论》一书,这是历史上首次以确凿证据予以论述的生理学著作,奠定了现代实验生理学的理论基础。在17世纪,显微镜的发明和化学、物理学的迅猛发展为生理学的发展创造了良好条件。

法国哲学家笛卡儿(R. Descartes, 1596—1650)根据异物碰到角膜即引起眨眼等现象,首次提出了反射的概念,即反射是动物对于外界一定刺激的反应。这为以后神经生理学的发展指明了研究方向。

意大利组织学家马尔比基(M. Malpighi, 1628—1694)于1661年发现了动脉与静脉之间的毛细血管,并应用显微镜发现了毛细血管的结构,使人类真正明确了血液循环的路线。

俄国学者罗蒙诺索夫(Михаил Васильевич Ломоносов, 1711—1765)首次提出物质与能量守恒及转化定律,以及后来法国化学家拉瓦锡(Lavoisier, 1743—1794)关于燃烧和呼吸原理的阐述,都为机体新陈代谢的研究打下了理论基础。

到了19世纪,随着其他自然科学的迅速发展,生理学家已获得大量有关器官生理学的知识,如德国学者T. Müller关于器官的研究, E. Du. Bois Reymond关于肌肉的研究, K. Ludwig

关于循环和排泄的研究,法国学者关于代谢和机体内环境的研究等。

1921年,奥地利药理学家洛伊(Otto Loewi, 1879—1961)发现了副交感神经的神经递质为乙酰胆碱(acetylcholine, ACh)。洛伊在做蛙心灌流实验时观察到,刺激迷走神经,蛙心活动受到抑制,若将此灌流液再灌流到另一个去除迷走神经支配的蛙心时,也能抑制该蛙心的活动,因而推测迷走神经兴奋时会释放某种化学物质,使蛙心活动受到抑制,这种物质被称为“迷走素”。1926年,他初步把迷走神经递质确定为乙酰胆碱。

19世纪末至20世纪初,在分析生理学理论与实验方面影响最大的是英国学者谢灵顿(C. S. Sherrington, 1857—1952)关于脊髓反射机制的研究。他1906年出版的《神经系统的整合动作》一书,为反射理论提供了丰富的客观实验证据,阐明了神经系统活动的一些基本规律。

19世纪以来,俄国生理学家巴甫洛夫(Иван Петрович Павлов, 1849—1936)一生中做了大量的动物实验,在心脏生理、消化生理和高级神经活动三个方面做出了重大的贡献。在心脏生理的研究过程中,他发现温血动物心脏有特殊的营养性神经,能使心跳增强或减弱;在研究消化腺的过程中,他在犬身上创造了许多外科手术术式,改进了实验方法,以慢性实验代替了急性实验,从而能够长期观察整体动物的正常生理过程;在消化生理的研究过程中,他提出了条件反射的概念;在20世纪初,他集中地研究了大脑皮质生理学,提出了高级神经活动学说,总结出一系列关于高级神经活动的基本理论。

与其他各门学科一样,生理学的发展依赖于其他学科,特别是物理学、化学和生物学等学科的发展,同时也依赖于各种科学研究方法的进步。由于科学技术的进步及化学、物理学、生物学和数学的发展,20世纪形成了许多新的学科分支,如20世纪20年代初形成了生物化学,50年代建立了生物物理学,60年代出现了生物数学。目前,生理学的发展趋势,一方面向分子生理学发展,另一方面逐渐打破学科界限,对机体的机能进行全面综合性的研究并形成许多边缘学科,如研究神经系统结构和功能的神经生物学。近代自然科学发展的趋势表明,神经生物学的研究内容非常丰富,研究进展很快。毋庸置疑,21世纪的自然科学重心将是生命科学,而神经生物学和分子生物学将是21世纪生命科学研究中的两个最重要的领域。神经生物学是一门在各个水平上研究人体神经系统的结构、功能、发生、发育、衰老和遗传等规律,以及疾病状态下神经系统的变化过程和机制的科学。它涉及神经解剖学、神经生理学、发育神经生物学、分子神经生物学、神经药理学、神经内科学、神经外科学和精神病学等领域。

二、生理学的研究方法

生理学的知识大致可以分为两大类:一类是关于各种具体的生理现象的描述和对它们发生机制的解释;另一类则是对机体生理活动中许多带有普遍性规律的认识。随着时间的推移,第一类知识将不断得到补充、更新和深化。第二类知识则是对机体生理功能的一些基本规律的认识,是生理学的核心和精华。因此,在学习动物生理学的过程中,各类知识的获得都必须来自对生命现象的客观观察和实验。

所谓观察,就是如实地把客观现象记录下来,加以概括和统计,并得出结论。如欲知某品种健康成年牛的呼吸频率,可以在一大群健康成年牛中进行观察,计数每头牛在安静状态

下每分钟的呼吸次数，然后对数千头牛的观察记录加以统计分析，得出平均值，即为该品种健康牛每分钟的呼吸频率。

所谓实验，就是人为地创造一定条件，使平时不能观察到的某种生理变化能够被发现，或某种生理变化的因果关系能够被认识。生理学所采用的实验方法主要包括慢性实验和急性实验两大类。

（一）慢性实验

慢性实验方法主要是在无菌条件下对健康动物进行手术，暴露要研究的器官或摘除和破坏某一器官，然后在尽可能接近正常的生活条件下，观察所暴露器官的某些功能，以及摘除或破坏某器官后所产生的功能紊乱等。由于这种动物可以在较长时间内用于实验，故此方法被称为**慢性实验**（chronic experiment）。

在进行慢性实验前，一般需对动物做某些预处理，待动物康复后再进行观察。例如，1894年巴甫洛夫在狗胃上隔离出一部分胃以制成带有神经支配的小胃，用它来研究神经系统对胃液的调节。这种小胃被称为巴甫洛夫小胃，简称巴氏小胃。该实验后来成为生理学史上一个经典的手术模式。又如，研究唾液的分泌调节时，可预先将唾液腺导管开口移至颊部体表，实验时就能方便地从体表收集到唾液腺分泌的纯净唾液。再如，研究某个内分泌腺的功能时，常先摘除动物的某个内分泌腺，以便观察这种内分泌激素缺乏时以及人为替代后动物生理功能的改变，借此了解这种内分泌激素的生理作用。

慢性实验方法由于以完整动物为实验对象，保存了各器官的自然联系和相互作用，可以在动物清醒条件下长期观察某一活动，使所获得的结果更接近正常生理状态。因此，慢性实验适用于观察某一器官或组织在正常情况下的功能状态，以及在整体中的作用地位和与整体的关系，但不适用于分析某一器官或组织细胞生理功能的详细机制。慢性实验的缺点是整体条件复杂，实验的干扰因素较多，实验条件较难控制以及结果不易分析等。

（二）急性实验

急性实验（acute experiment）可分为在体实验与离体实验两种方法。

1. 在体实验

在体实验（*in vivo*）一般是指在麻醉状态下，对动物施行手术，暴露所要观察或实验的器官，也称活体解剖实验。此方法的优点是实验条件简单，易于控制，有利于观察器官间的相互关系和分析某一器官活动的过程和特点。例如，通过在家兔或大鼠的动脉中插入导管来直接测定动物的血压；刺激中枢神经系统的不同部位，以观察中枢神经系统与血压变化的关系等，但在体实验还是与动物正常情况下的功能活动存在一定差别。

2. 离体实验

离体实验（*in vitro*）是指从活着的或刚处死的动物身上取出所需要的器官、组织、细胞或细胞中的某些成分，置于一个能保持其正常功能活动的人工环境中，观察某些人为的干预因素对其功能活动的影响。例如，对离体蛙心或动物血管进行灌流，可用于研究某些生物活性物质或药物对心肌或血管平滑肌收缩力的影响；应用膜片钳技术可研究细胞膜上单个离子通道的电



流特性;观察离体肌肉的收缩或离体心脏的活动特性;观察家兔离体小肠运动情况等。

急性实验由于器官、组织或细胞已经从动物体内分离出来,排除了无关因素的影响,因此,便于观察离体器官、组织或细胞的基本生理特性,实验条件易于控制,结果也易于分析。离体实验一般都深入到细胞和分子水平,有助于揭示生命现象中最为本质的基本规律。但需要注意的是,急性实验的结果可能与生理条件下完整机体的功能活动有所不同,因为此时被研究的对象,如器官、组织、细胞或细胞中的某些成分已经脱离整体,它们所处的环境已发生很大的改变,实验结果与在整体中的真实情况相比,可能会有很大的差异,因此,通过这种方法所得的实验结果不一定完全代表它们在整体条件下的活动情况。

总之,所有这些实验方法各有其优缺点。在进行生理学研究时,应根据其研究的任务和课题的性质,选择最适当的方法。无论采取哪种实验方法,在解释研究结果时,都必须持实事求是的态度,既不能把局限于某种特定条件下所获得的资料引申为普遍性规律,更不能把一种动物实验的结果,不加区别的移用于所有的动物。只有这样才能正确、客观地反映事物的本质。当然,生理学的研究方法是多种多样的,并不局限于上述几种。作为一门实验性科学,生理学的发展总是与生产、医学实践及其他自然科学的发展密切相关,并相互促进。随着科技的发展,以及新技术不断被运用于生理学实验,生理学的研究必将日益深入,生理学理论和实验技术也必将不断地得到新的发展。

三、动物生理学研究的不同水平

动物生理学通常用物理和化学的方法和技术对生命现象、细胞和器官的功能活动进行观察,从而对各种生理活动的机制进行分析和推理,再通过数学和统计学的方法对生理活动进行定性和定量的研究。近二三十年来,由于基础科学和新技术的迅速发展,以及相关学科间的交叉渗透,使生理学的研究得到迅速发展。例如,许多新的物理、化学方法和精密仪器的出现,微量化学分析、免疫学、组织培养、电子显微镜、放射性同位素、PCR、电生理和电子计算机技术的应用,使现代生理学的研究水平不断提高,使生理学从对器官和系统机能活动的描述,深入到细胞分子水平的研究。细胞是构成动物体(包括人体)的基本单位。每个细胞又有许多**细胞器**(organelle),细胞器又由许多特殊的分子组成。不同的细胞构成**组织**(tissue)和**器官**(organ),行使某一类生理功能的不同器官相互联系,构成**系统**(system)。整个动物体是由各个系统构成的一个互相联系的复杂生物体。因此,生理学的研究是在细胞和分子、器官和系统以及整体三个水平上进行的。细胞和分子水平的研究,可用于分析某种细胞、构成细胞的分子或基因的生理特性、功能及其调节机制;器官和系统水平的研究,可用于了解一个器官或系统的功能及其在机体中所起的作用和内在机制以及各种因素对其活动的影响;而整体和环境水平的研究是以完整的机体为研究对象,观察和分析各种生理条件下不同器官和系统之间互相联系、互相协调的规律。值得指出的是,这三个水平的研究之间不是相互孤立的,而是互相联系、互相补充的。要阐明某一生理功能的机制,一般需要对细胞和分子、器官和系统以及整体和环境三个水平的研究结果进行分析和综合,才能得出比较全面的结论。事实上,不同的研究人员需要对复杂的生命现象分别进行不同层次的研究,即从不同的角度,用不同的方法或技术,在不同的水平上对机体的功能进行观察,进而得到各种具体的知识,并提出各种相应的理论。

（一）器官和系统水平的研究

生理学中大量的基本知识是通过器官水平上的研究获得的，因为整体的生命活动是以各器官的生理活动相互协调为基础，要认识整体生命活动规律，首先要在器官和系统的水平上进行，即观察和研究各个器官和系统的功能，它们在机体生命过程中所起的作用，它们功能活动的内在机制，各种因素对它们活动的影响，以及在整体生命活动中的作用。这类研究都是以器官为对象，因此，这个研究范畴属于器官和系统水平的研究。

（二）细胞和分子水平的研究

对机体功能的认识必须深入到细胞和分子水平，因为各个器官的功能都是由构成该器官的不同生理特性的细胞来完成的，而细胞的不同生理特性又取决于组成这些细胞的物质的物理、化学和生物化学的变化过程。细胞和分子水平的研究主要包括细胞内亚显微结构的机能，以及各种生物分子的理化变化。例如，肌肉的收缩功能和腺体的分泌功能分别由肌细胞和腺细胞的生理特性所决定。细胞水平的研究方法是将细胞从机体上分离出来，置于适宜的体外环境中观察其功能活动的特点。需要注意的是，在分析这类实验结果时，不能简单地将离体实验中观察到的结果直接用来推论或解释这些细胞在完整机体中的功能和活动，因为在完整机体内细胞所处的环境远比在离体实验条件下复杂得多。另外，各种细胞的生理特性还取决于它们所表达的各种基因，而在不同的环境条件下，基因的表达又可能发生改变，因此，生理学的研究必须要深入到分子水平。

（三）整体和环境水平的研究

环境对机体功能的认识必须提高到整体水平，也就是从整体与环境之间，以及从体内各器官和系统生理活动之间的相互关系去研究整体对环境变化的反应与适应。在整体中，各个器官和系统之间发生相互联系和相互影响，各器官和系统的功能互相协调，从而使机体能够在不断变化的环境中维持正常的生命活动，机体各系统生理活动通过复杂的调节系统进行相互配合以适应不断变化的外界环境。因此，生理学必须以完整的机体为研究对象，进行整体水平上的研究，观察和分析各种环境条件和生理情况下不同器官和系统之间的相互联系、相互协调，以及完整机体对环境变化时发生的各种反应规律。

（四）当前应更重视整合生理学的发展

当动物进行运动时，其通过神经和体液调节来协调肌肉以完成各种运动，此时肌肉的代谢活动明显加强。同时，各种器官和系统的功能发生相应的改变，如中枢神经系统兴奋性增加、心率上升、血压升高、呼吸加强、血糖升高以及体内激素发生相应的变化等。同时，其他内脏器官的活动也发生相应的改变，使机体各部分之间的活动相互配合、相互协调，从而保证肌肉活动的顺利进行。那么，发生上述变化时，机体内各器官和系统是如何协调的？这就需要从器官和系统水平去研究。如果进一步分析和解释肌肉收缩的机制，还必须研究肌肉细胞的结构特点，以及在某些离子浓度改变及酶的作用下，肌细胞内若干种特殊蛋白质分子



的构型和排列方式如何变化等内容，这些就涉及分子和细胞水平的研究。当机体所处的环境条件发生改变时，如高温、严寒或低氧等，体内各个器官和系统的功能都会发生相应的改变，使机体能及时适应环境条件的变化，这些又涉及整体和环境水平的研究内容。因为整个机体是由各个器官和系统互相联系、互相作用构成的一个复杂的生物体，所以，整体和环境水平的研究要比细胞水平以及器官和系统水平的研究复杂得多。在实际工作中，仅仅有细胞和器官水平的研究，不可能对整体中各器官和系统之间的相互联系和协调获得完整的认识，因此，动物生理学者十分重视知识间的**整合（integration）**，即把不同水平的研究结果相互关联和结合起来，进行充分融合，以得到对生命现象和各种功能活动更加全面、整体的认识。目前，人们将属于不同学科和不同研究水平上的知识和技术联系起来，从而对机体的各种功能得到完整和整体的认识，把承担这一任务和实施相应研究工作的学术领域称为**整合生理学（integrative physiology）**。在今后的一个时期内，生理学研究不仅应该继续向细胞和分子水平的纵深方向发展，而且更应该注意加强整合生理学的研究。

第三节 生命的基本特征

生命与非生命之间存在着本质的区别。但从生物基本化学结构的角度观察，不同生物之间又有很大的同一性。无论从生物的基本结构还是生命的基本功能来看，生命都表现出严密的组织性和高度的秩序性；从进化论观点出发，生物又表现明确的、不断演变和进化的趋势。从机体生理学的角度出发，各种生命都有一些基本的特征，如新陈代谢、兴奋性、生殖、适应性等。

一、新陈代谢

生物系统是一个开放的系统，机体不断进行自我更新，破坏和清除已经衰老的结构。将生物体和周围环境之间不断进行的物质和能量交换，以及机体内部物质和能量的转移过程称为**新陈代谢（metabolism）**。新陈代谢包括两个基本方面：一方面是机体从环境中摄取营养物质，合成自身物质的过程称为**合成代谢（anabolism）**；另一方面是机体分解其自身成分并将分解产物排出体外的过程称为**分解代谢（catabolism）**。物质合成过程需要摄取和利用能量，而物质分解过程又需要将蕴藏在物质化学键内的能量释放出来，用以维持体温和机体各种生理活动的需要。因此，新陈代谢又可从运动形式上分为物质代谢与能量代谢两个方面，物质代谢和能量代谢是新陈代谢中两个密不可分的生物过程，物质的变化必定伴有能量的转移。新陈代谢是生命的最基本特征，新陈代谢一旦停止，生命也就停止。其他形式的各种生命特征都是建立在新陈代谢的基础之上。

二、兴奋性

兴奋性（excitability）是指一切活组织或细胞，当其周围环境条件迅速改变时，具有产生动作电位并发生反应的能力或特性。将能够引起机体发生一定反应的内、外环境条件的迅速变