

全美经典学习指导系列

人体解剖与生理学

(第二版)

[美]K. M. 范德赫拉夫 R. 沃德里斯 著

高秀来 张茂先 等译

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书包括人体解剖与生理学的基本知识,提供大量实践性信息,帮助学生实际操作或解决具体问题。通过列举实例,强调了解剖学与生理学的结合,有针对性地展示了人体的结构及功能。

本书编排设计符合认知科学规律,益于提高学习能力和学习效率。各章先确定主题,再引出解释和说明,随后以启发式问答展开探讨。还附有临床、发育和人体动态平衡过程的相关知识点。各章末的复习题和答案有助于学生的应试。本书采用大量透视图和流程图直观地表达解剖结构和生理过程。章末附关键的临床术语。

本书适用于高等院校医学科学和生命科学相关专业师生及健康卫生相关职业人员。

Kent M. Van De Graaff, R. Ward Rhees.

Schaum's Outline of Theory and Problems of

HUMAN ANATOMY AND PHYSIOLOGY, Second Edition

ISBN: 0-07-066887-6

Copyright © 1997 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by The McGraw-Hill Companies, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由科学出版社和美国麦格劳-希尔教育出版集团合作出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图字:01-2002-0540 号

图书在版编目(CIP)数据

人体解剖与生理学/(美)范德赫拉夫(Van de Graaff, K. M.)等著;高秀来等译.—北京:科学出版社,2002.8

(全美经典学习指导系列)

ISBN 7-03-010144-8

I.人…II.①范…②高… III.①人体解剖学②人体生理学 IV.①R322 ②R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 008928 号

责任编辑:盖宇 李军德 单冉东

责任印制:安春生/封面设计:陈敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年8月第一版 开本:A4(890×1240)

2004年7月第二次印刷 印张:23

印数:3 001—4 500 字数:753 000

定价:40.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

作者简介

KENT M. VAN DE GRAAFF 目前是犹他州 Ogden 市韦伯州立大学动物学教授。1965 年获得韦伯州立学院动物学理学学士学位;1969 年获得犹他大学理学硕士学位;1973 年获得北方亚利桑那大学博士学位。1974 年修完神经肌学方面的博士后,并在明尼苏达州和 Brigham Young University 担任“人体解剖学”教学工作。Van De Graaff 主编或参编了众多医学系列教材的,包括《人体解剖学》、《解剖和生理学概论》和《人体解剖生理学大纲》等。

R. WARD RHEES 是 Brigham Young University 的动物学教授。1967 年获得犹他州大学药理学学士学位。1971 年获得科罗拉多州立大学生理学博士学位。曾于韦伯州立大学任教,是 UCLA 医学院解剖系和脑研究所的访问学者。他关于人脑的性别差异的研究曾多次被权威性学术期刊发表,并多次出席国内和国际学术会议。

(周 馨 高秀来 译)

参译人员

主译 高秀来 张茂先

参译人员(以姓氏笔画为序)

万华瑛 王 伟 方学平 刘丽敏 刘 霞
朱 莹 孙丽娜 李 莉 邵雪梅 杨 琳
周 馨 赵 珏 常丽荣 谢 燕

秘书 周 馨

前 言

掌握人体解剖学和生理学这两门科学,对即将从事医疗事业(如药学、护理学、牙科学、医药技术、物理治疗以及体育训练等)的学生来说至关重要。Schaum's 第二版《人体解剖生理学》的宗旨是向广大学生提供大量实践性信息,使他们在实际操作或遇到具体问题时能够得心应手,游刃有余。此外,该书通过列举大量实例强调了另一原则——解剖学和生理学的结合、形态与功能的结合。我们将二者完美统一起来,有针对性地展示人体的结构及功能。该书这种强有力的结合和特有的临床针对性,对致力于从事健康相关职业学生的学习将大有裨益。此外,针对国际 MCAT, DAT 以及其他相关的国际医学资格考试认证的各类题型,本书进行了系统归纳和整理,针对性强。

本书的主题顺序及内容安排与现行人体解剖学和人体生理学教材相一致,若做为课本补充材料或笔记,本书将有效地提高学生的学习效率和学习成绩。

本书组稿缜密,专为提高实际学习能力而设计。每章节都由三大部分组成,采用“目的一概况—问题”模式。其中,目的部分确定主题,提供讨论对象以及期望学生达到的掌握程度。



目的后面的概况部分带有放大镜的小图标

标示,后面为段落主体,对主题的本质进行

详细的解释和说明。问题及答案部分用于检查对主题的理解程度,并为达到预期目的提供额外补充。

除正文部分,我们可以看到一些用小图标标示出的、强调性的小段落。这些很有趣的内容将涉及后面要讨论的部分。通常采用了以下三种图标:

医生的拐杖:表示临床相关知识。



胚胎:表示医学进展和现实重要性。



天平:表示人体维持动态的稳态平衡的过程。



本书提供的不仅限于文字性说明。解剖学和生理学都属于视觉型学科,本书的插图艺术性加上更逼真的设计,并以最佳位置附于文字性内容旁边,一目了然,是最大的优势。大量透视图的采用使学习变得更轻松,而流程图则将一些复杂的生理过程用极其简单明了的形式表达出来。

本书的创新点是囊括了一些有关生长稳态及与目的相关的临床概念。这些与人体器官发育相关的知识,将更有助于广大学生理解人体各系统之间的相互作用机制。新图、新的标题以及表格又对文字性内容进行了有效的补充。标题加黑以示强调。每章的末尾是附有完整答案及解释的复习题,便于学生考察自己对知识的掌握程度。每章末尾处有关键的临床术语的定义。

很多人参与了本书的编写工作,在这里向他们一一致谢。Christopher H. Creek 和 Scott Schwendiman 负责透视图的设计,Rendell Ashton 和 Joseph Ashton 负责编写问题部分,同时对负责本书录入校稿的 Ann Mirels 表示诚挚的谢意。Michael W. Hancock 和 Jhon L. Crawley 负责版面设计。最后,感谢麦格劳-希尔的编写秘书 Maureen Walker 对本书最终定稿所作的贡献。

(周 馨 高秀来 译)

目 录

前言	
第 1 章	人体概述····· (1)
第 2 章	细胞化学····· (18)
第 3 章	细胞结构和功能····· (32)
第 4 章	组织····· (45)
第 5 章	皮肤系统····· (58)
第 6 章	骨骼系统····· (72)
第 7 章	肌肉组织及其收缩模式····· (100)
第 8 章	肌肉系统····· (112)
第 9 章	神经组织····· (133)
第 10 章	中枢神经系统····· (145)
第 11 章	周围神经系统与自主神经系统····· (162)
第 12 章	感觉器官····· (177)
第 13 章	内分泌系统····· (193)
第 14 章	心血管系统——血液····· (211)
第 15 章	心血管系统——心脏····· (222)
第 16 章	心血管系统——血管与血液循环····· (238)
第 17 章	淋巴系统与人体免疫····· (251)
第 18 章	呼吸系统····· (265)
第 19 章	消化系统····· (281)
第 20 章	代谢、营养物质与体温调节····· (301)
第 21 章	泌尿系统····· (314)
第 22 章	水与电解质平衡····· (329)
第 23 章	生殖系统····· (336)

第 1 章

人体概述

目的 A 解剖学和生理学的定义及二者的关系。



解剖学和生理学是生物学的分支，生物学主要研究活的生命体，包括植物和动物。人体解剖学是研究人体结构和结构之间的相互关系。人体生理学则是研究有关人体各部分的功能。一般来讲，结构决定功能。

1.1 人体解剖学的分科。

包括：大体解剖学，研究肉眼观察到的结构；显微解剖学，研究显微镜辅助下观察到的结构（细胞学是研究细胞和细胞器，而组织学是研究构成器官的组织）；发育解剖学，是从受精到出生的结构变化；病理解剖学（病理学），则是研究由疾病引起的结构改变。

1.2 人体生理学的分科。

包括：细胞生理学，研究细胞各部分之间的相互作用以及通常情况下细胞器和细胞的特殊功能；发育生理学，研究生物体发育过程中发生的功能变化；病理生理学，则是研究器官老化或疾病引起的功能变化。

目的 B 参照物种分类图描述人类并列举生命的生理需求。



智人，我们人类赋予自己的名称，是与许多动物有着共同特征的生命体。因为人类具有独特的特征，所以在以结构特征同源为基础进行分类的物种图中，人类是单独的一个分支。

1.3 解释为什么把人类归于动物一类？

像其他动物一样，人也要呼吸、摄入和消化食物、排泄废物、繁殖子代。作为有机体，人死后，肉体可被其他动物（主要是微生物）分解、消耗。人体产生、储存和利用能量的过程与所有生命体相同。整个自然界都拥有着与人类共同的遗传密码。在许多物种中观察到的基本发育模式在人类胚胎中同样存在。

1.4 生物体生存的基本生理需求是什么？

水，为各种代谢过程所必需；食物，为新生命的产生提供能量、原料，为生命反应提供化学原料；氧，从食物中释放能量；热，促进化学反应；气压，呼吸发生的条件。

1.5 人类分类（分类学角度）。

表 1.1 人类的分类

分类单元	类 群	特 征
界	动物界	细胞具有清晰可见的细胞核，缺少细胞壁、质体和光合色素
门	脊索门	脊索；背部中空神经索；咽囊
亚门	脊椎动物亚门	软骨或骨质的内骨骼；脊柱
纲	哺乳动物纲	毛发；乳腺；三块听小骨；附着的胎盘；肌肉的隔膜
目	灵长目	有指的手；适于抓握；较大的大脑
科	人科	发达的、高度进化的大脑；扁平的面部；两足站立和行走；高度进化的发音结构；拇指可以对掌
属	人属	
种	人种	

目的 C 人体结构层面。



化学层面和细胞层面分别从基本结构和功能上反映人体。人体结构的每一层面均表明了与上一层面的关系（图 1.1）。虽然成人人体细胞数以亿万计，但细胞的类型却只有几百种。

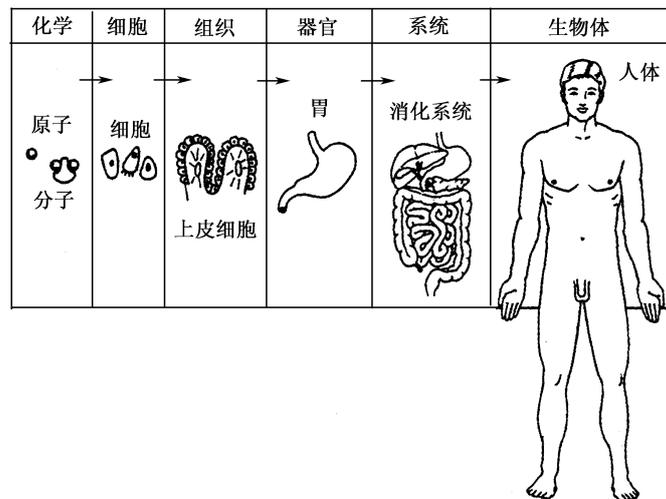


图 1.1 人体结构层面。化学、细胞、组织层面是微观的，而器官、系统和生物体水平是宏观的。

1.6 相同的细胞是如何结合在一起的？

相同的细胞均一排列，通过分泌的非生命基质连接成组织。不同组织的基质成分各异，可以是液体、半固体或固体等多种形态。例如，血液组织具有液体基质，而骨细胞则是固体基质。然而，不是所有相同的细胞都有连接基质，如分泌细胞是分散在另一种组织细胞中的单个的个体。

1.7 组织的定义及重要性。

组织（tissue）是由发挥特定功能的，以支持基质结合起来的相同细胞的集合。组织学

是研究有关组织的显微科学。病理学是研究有关病变组织的医学科学。有关组织的描述见第4章。

1.8 列举组织的4种主要类型并描述各自的功能。

上皮组织 (epithelial tissue) [亦即上皮 (epithelium)] 覆盖身体和器官表面, 内衬体腔和器官内腔 (身体管道的空腔部分), 并构成各种腺体。上皮组织负责保护、吸收、排泄和分泌。

结缔组织 (connective tissue) 连结、支撑和保护身体各部分。

肌肉组织 (muscle tissue) 通过收缩完成身体各部分的运动。

神经组织 (nervous tissue) 始发并传导神经冲动, 协调身体活动。

1.9 举例定义器官并描述器官的功能。

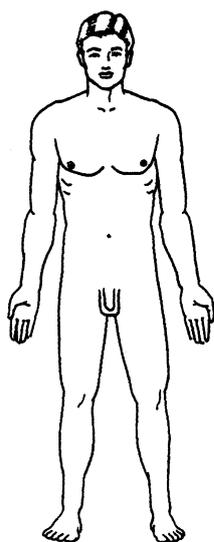
骨, 如股骨, 就是一个**器官** (organ), 即由几种类型的组织构成的, 发挥特定功能的集合体。股骨的成分包括骨组织、神经组织、血管 (血液) 组织和软骨组织 (关节上)。股骨作为骨骼系统的一部分, 辅助支撑身体; 作为肌肉系统的一部分, 为肌肉提供附着点; 作为循环系统的一部分, 红骨髓可以造血。



生命器官是发挥关键性功能的器官。例如, 心脏泵血, 肝脏储存糖原并分解衰老的血细胞, 肾脏过滤血液, 肺交换呼吸的气体, 而脑有控制和协调身体的功能。生殖器官不是生命必须器官, 但也不是附属器官。当一个或多个生命器官功能衰竭时, 人就会死亡。

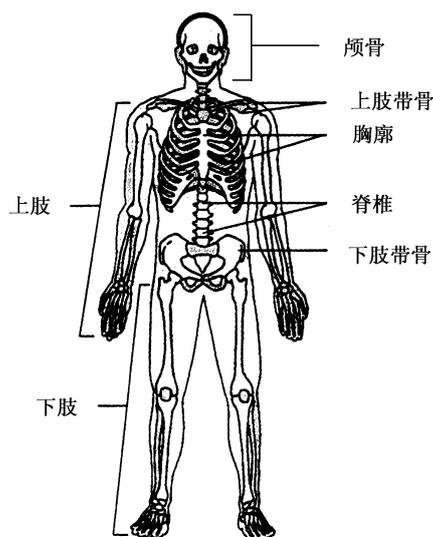
1.10 定义人体的系统。

系统 (system) 是两个或两个以上的器官及相关结构作为一个功能整体, 行使一种或一系列的相同功能的组合。如循环系统推动血液流动。有些器官不止参与人体一个系统。胰腺既参与消化系统, 产生和分泌消化酶 (胰液); 又参与内分泌系统产生激素 (化学信使、胰岛素和胰高血糖素)。每个人体系统的基本结构和功能见图 1.2 至图 1.11。



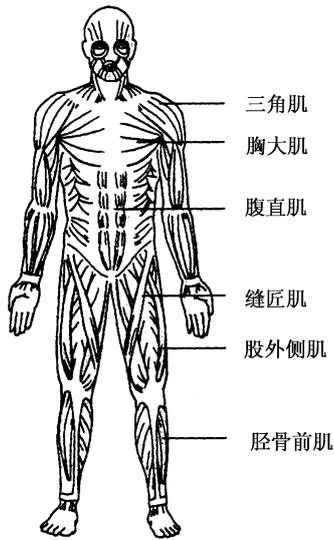
组成 皮肤及其附属结构(毛发、指趾甲和脂汗腺)
功能 保护身体、调节体温、排除废物并感受特殊刺激(触觉、温度和痛觉)

图 1.2 皮肤系统。



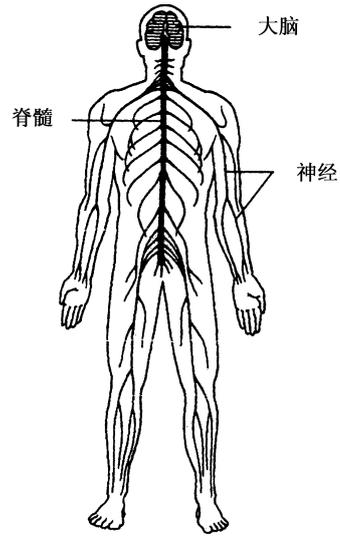
组成 骨、软骨和韧带 (在关节处连接骨)
功能 支持、保护、运动和力量, 造血、贮存矿物质

图 1.3 骨骼系统。



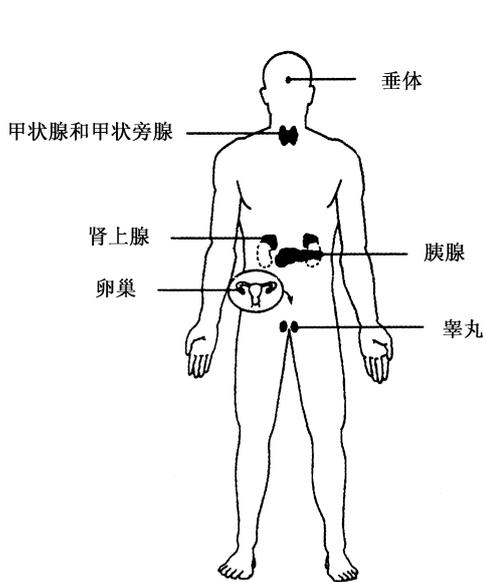
组成 骨骼肌和附着的腱
 功能 影响身体运动，保持姿势，产生身体热量

图 1.4 肌肉系统。



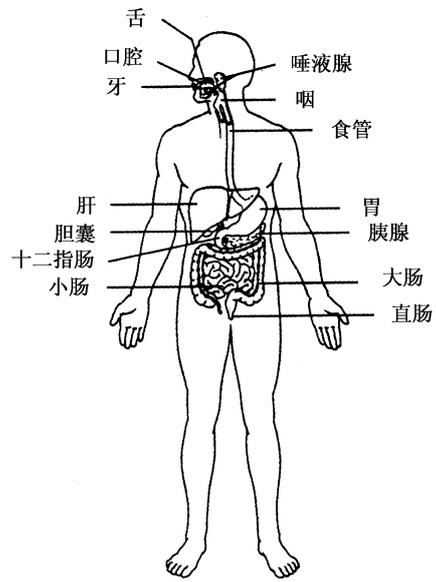
组成 脑、脊髓、神经和感觉器官（眼、耳）
 功能 感觉并对内外环境的变化作出反应，推理和记忆，协调身体活动

图 1.5 神经系统。



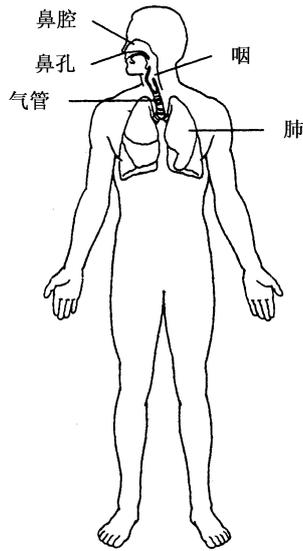
组成 产生激素的腺体
 功能 通过对分泌进入血液循环激素的控制和整合人体功能

图 1.6 内分泌系统。



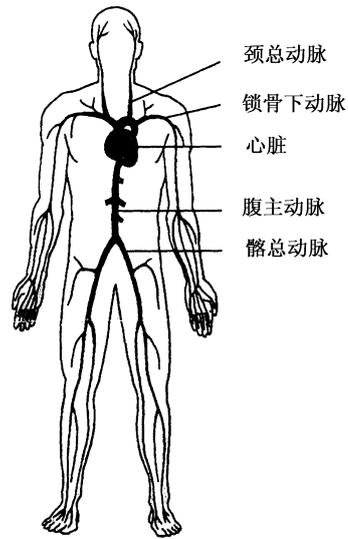
组成 消化吸收食物的人体器官
 功能 机械和化学方式分解食物供细胞利用并排出未消化的残渣

图 1.7 消化系统。



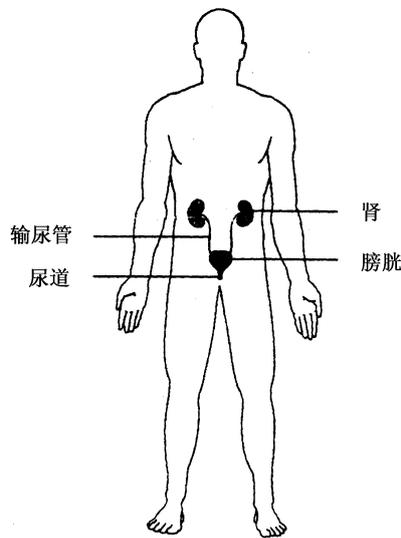
组成 与进出肺部血液的气体 (O_2 和 CO_2) 运送有关的器官
功能 给血液提供氧并排出二氧化碳; 帮助调节酸-碱平衡

图 1.8 呼吸系统。



组成 心脏和运送血液或血液成分的血管
功能 运送呼吸的气体、营养、废物和激素; 保护免于疾病和液体流失; 帮助调节体温和酸碱平衡

图 1.9 循环系统。

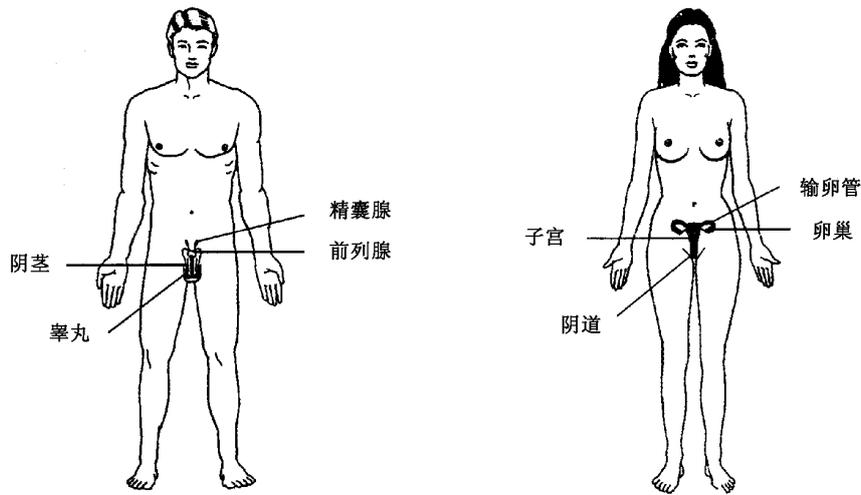


组成 消除血液中的废物及从人体排出尿的器官
功能 从血液中消除各种废物; 调节化学成分、容积和血液的电解质平衡; 帮助保持人体的酸碱平衡

图 1.10 泌尿系统。



除生殖系统外, 构成人体系统的所有器官均在出生前胚胎发育期的六周内形成 (从第三周开始至第八周结束)。生命器官和系统不仅在这个时期形成, 而且许多已开始发挥功能。例如: 受精后 25 天, 心脏通过循环系统泵血。生殖系统的器官在受精后 10 至 12 周形成, 但直到青春期 12 或 13 岁才成熟并发挥功能。



组成 产生、贮存并运送生殖细胞（配子、或精子和卵）的人体器官
 功能 繁殖后代，产生性激素

图 1.11 男性和女性生殖系统。

目的 D 人体系统及其大体功能。

1.11 哪一种人体系统发挥支撑和运动功能？

肌肉和骨骼常被看作是肌肉骨骼系统，因为它们在人体的支撑和运动方面联合发挥作用。这两个系统包括关节（滑液）在运动学（人体运动的机理）中进行了深入细致的研究。皮肤系统也提供一些支撑，它的弹性为运动提供了空间。

1.12 哪一种人体系统发挥整合和协调功能？

内分泌系统和神经系统保持人体功能的协调一致，前者通过激素（化学物质）进入血液循环发挥作用，后者通过传导神经元（神经细胞）的神经冲动（电学信号）发挥作用。

1.13 哪一种人体系统涉及处理和运输人体物质？

营养、氧和各种废物是通过消化、呼吸、循环、淋巴和泌尿系统处理并运输的。淋巴系统常被认为是循环系统的一部分，是由淋巴管、淋巴液、淋巴结、脾和胸腺构成。淋巴系统从组织运送淋巴到血液中，保护人体免于感染，还可以帮助脂肪吸收。



循环系统的疾病或功能问题在临床上是非常重要的，因为血液流动分配到各生命器官。动脉硬化，是一种常见的退行性血管疾病，导致动脉血管失去弹性、壁变厚。动脉粥样硬化是动脉硬化的一种，在血管的内壁形成了粥样斑块物质。血栓是血管内的血凝块。动脉瘤是动脉的膨胀或膨出，而缩窄则是血管的一部分狭窄。

目的 E 解释稳态的含义。



稳态 (homeostasis) 是指机体内环境维持近似平衡的过程，以保证细胞发挥高效的代谢功能。自身平衡通过一些效应器（通常是肌肉或腺体）保持，通过内环境的感觉信息来调节。

1.14 稳态的主要调节方式。

本质上，身体的所有控制系统都是通过负反馈调节。如果内环境的某个因素偏离了预设的点，监测这个因素的系统就会启动纠错（因此是负反馈）使其回到正常状态。图 1.12 列举一个实例。

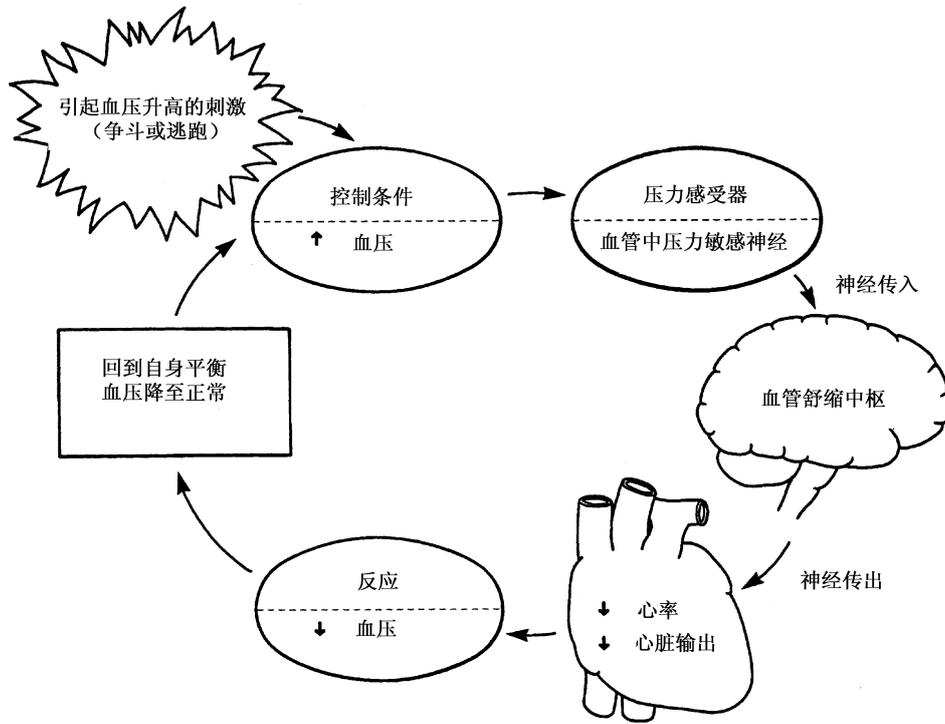


图 1.12 血压的稳态。反馈机制维持动态平衡的形式：输入（刺激）、监测中心、输出（反应）。

1.15 稳态与病理生理学之间的关系。

在感觉上，这两者之间是对立的，健康反应了稳态；而功能异常，即病理生理学，标志着稳态的偏离。病理生理学是诊断和治疗疾病的基础，以恢复正常的形态。

目的 F 解剖学姿势。



描述身体各部分之间关系的方位术语都是参照标准解剖学姿势而言的（图 1.13）。解剖学姿势是身体直立，两足并立，足尖向前，两眼平视前方，上下肢垂直于躯干两侧，手掌向前，手指向下的状态。

1.16 手掌的方向为何不是自然状态？

在胚胎发育早期，手掌是旋后的（面向前或上方）。后来，上臂绕轴旋转使手掌处于旋前位置（面向下或后方）。因此，解剖学姿势根据的是早期发育而定位的。

目的 G 定位和描述结构的参考平面。

人体的三个平面（假想的平面）常用于描述结构排列。这三个平面分别是正中矢状面、

冠状面、横切面。

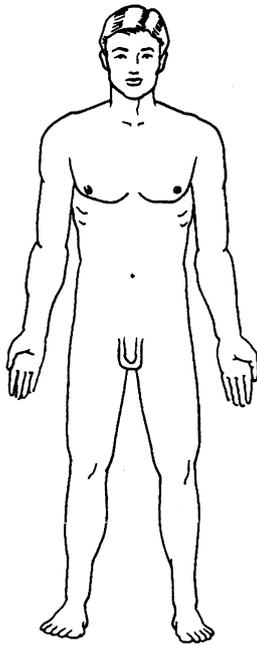


图 1.13 解剖学姿势。

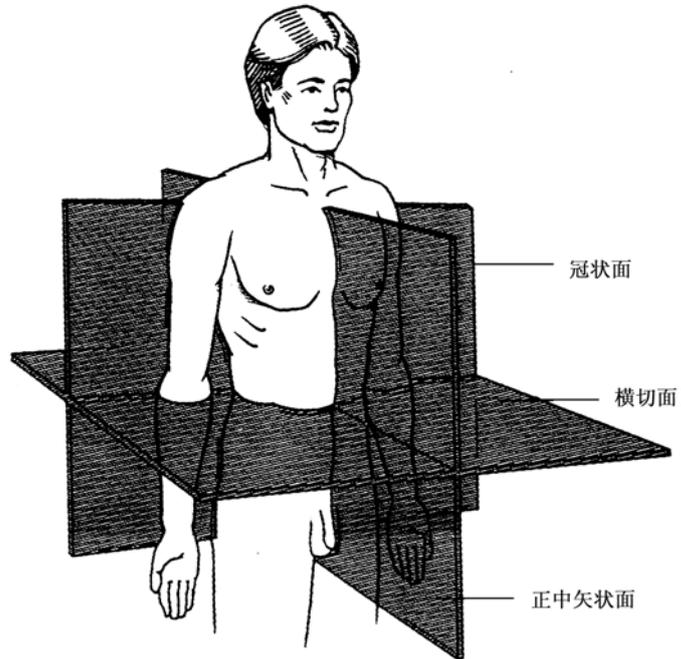


图 1.14 人体的参考平面。

1.17 区别人体主要平面。

正中矢状面 (midsagittal plane) 是人体的对称面，将人体分为左右两部分。旁矢状面 [sagittal (parasagittal) plane] 是与正中矢状面平行，将人体分为左右不等的两部分。冠(额)状面 [coronal (frontal) plane] 将人体分为前后部分。横切(水平或横断)面 [transverse (horizontal or cross-sectional) plane] 将人体分为上下两部 (见图 1.14)。

1.18 参照人体平面，讨论 CT 和 MRI 优于传统 X 射线的原因。

传统的 X 射线光片其临床价值有限，因为它是在一个垂直面上成像，不同结构的图像经常重叠。计算机断层成像 (CT 扫描) 和核磁共振成像 (MRIs) 的一个重要的优点是它们能沿横切面或矢状面成像。这些图像与人体实际切面所反映的相同。

目的 H 确定并定位主要的身体区域。



主要的身体区域有：头、颈、躯干、上肢（两个）和下肢（两个）。躯干又常分为胸部和腹部。

1.19 说明含有臂、肘窝、腋窝和腋的局部。

在主要人体区域中，特殊结构或临床重要区域的解剖学名称见图 1.15。了解这些术语以便为以后深层结构的学习打下基础。

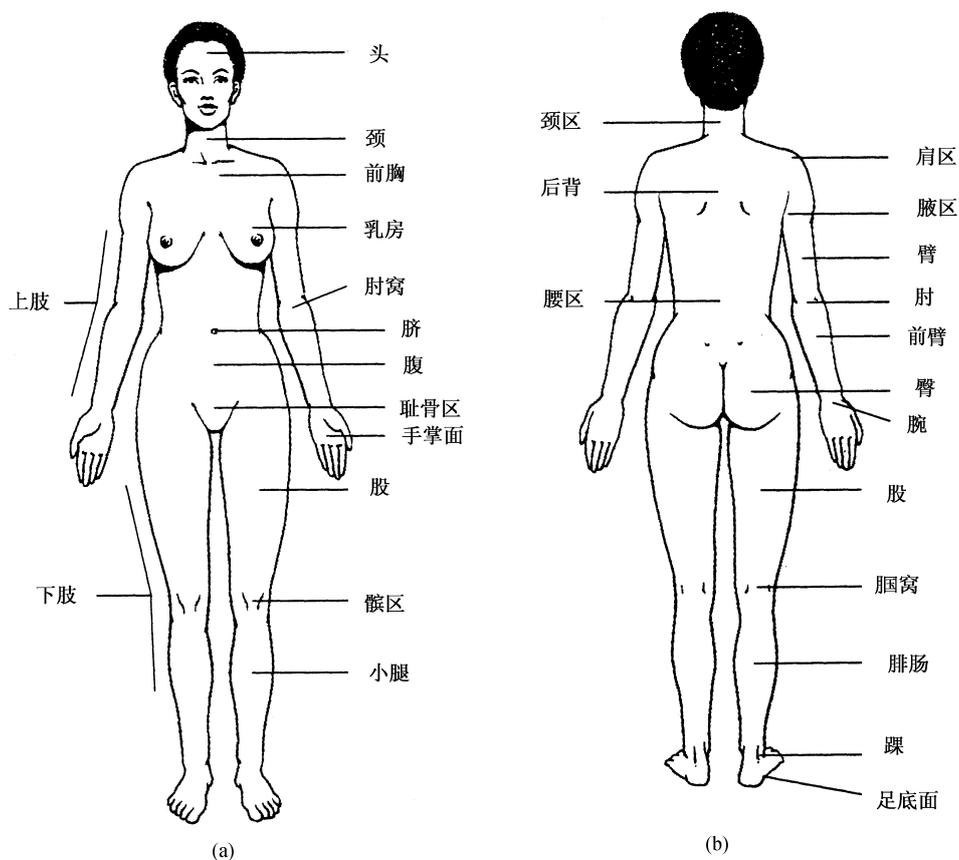


图 1.15 主要人体局部。(a) 前面观；(b) 后面观。

目的 I 确定并定位主要的体腔及其中的器官。



体腔是由连续的膜限制起来的空腔，用于保护、分隔、支持器官的。如图 1.16 所示，后（背）侧体腔 [posterior (dorsal) cavity]，包括颅腔 (cranial) 和椎管 [vertebral cavity (or vertebral canal)]，容纳脑和脊髓。前（腹）侧体腔 [anterior (ventral) cavity] 包括胸 (thoracic)、腹 (abdominal)、盆腔 (pelvic cavity)，容纳内脏。腹腔和盆腔常看作腹盆腔 (abdominopelvic cavity)。体腔按功能分隔器官和系统。神经系统的大部分占据后侧体腔；呼吸系统的主要器官在胸腔里；消化系统基本器官在腹腔中；而生殖器官则在盆腔里。

1.20 什么是内脏器官？

内脏器官 (visceral organ)，或内脏 (viscera)，是位于前体腔的器官。胸腔的内脏包括心脏和肺。腹腔的内脏包括胃、小肠和大肠、脾、肝和胆囊。

1.21 胸膜腔和心包腔处于什么位置？

胸腔有两个胸膜腔 [pleural cavity (一肺一个)] 和一个心包腔 [pericardial cavity (包围心脏)]。两肺之间的结构称为纵隔 (mediastinum)。

1.22 胸腔器官位于不同腔室的临床意义。

每个胸腔器官位于不同的腔室内，可将损伤减少到最小；而且可防止疾病从一个器官到

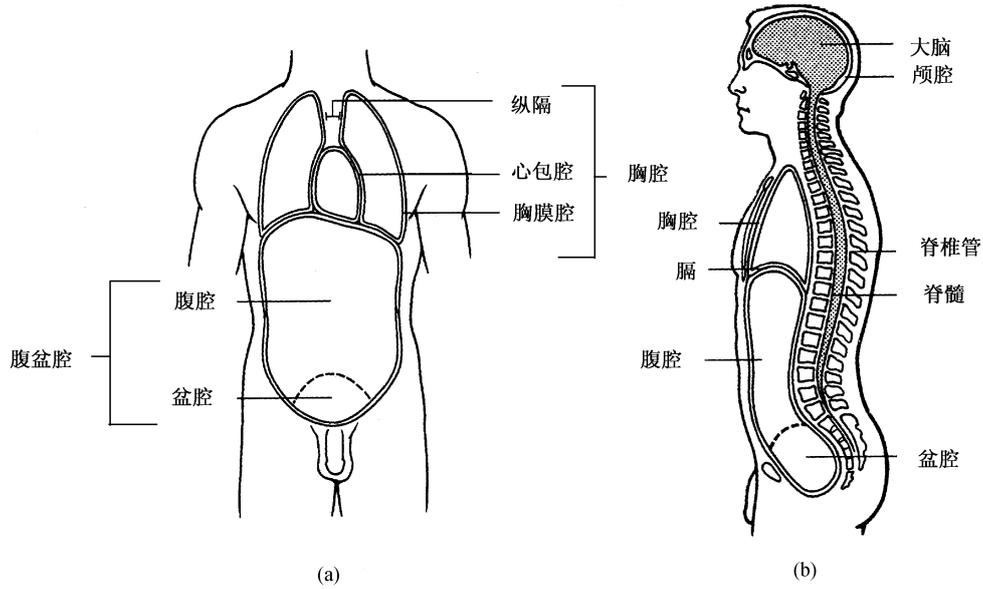


图 1.16 主要的体腔。(a) 前面观；(b) 中矢观。

另一个器官的蔓延。虽然双肺是同时发挥功能，但它们也可以单独工作。损伤可能引起一侧肺塌陷，另一侧仍可发挥功能。

目的 J 讨论各种体膜的类型和功能。



体膜由薄层的结缔组织和上皮组织构成。它们覆盖、保护、润滑、分隔或支撑内脏器官并划分体腔。主要有粘膜和浆膜。

1.23 黏膜的功能是什么？

黏膜 (mucous membrane) 分泌黏稠的物质，称黏液，润滑和保护分泌处的器官。

1.24 下列哪个器官全部或部分被覆黏膜？

- (a) 气管, (b) 胃, (c) 子宫, (d) 口腔和鼻

以上所有器官内壁都有黏膜结构。鼻腔和气管中的黏液能捕获空气中的微粒；口腔黏液防止干燥；黏液覆盖胃的上皮保护其免受消化酶和盐酸损害；而子宫中的黏液则防止病原体进入。



黏膜在鼻、口腔以及子宫是提供保护的第一道防线。温暖、湿润、血供丰富的黏膜易于受到病原体的侵入。然而，在这些部位分泌的酸性黏液能有效杀死大多数微生物。有时黏膜被感染，人体其他免疫应答会作出反应。感冒或咽喉疼痛是因黏膜感染出现肿胀和充血而致，这是抗感染的第一反应。

1.25 描述浆膜的组成和通常的位置，并与黏膜区分。

浆膜 (serous membrane) 分布于胸和腹盆腔，并覆盖内脏器官。由薄层的上皮组织（单层鳞状上皮）构成，润滑、支撑、分隔内脏器官。浆液是其分泌的水样润滑剂。

1.26 独立浆膜的特殊位置。

见表 1.2 和图 1.17。

表 1.2 浆膜及其位置（分布）

腔	浆膜	位置（分布）
胸腔	内脏胸膜	紧贴肺的外表面
	壁胸膜	内衬胸壁和膈的胸面
	内脏心包（心外膜）	覆盖心脏的外表面
	壁心包	包围心脏的持久覆盖（物）
腹盆腔	内脏腹膜	覆盖腹部内脏
	壁腹膜	内衬腹壁
	肠系膜	连结壁与内脏腹膜的腹膜双层折叠

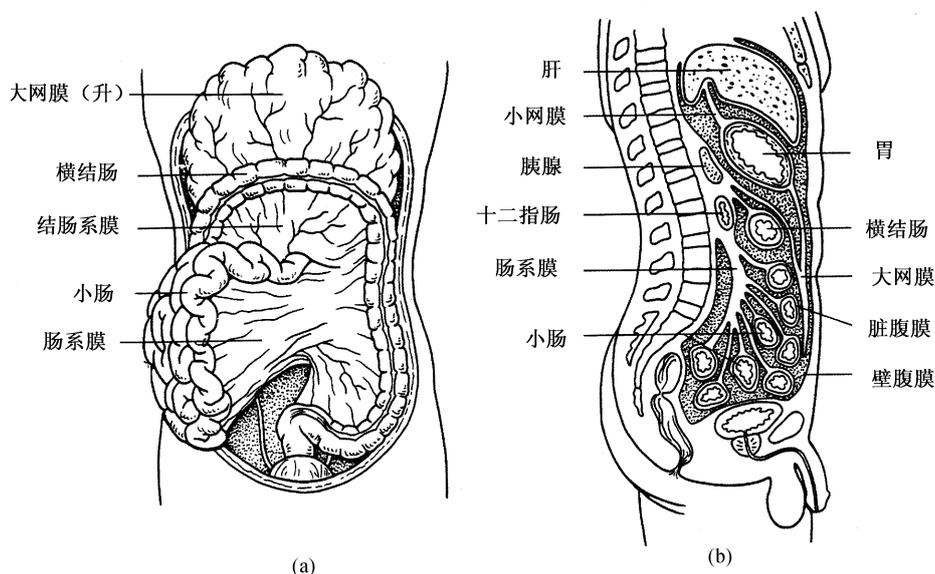


图 1.17 浆膜和它们相关的内脏器官。(a) 前面观；(b) 中矢观。

 胸膜炎是胸膜发生的炎症。这种感染通常局限在一个胸膜腔。胸膜腔的损伤（如压碎了肋架或枪伤或刀伤）会使空气进入胸膜腔——称为气胸。血液进入胸膜腔称为血胸。气胸引起伤侧肺的塌陷，彼此分隔的胸腔器官保证了健侧肺的正常功能。

1.27 腹膜腔及腹膜外位器官的含义。

壁腹膜是附着在腹壁内面的一层薄膜。而脏腹膜继续包绕肠及其他内脏。腹膜腔（peritoneal cavity）是壁腹膜与脏腹膜之间的空隙。腹膜外位器官，如肾、肾上腺和部分胰，位于壁腹膜后面，但仍在腹盆腔中。

 腹膜炎是腹膜发生的炎症。这种感染局限于腹膜腔，正常情况下，腹膜腔是无菌的，但可能因内脏器官破裂（如破裂的阑尾）、异位妊娠（异常位置妊娠）或术后并发症而污染。腹膜炎一般非常痛苦，可以危及生命。治疗通常使用大剂量的抗生素，必要时行腹膜腔插管引流。

1.28 陈述肠系膜的功能。

肠系膜 (mesentery) 是支撑悬垂状态的盆腔脏器的双层浆膜, 不妨碍肠的蠕动 (肌肉的节律性收缩)。肠系膜内走行着支配和营养内脏的血管及神经。

目的 K 熟悉解剖学结构的描述性和方位性术语。



描述性和方位性术语是参考解剖学姿势来表达人体的结构、面和身体区域的位置。

1.29 描述性和方位性术语的定义及用法。

一些最常用的描述性和方位性术语列于表 1.3。

表 1.3 常用的描述和方位术语

术 语	定 义	举 例
上 (颅侧)	较近颅为上	胸在腹的上方
下 (尾侧)	较近足为下	腿在躯干的下方
前 (腹侧)	距身体腹面近者为前	脐在身体的前面
后 (背侧)	距身体背面近者为后	肾在小肠的后面
内侧	距身体正中面近者为内侧	心脏在肺的内侧
外侧	距身体正中面远者为外侧	耳在头的外侧
内 (深)	离身体表面远者为内	脑在颅内
外 (浅)	离身体表面近者为外	皮肤在肌肉外
近侧	距躯干近者为近侧	膝在足的近侧
远侧	距躯干远者为远侧	手在肘的远侧
脏	与内部器官有关的	肺被一层称为脏胸膜的薄膜覆盖
壁	与体壁有关的	壁胸膜是胸腔的内衬

复 习 题

选择题

- 细胞分泌物的研究可以看作是()学科的一部分。(a) 组织学 (b) 细胞学 (c) 发育生物学 (d) 免疫学 (e) 解剖学
- 指甲属于人体系统()部分结构。(a) 骨骼 (b) 循环 (c) 体被 (d) 淋巴 (e) 网状内皮
- ()两个人体系统是调节性的。(a) 内分泌 (b) 神经 (c) 肌肉 (d) 骨骼 (e) 循环
- 头和胸之间的人体局部最可能是()。(a) 腰部 (b) 喉部 (c) 躯干部 (d) 颈部 (e) 咽部
- 解剖学姿势是指()。(a) 面向下躺着 (b) 面向上躺着 (c) 面向前直立 (d) 以胎儿的姿势
- 解剖学姿势中, 拇指位于()。(a) 外侧 (b) 内侧 (c) 近侧 (d) 水平 (e) 浅的

7. () 不属于四种主要的组织类型。 (a) 神经组织 (b) 骨组织 (c) 上皮组织 (d) 肌肉组织 (e) 结缔组织
8. () 不是浆膜。 (a) 壁腹膜 (b) 肠系膜 (c) 内脏胸膜 (d) 口腔的内衬 (e) 心包
9. 除了在人体的特定部位外, 对器官结构和功能之间关系的最恰当的描述是 ()。 (a) 负反馈系统 (b) 结构决定功能 (c) 器官系统的自身平衡是重要的 (d) 不存在
10. () 不是脊索动物的特征。 (a) 脊柱 (b) 脊索 (c) 咽囊 (d) 背部中空神经索
11. 腹腔包括 ()。 (a) 心脏 (b) 肺 (c) 脾 (d) 气管
12. 前腔由以下所有腔构成, 除了 ()。 (a) 脊椎腔 (b) 胸膜腔 (c) 胸腔 (d) 盆腔 (e) 腹腔
13. 前臂 (antebrachium) 是指 ()。 (a) 胸部 (b) 手 (c) 臂部 (d) 腋窝 (e) 前臂 (forearm)
14. 属腹膜后位器官的是 ()。 (a) 胃 (b) 肾 (c) 心脏 (d) 阑尾 (e) 肝
15. 脚对于股部就像手对于 ()。 (a) 臂 (b) 肩 (c) 手掌 (d) 手指
16. () 术语定义膝与髌的位置最恰当。 (a) 外侧 (b) 内侧 (c) 远侧 (d) 后 (e) 近侧
17. 胸腔与腹盆腔的分隔是通过 ()。 (a) 纵隔 (b) 腹壁 (c) 胸骨 (d) 腹中隔 (e) 膈
18. 血液进行远距离调节是通过运送以下 () 化合物来完成的。 (a) 血细胞 (b) 激素 (c) 离子 (d) 机械冲动 (e) 神经递质
19. 当医生切除感染阑尾时, () 浆膜首先切开。 (a) 壁腹膜 (b) 背肠系膜 (c) 内脏胸膜 (d) 壁胸膜
20. 如果一个解剖学家想了解气管、食管、颈部肌肉和颈椎之间的结构关系, 那么 () 切面是最适合的。 (a) 矢状面 (b) 冠状面 (c) 横切面 (d) 垂直面 (e) 旁矢状面
21. () 方位术语是最接近的反义词。 (a) 内侧与近侧 (b) 上与后 (c) 近侧与外侧 (d) 浅与深
22. 肺位于 ()。 (a) 纵隔腔、胸膜腔和胸腔 (b) 胸腔、胸膜腔和前腔 (c) 腹膜腔、胸膜腔和胸腔 (d) 胸膜腔、心包腔和胸腔 (e) 以上都不是
23. 下列 () 浆膜共同内衬横膈。 (a) 内脏胸膜——内脏腹膜 (b) 内脏胸膜——壁腹膜 (c) 壁胸膜——壁腹膜 (d) 壁胸膜——内脏腹膜
24. 在负反馈系统中 ()。 (a) 传入总是保持稳定的 (自身平衡) (b) 传入没有实际目的 (c) 传出部分返回系统 (d) 传出总是保持稳定的
25. 血液从心脏经主动脉流到子宫, 其经过的体腔或区域的先后顺序是 ()。 (a) 胸、心包、骨盆、腹 (b) 心包、纵隔、腹、骨盆 (c) 胸膜、纵隔、腹、骨盆 (d) 心包、胸膜、腹、骨盆

判断正误

- ___1. 组织学是对组织的显微研究。
- ___2. 器官的功能可以从它的结构预测。
- ___3. 一群细胞协作完成一项特殊功能称为组织。
- ___4. 在解剖学姿势中, 身体直立, 两足并立, 上肢放松置于身体两侧, 掌心向前。
- ___5. 矢状面将人体分为左右两半。

- ___6. 拇指位于其他手指的外侧、前臂的远侧。
- ___7. 从黏膜分泌的黏液保持肺部的湿润。
- ___8. 运动中体温的升高是自身平衡反馈机制的实例。
- ___9. 肠系膜将内脏紧紧连结在体壁以防止它们过度运动。
- ___10. 一个6英寸长的刀从外侧刺入男性左乳，将刺穿壁胸膜引起气胸。
- ___11. 所有的内脏器官都包括在腹腔内。
- ___12. 计算机体层（CT）扫描可以沿横切面成像。
- ___13. 术语 parietal 指体壁，而术语 visceral 指人体的内脏器官。
- ___14. 人类是人科中仅有的成员。
- ___15. 在科学名称智人中，Homo 是属的分类而 sapiens 是种的分类。

填空题

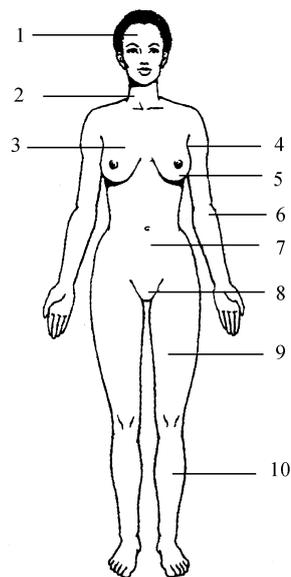
1. _____ 门的动物在它进化的某些阶段，具有背索、背部中空神经索和咽囊。
2. _____ 是我们人类的科学名称。
3. _____ 是由支撑基质相连接的集合体。
4. _____ 系统包括皮肤、毛发、指甲以及皮脂腺和汗腺。
5. 神经系统和 _____ 系统控制和整合人体的其他系统。
6. _____ 是维持人体内近于稳定的内环境的动态平衡，以便新陈代谢的完成。
7. _____ 反馈机制在维持自身平衡过程中提供输入到控制器官。
8. 描述身体一部分与另一部分关系的所有方位术语是参照 _____ 姿势。
9. _____ 面将人体分为左右相等的两部分。
10. 腋窝术语上称为 _____。
11. 肘的前侧部分称为 _____ 窝，是抽取静脉血的重要部位。
12. 肺被包围在 _____ 腔中，而此腔包括在胸腔中。
13. 黏液由 _____ 膜分泌，而浆液由 _____ 膜分泌。
14. _____ 以悬垂方式支撑腹盆内脏，使其可以蠕动。
15. _____ 是一个方位术语，意思是“远离颅”或“朝向人体较低部位”。

匹配题 将描述人体平面或方位术语配对

- | | |
|------------------|-----------|
| ___1. 朝向中央参考点 | (a) 背侧 |
| ___2. 垂直于颅尾轴 | (b) 颅侧或上 |
| ___3. 将人体分为左右两半 | (c) 横切面 |
| ___4. 朝向背部 | (d) 远侧 |
| ___5. 朝向头 | (e) 外侧 |
| ___6. 远离正中矢状面 | (f) 前 |
| ___7. 身体的上表面 | (g) 后 |
| ___8. 朝向前 | (h) 尾侧或下 |
| ___9. 将人体分为前后两部分 | (i) 内侧 |
| ___10. 朝向足 | (j) 近侧 |
| ___11. 远离中央参考点 | (k) 冠状面 |
| ___12. 朝向正中矢状面 | (l) 正中矢状面 |

填图题 标注右图的人体局部

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____



填表题 根据提供的信息，完成下表

系 统	主要器官	功 能
循环系统		
	鼻、咽、喉、气管、肺	
		消化食物供细胞利用，排泄残渣
	肾、膀胱、输尿管、尿道	
		支持、保护、运动；血细胞生成的地方
肌肉系统		
	脑、脊髓、神经、感觉器	
		化学调控和整合人体活动
生殖系统		

答 案

选择题

1. (b) 细胞学是研究细胞及其功能的。因为分泌产物的产生涉及细胞的代谢功能，因而归于细胞学的一个方面。
2. (c) 体被系统包括所有人的外表面结构；表皮和表皮结构（毛发、指甲和腺体）。
3. (a)、(b) 内分泌系统和神经系统参与控制和协调人体功能。神经系统的影响较快，而内分泌系统的影响持续时间较长。
4. (d) 术语“颈部的”指有关颈或一个器官的似颈区域。
5. (c) 另外，腿、臂垂直，手掌向前。
6. (a) 因为在解剖学姿势中，手掌向前，所以拇指处于上肢末端的外侧或桡侧。
7. (b) 骨是一种结缔组织类型（见第4章）。
8. (d) 口腔的内衬来源于外胚层，是复层鳞状上皮。所有浆膜来源于中胚层，是单层鳞状上皮（见第4章）。
9. (b) 所有人体结构都适应它们担当的特殊功能，而且当结构损坏或畸变，功能常无法完

成。

10. (a) 所有的脊椎动物（有脊柱的动物）都是脊索动物，但不是所有的脊索动物都能进化出脊椎。
11. (c) 心脏、肺和气管包括在胸腔，腹腔的上方。
12. (a) 脊椎腔包括在后腔里。
13. (e) 术语“ante”意思是“前”；“brachium”意思是“臂”。
14. (b) 腹膜后器官位于腹腔的浆膜内衬的后面。肾在腹腔中，但在壁腹膜后。
15. (a) 上肢中的臂对应下肢的股（大腿）部位置。
16. (c) “远侧”是指具肢体根部较远，就像膝对于髌。
17. (e) 膈是骨骼肌，随吸气和呼气上、下运动，所有的腹部器官位于膈下，仅肺和纵隔内的器官位于其上。
18. (b) 激素是内分泌器官直接释放进入血液的化合物。它们常影响相对远离释放激素器官的靶组织或器官的新陈代谢。
19. (a) 壁腹膜位于腹腔的内面，在任何腹部手术中首先被切开。
20. (c) 横切面提供颈部的剖面观，清晰地看到不同结构之间的空间关系。
21. (d) “浅”意思是“离皮肤近”；“深”意思是“离皮肤远而距人体中心近”。
22. (b) 胸膜腔是浆膜包围肺（脏胸膜）形成的。胸膜腔在胸腔的里面，是前腔的一部分。
23. (c) 因为膈构成两腔之间的分隔壁，而壁膜通常内衬腔壁，壁胸膜衬在膈的外表面，壁腹膜衬在膈的内表面。
24. (c) 系统的传出进入系统，限制进一步传出。
25. (b) 仅有肺是包含在胸膜腔的，而且主动脉在到达盆腔之前必须经过腹腔。

判断正误

1. 正确
2. 正确
3. 正确
4. 错误；手掌朝前而拇指在外侧。
5. 错误；矢状面将人体分为左右两部分；正中矢状面将人体分为左右两半。
6. 正确
7. 错误；肺周围是浆膜分泌的润滑浆液。
8. 错误；但是运动后的出汗是一个反馈现象。
9. 错误；肠系膜松弛的悬吊内脏以使其蠕动。
10. 正确
11. 错误；内脏器官也包括在胸腔内。
12. 正确
13. 正确
14. 正确
15. 正确

填空题

- | | |
|----------|-----------------|
| 1. 脊索动物门 | 2. 智人 |
| 3. 组织 | 4. 体被 |
| 5. 内分泌 | 6. 自身平衡 |
| 7. 负 | 8. 解剖学 |
| 9. 正中矢状 | 10. 腋窝 (axilla) |

11. 肘
13. 黏, 浆
15. 下 (尾侧)
12. 胸膜
14. 肠系膜

匹配题

1. (j) 2. (c)
3. (l) 4. (g)
5. (b) 6. (e)
7. (a) 8. (f)
9. (k) 10. (h)
11. (d) 12. (i)

填图题

1. 头 2. 颈
3. 胸 4. 腋窝
5. 乳房 6. 肘部
7. 腹 8. 耻骨区
9. 大腿 10. 小腿

填表题

系 统	主要器官	功 能
循环系统	心脏、血管、脾、淋巴管	经过血液运送物质; 调节酸碱平衡; 保护免于疾病和体液流失
呼吸系统	鼻、咽、喉、气管、肺	给血液提供氧并排出二氧化碳; 帮助调节酸碱平衡
消化系统	舌、牙齿、咽、食管、胃、小肠和大肠、肝和胰	消化食物供细胞利用, 排泄残渣
泌尿系统	肾、膀胱、输尿管、尿道	过滤血液; 调节化学成分、液体容积和血液的电解质平衡
骨骼系统	骨、软骨、关节和韧带	支持、保护、运动; 血细胞生成的地方
肌肉系统	肌肉和腱	引起身体运动; 保持姿势, 产生人体热量
神经系统	脑、脊髓、神经、感觉器	对环境的变化作出反应; 推理和记忆, 协调身体活动
内分泌系统	内分泌腺 (垂体、脾、胰、肾上腺、生殖腺等)	化学调控和整合人体活动
生殖系统	生殖腺和生殖器	产生配子和性激素, 繁殖后代

(王 伟 高秀来 译)

第2章

细胞化学

目的 A 通过名称和符号辨认人体基本的化学元素。



所有物质，无论有生命还是无生命，都由化学元素这一基本单位构成。110种化学元素中，有92种是自然界存在的，而其中的22种广泛分布于大多数动物组织中。人体的化学组成总结于表2.1。

表2.1 人体的化学组成

化学元素		身体组成%
碳 (C) 氧 (O)	氮 (N) 氢 (H)	96%
钙 (Ca) 钾 (K)	磷 (P) 硫 (S)	3%
铁 (Fe) 碘 (I) 镁 (Mg) 锰 (Mn) 锌 (Zn) 氟 (F) 硅 (Si)	氯 (Cl) 钠 (Na) 铜 (Cu) 钴 (Co) 铬 (Cr) 钼 (Mo) 锡 (Sn)	微量

2.1 原子和分子的概念及区别。

原子 (atom) 是元素保持其化学特性的最小单位。每一种元素仅由一种原子构成，例如：碳，生命体的关键元素，仅仅由碳原子构成。

分子 (molecule) 由两个或更多的原子通过化学键化合而成。分子可由同种元素的原子构成 (氧分子 O_2) 也可以由不同元素的原子构成 (硫化氢分子, H_2S)。原子是化学元素的最小单位，而分子是化合物的最小单位。水是生命必需的化合物，由分子构成，每个分子包含一个氧原子和两个氢原子 (H_2O)。



化学又称为中心科学，因为化学的基本原理同时又是了解其他各类科学的核心，包括生物学和生理学。化学在培养医务工作者中起着非常重要的作用。要了解人体的正常或异常功能，必须先了解组成人体的原子、分子以及它们之间的相互作用。药理是一门关于药物的科学，包括药物的成分、用途及对身体的影响。药物是对人体机能有特定影响的化合物。

目的 B 描述原子的结构。



原子由三种基本粒子组成：质子 (proton)、中子 (neutron) 和电子 (electron)。粒子的基本特性通常从两方面描述：质量和电荷 (表2.2)。规定碳原子的质量为12，电子所带的电荷为“-1”，作为参照标准。质子和中子位于原子核内，质子的数量称为原子序数 [atomic number, (Z)]。对某种化学元素的所有

原子来说，原子序数都是相同的；每个原子原子核中的质子数也固定；而原子核外正好有 Z 个电子围绕，使原子在整体上呈电中性。电子围绕原子核运动，就像太阳系的行星围绕太阳运行。电子既有波动性，又有粒子性，因此研究电子的能级水平是非常有意义的。把这些能级水平设想为连续的电子层，元素的化学性质便可以通过 Z 个电子在各层的分布来解释。

表 2.2 亚原子粒子，相对质量和电荷

粒子 (符号)	相对质量 (近似值)	电荷
质子 (p^+)	1	+1
中子 (n^0)	1	0
电子 (e^-)	1/1840	-1

2.2 氢 ($Z=1$)、碳 ($Z=6$) 和钾 ($Z=19$) 的结构概图。

元素的电子层通常用围绕原子核外的同心圆表示 (图 2.1)。前四层分别容纳 2、8、8 和 18 个电子。原子的电子依次进入电子层，只有当内层电子充满后才进入下一电子层。

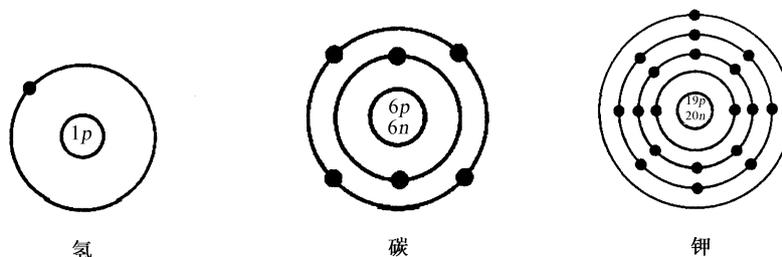


图 2.1 原子的能级水平或电子层表达式。

2.3 什么是同位素?

质子数相同而中子数不同的同一元素的原子互称为同位素。例如：碳元素，除了标准的含 6 个中子的外，还有含 7 个和 8 个中子的碳。元素周期表中给出的化学元素的相对原子质量是该元素所有同位素质量的平均值。例如：6 个中子的碳相对质量为 12.0000；而碳的相对原子质量为 12.01115。原子核中中子的数量与质子的数量接近，如表 2.2 所示，所以元素的原子量近似于 $2Z$ 。但这一原则更适用于小原子，对于大原子而言出入较大。因为同一元素的不同同位素之间电子层结构相同，所以它们的化学性质相同。然而，质量上的差异也会导致稳定性和其他性质上的差异。



同位素有重要的医学用途。虽然所有的同位素其化学性质相同，但某些同位素有放射性，可通过放射照相仪检测出来。放射学家常用放射性同位素来诊断和治疗疾病，即把放射性同位素注入病人体内，追踪同位素的运动、细胞摄取、组织分布及排泄。

目的 C 描述分子的键和结构。



分子的结构是由原子通过化学键 (bond) 结合而成。离子键 (ionic bond) 形成的条件是：原子失电子或得电子而带正或负的电荷，此时带电荷的原子被称为离子，正负离子之间强烈吸引。原子之间共用电子时形成共价键 (covalent bond)。分子形成、破坏或原子之间重排就是化学反应发生的过程。在化学表示法中，下标表示在化合物分子中每种元素的原子个数。

2.4 计算水 (H₂O)、二氧化碳 (CO₂) 和葡萄糖 (C₆H₁₂O₆) 的分子量。

分子量 (MW) 是组成分子的所有原子的原子量的总和 (表 2.3)。

表 2.3 水、二氧化碳和葡萄糖的分子量

水 (H ₂ O)	原子量 H=1	2×1=2
	原子量 O=16	1×16=16
		MW=18
二氧化碳 (CO ₂)	原子量 C=12	1×12=12
	原子量 O=16	2×16=32
		MW=44
葡萄糖 (C ₆ H ₁₂ O ₆)	原子量 C=12	6×12=72
	原子量 H=1	12×1=12
	原子量 O=16	6×16=96
		MW=180

2.5 分子中原子是通过何种键结合在一起的?

离子键 (ionic bond), 离子是带电荷的原子, 是由于原子最外电子层失去或得到一个或多个电子而导致其失去电中性。得电子后原子带负电称为**负 (阴) 离子 (anion)**, 失电子后原子带正电称为**正 (阳) 离子 (cation)**。离子键就是存在于正、负离子间的电吸引力。离子键和共价键的强度不一样, 共价键是电子共用而非转移。NaCl 分子是通过离子键结合的 (图 2.2)。与大多数离子化合物一样, NaCl 有很高的熔点, 这是因为离子间有很强的吸引力。离子键在水中很容易电离。

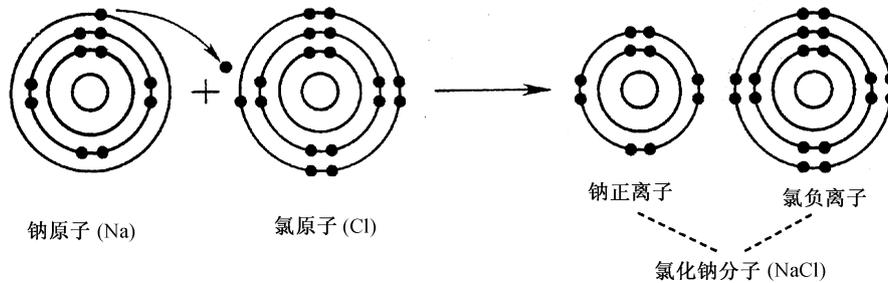


图 2.2 NaCl 分子中 (一个) 离子键的形成, 氯化钠分子 (NaCl)。

共价键 (covalent bond), 很多原子可以共用而不是完全转移电子, 它们可以共用 1 对、2 对或 3 对电子。这种原子之间共用电子的形式称为共价键。共价键牢固, 用一条短线表示共用一对电子。例如, 在氧分子 O₂ 中, 有两对电子共用 (图 2.3) 可表示为 O=O。

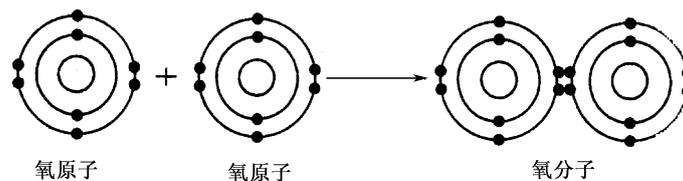


图 2.3 氧分子中共价键的形成。

氢键 (hydrogen bond), 当氢原子和其他原子 (如氧) 形成共价键时, 由于较大的氧原子对共用电子吸引力较大而使氢原子常带有部分正电荷。带部分正电荷的氢原子亲和化合物中其他分子里带部分负电荷的氧原子, 这种吸引力称为氢键 (图 2.4)。它不是新形成的化学键而是分子之间的一种“弱键”。氢键不如共价键或离子键作用强, 但它在决定水和其他许多与生命相关的化合物的性质中发挥重要的作用。

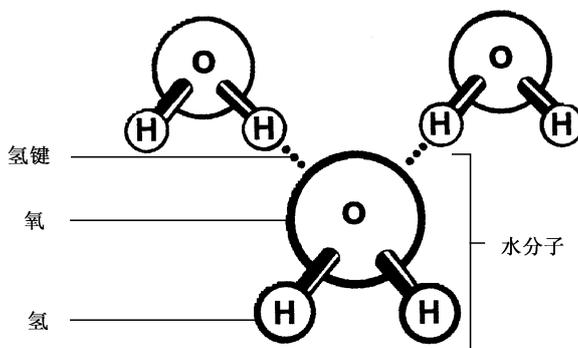


图 2.4 水分子间氢键的构成。



从很多方面讲, 水都是一种独特的化合物。它不但覆盖了地球约 70% 的面积, 还是在常温下, 惟一的能以三种不同状态 (固、液和气态) 存在的化合物。水占任何生命体体重的绝大部分, 并在表面张力、黏附力、内聚性和毛细血管活动方面发挥特殊作用。这些性质以及水沸点、冰点的特性都是由于水分子间氢键的作用。水是一种常见的溶剂, 几乎所有的生化反应都由水作介质。水的存在及其特性, 是我们人体几乎所有物质的稳态得以实现的基础。

目的 D 理解摩尔的概念。



与升或米一样, **摩尔 (mole)** 也是度量单位。它是一种质量单位, 1 摩尔通常含有 6.022×10^{23} 个分子, 而 1 摩尔氮分子含 6.022×10^{23} 个氮原子。1 摩尔任何物质的质量都与该物质分子量数字相同。

2.6 2mol 食盐 (NaCl) 重量是多少克?

$$\begin{aligned} \text{NaCl 的分子量} &= 23 + 35 = 58 \\ 2\text{mol} (58\text{g/mol}) &= 116\text{g} \end{aligned}$$

2.7 在 1ml (毫升) 水中有多少水分子?

$$1\text{ml } \text{H}_2\text{O} = 1\text{g}$$

$$1\text{mol } \text{H}_2\text{O} = 18\text{g}$$

$$1\text{mol } \text{H}_2\text{O} = 6.022 \times 10^{23}$$

$$(1\text{ml}) (1\text{g/ml}) (1\text{mol}/18\text{g}) (6.022 \times 10^{23} \text{ 个分子/mol}) = 3.34 \times 10^{22} \text{ 个分子}$$

目的 E 混合物、溶液、悬浮液和胶体。



两种或两种以上的物质混合而彼此间不形成化学键，结果就是**混合物** (mixture)。**溶液** (solution) 是所有参与混合的物质的分子实现均匀分布的混合物。溶液包括固体溶解在液体中，如盐水；还有，如合金中的金属的相互溶解。**悬浮液** (suspension) 是一种物质的颗粒悬浮于另一种物质中而形成的混合物，但达不到分子水平的均匀分布。悬浮液中颗粒可从混合物中沉积，如房间里的灰尘从空气中沉积，但胶体的颗粒太大而不发生沉积（降）。

2.8 什么是溶剂和溶质？

在有机化学中，溶液是一种最重要的混合物。很多生物溶液都是一些固体物质溶解在水中，这时，水担当溶液中溶剂的作用，而固体物质盐、糖或蛋白质，都是溶质。给溶剂一个实用的定义就是溶液中占绝大部分的那种物质，通常是水，而其他的物质都看作是溶质。但这种区别，在合金中却不太适用，合金可能是两种或多种物质的等量混合。

2.9 如何测量溶液的浓度？

溶液中溶质的浓度可以用多种方法测量，最合适的方法是视难易或需要而定。比如，测溶液中溶质的百分数法就非常常用。**质量摩尔浓度** (molality) 是每 1kg 溶剂中所含溶质的摩尔数，**摩尔浓度** (molarity) (M) 是每升溶液中所含溶质的摩尔数。对生物溶液而言，摩尔浓度是最常用的一种测定方法。

目的 F 酸、碱和 pH 值。



任何水样中，都有少量的水分子以离子状态存在。如 H^+ (氢离子) 和 OH^- (氢氧根离子)。纯水中， H^+ 的数目等于 OH^- 的数目，每种浓度都是 $10^{-7} M$ 。化学物质加入水中制成溶液，增加 H^+ 浓度的物质称**酸** (acid)；增加 OH^- 浓度的物质称为**碱** (base)。溶液的酸碱性强弱用 **pH 值** 的数值来表示，是氢离子浓度的负对数值。

2.10 什么是纯水的 pH 值？

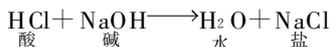
因为纯水的氢离子浓度为 $10^{-7} M$ ，它的 pH 值为 7。这是取 H^+ 浓度的对数，等于 -7，然后改变其符号使其成为正数。因此，如果一种溶液的 H^+ 浓度为 $10^{-2} M$ ，pH 值就是 2。

2.11 什么是强酸？什么是弱酸？

强酸是指在水中能完全电离的酸，或者说是每一个酸分子在水溶液中都失去其质子。典型的强酸有盐酸 (HCl) 和硫酸 (H_2SO_4)。弱酸仅部分电离，或者说在水溶液中有部分分子，而不是全部酸分子失去质子，通常强酸对溶液 pH 值的改变比弱酸显著得多。然而，弱酸及其形成的盐在有机化学中是极重要的，因为他们是缓冲液的基础。

2.12 盐的定义。

盐 (salt) 是由酸和碱构成的离子化合物，当一个酸失去质子 (H^+) 而一个碱失去氢氧根离子 (OH^-)，分子剩下的离子如果同时存在溶液中，有时会互相键合而形成盐。以 HCl (一个酸) 和 NaOH (一个碱) 反应形成食盐 (NaCl) 为例：



目的 G 缓冲液。



缓冲液 (buffer) 是弱酸及其盐的混合溶液, 具有稳定溶液 pH 值的作用。如果一种溶液含有缓冲液, 加入强酸或强碱时, 不会引起其 pH 值的明显改变。加入酸时, 它被弱酸盐中和; 而加入碱时, 它被弱酸本身中和。

2.13 什么是血液的 pH 值, 它如何保持稳态?

血液 pH 为 7.4, 与水相比具有弱碱性。血液通过碳酸氢盐缓冲系统保持其 pH 值的稳态, 这是通过调节溶解在血液中二氧化碳的量来实现的。缓冲系统的酸是碳酸 H_2CO_3 , 由二氧化碳和水形成。缓冲系统的盐是碳酸氢钠, 在溶液中以碳酸氢根离子的形式存在, HCO_3^- 。

2.14 列表说明体内重要的缓冲系统及其位置。

表 2.4 缓冲系统及其位置

碳酸氢盐缓冲系统	血液, 细胞外液 (最容易调节的体内缓冲液)
磷酸缓冲系统	肾, 细胞内液
蛋白质缓冲系统	所有组织 (最充足的体内缓冲液)

目的 H 区分无机化合物和有机化合物。



无机化合物 (inorganic compound) 不含碳 (除 CO 和 CO_2 外), 通常是小分子。有机化合物一般含碳并且分子之间以共价键相连。**有机化合物** (organic compound) 通常一些是大而复杂的分子。在研究生命基本过程的生物化学中, 无机和有机化合物都很重要。

2.15 列举生命有机体中的无机化合物。

水、氧、二氧化碳、盐、酸、碱和电解质 (如: Na^+ 、 K^+ 和 Cl^-)。



电解质有极其重要的临床意义。它们在人体各个系统中发挥作用, 并且是体内过程相互连接的纽带。通过离子键相连的特定溶质溶于水中, 离子键断裂形成电解质, 在水溶液中产生自由的离子。这些离子中最重要的包括钾离子 (K^+)、钠离子 (Na^+)、氯离子 (Cl^-) 和钙离子 (Ca^{2+})。电解质对于神经冲动的传递、体液的保持以及酶和激素发挥功能都是重要的。许多机能失调, 如肾衰、肌肉痉挛和一些心血管疾病都与电解质失衡有关。

2.16 列举四种主要有机化合物。

表 2.5 有机化合物及举例

碳水化合物	葡萄糖、纤维素、糖原、淀粉
类脂	磷脂、类固醇、前列腺素
蛋白质	酶、胰岛素、白蛋白、血红蛋白、骨胶原
核酸	DNA、RNA