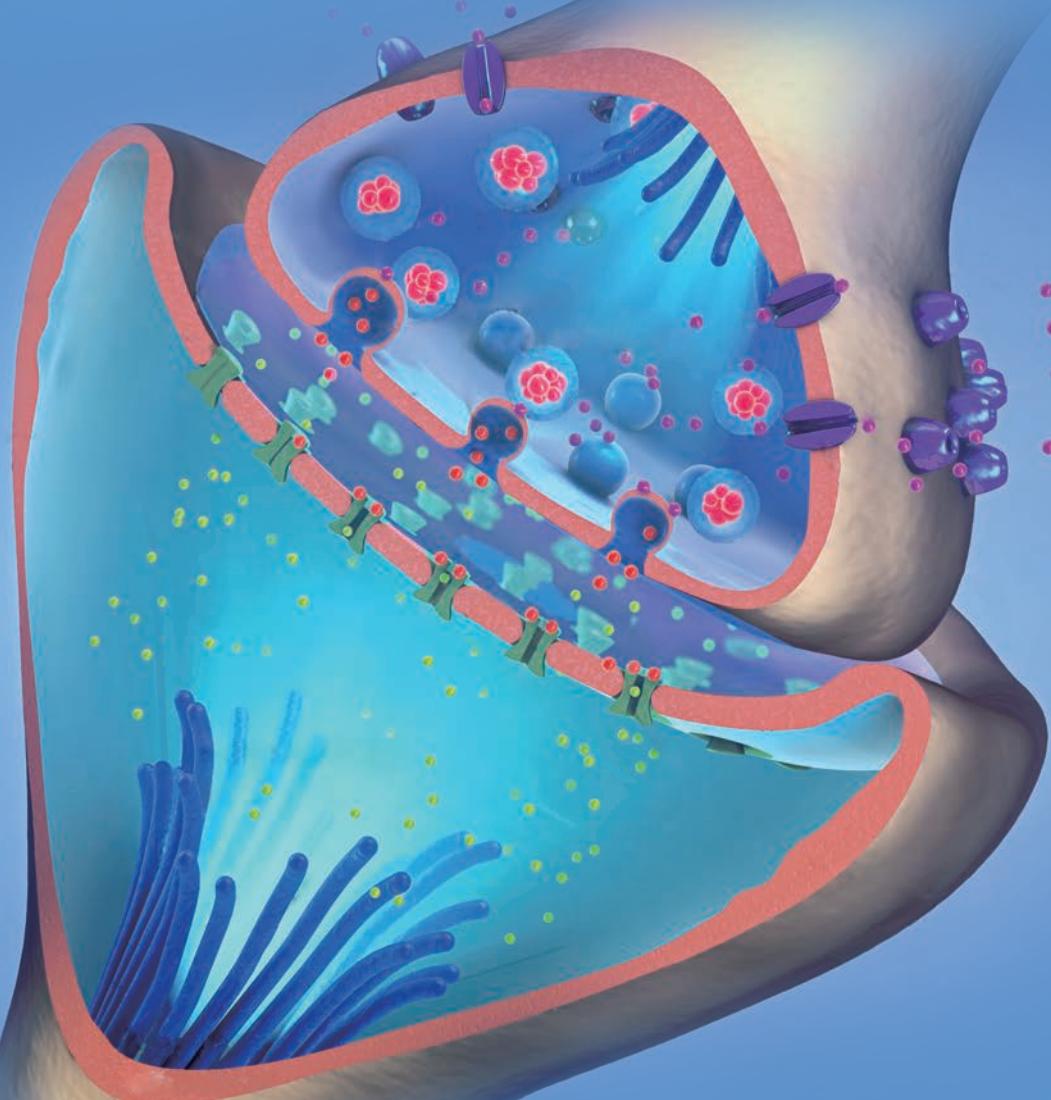


普通高中

生物学

教学参考资料

选择性必修 1 稳态与调节



上海科学技术出版社

普通高中

生 物 学
教学参考资料

选择性必修 1 稳态与调节

上海科学技术出版社

主 编：赵云龙 周忠良

本册主编：禹 娜

编写人员：（以姓氏笔画为序）

马 骞 乐黎辉 陈云杰 郑方方 赵 玥

图书在版编目（C I P）数据

普通高中生物学教学参考资料·选择性必修1 稳态与
调节 / 上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编
写；赵云龙，周忠良主编。-- 上海：上海科学技术出
版社，2022.8（2025.1重印）

ISBN 978-7-5478-5683-3

I. ①普… II. ①上… ②赵… ③周… III. ①生物课
—高中—教学参考资料 IV. ①G634.913

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第093659号

责任编辑：文 波

封面设计：蒋雪静

普通高中 生物学教学参考资料 选择性必修 1 稳态与调节

上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

出 版 上海世纪出版（集团）有限公司 上海科学技术出版社

（上海市闵行区号景路 159 弄 A 座 9F-10F 邮政编码 201101）

发 行 上海新华书店

印 刷 上海中华印刷有限公司

版 次 2022 年 8 月第 1 版

印 次 2025 年 1 月第 4 次

开 本 890 毫米 × 1240 毫米 1/16

印 张 10.5

字 数 261 千字

书 号 ISBN 978-7-5478-5683-3 / G · 1115

定 价 31.50 元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究

如发现印装质量问题或对内容有意见建议，请与本社联系。电话：021-64848025

全国物价举报电话：12315

目 录

第1章 人体的内环境和稳态 / 1

- 第1节 内环境是机体细胞赖以生存的环境 / 7
- 第2节 内环境稳态是机体细胞生命活动的保障 / 13

第2章 人体的神经调节 / 21

- 第1节 反射是神经调节的基本方式 / 28
- 第2节 神经调节过程涉及信息的转换及传递 / 32
- 第3节 神经中枢调控机体的生命活动 / 43
- 第4节 条件反射是大脑的高级调节功能 / 49

第3章 人体的体液调节 / 55

- 第1节 激素调节是体液调节的主要形式 / 61
- 第2节 激素通过反馈调节和分级调节维持稳态 / 67
- 第3节 神经调节与体液调节共同维持稳态 / 73

第4章 人体的免疫调节 / 79

- 第1节 免疫系统是免疫调节的基础 / 85
- 第2节 免疫系统具有防御功能 / 92
- 第3节 B、T淋巴细胞参与特异性免疫应答 / 98
- 第4节 免疫功能异常可能引发疾病 / 107

第5章 植物生命活动的调节 / 114

- 第1节 生长素对植物生长的调节作用 / 120

第2节 植物激素及其类似物调节植物的生命活动 / 124

第3节 环境因素参与植物生命活动的调节 / 134

附录 / 138

附录1 教材“自我评价”与“学业评价”参考答案 / 138

附录2 《练习部分》参考答案 / 148

附录3 《实验与活动部分》“学业评价”参考答案 / 160

附录4 教学参考用书 / 161

第1章 人体的内环境和稳态

所有的生命活动都发生在不断变化的环境之中，“稳态与平衡”也就成为贯穿整个生命活动的一个基本特征，它是机体通过自我调节机制得以实现的，在此基础上才能适应多变的生存环境并完成生长、发育、代谢和遗传等各种复杂的生命活动。本章是高中生物学选择性必修1《稳态与调节》的起始部分，起到总领作用，通过对内环境是机体细胞赖以生存的环境，内环境与外界环境间的物质交换以及内环境稳态的意义与维持等部分内容的阐述，帮助学生初步树立“稳态与平衡观”等生命观念。从结构与功能、局部与整体等角度出发，通过提供丰富的、有代表性的事实及对事实的抽象和概括，引导学生认识生命活动中机体稳态维持的意义与基本机制，为后续各章学习做好铺垫，同时培养学生的科学思维，更好地认识生命世界、解释生命现象。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》选择性必修模块1中的“概念1 生命个体的结构与功能相适应，各结构协调统一共同完成复杂的生命活动，并通过一定的调节机制保持稳态”以及“1.1 内环境为机体细胞提供适宜的生存环境，机体细胞通过内环境与外界环境进行物质交换”“1.2 内环境的变化会引发机体的自动调节，以维持内环境的稳态”。教材结合学科内在体系和教学目标，分2节进行概述（表1-1）。

表1-1 第1章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 内环境是机体细胞赖以生存的环境	1.1.1 说明血浆、组织液和淋巴等细胞外液共同构成高等动物细胞赖以生存的内环境
	1.1.2 阐明机体细胞生活在内环境中，通过内环境与外界环境进行物质交换，同时也参与内环境的形成和维持
	1.1.3 简述机体通过呼吸、消化、循环和泌尿等系统参与内、外环境间的物质交换
第2节 内环境稳态是机体细胞生命活动的保障	1.2.1 以血糖、体温、pH和渗透压等为例，阐明机体通过调节作用保持内环境的相对稳定，以保证机体的正常生命活动
	1.2.2 举例说明机体不同器官、系统协调统一地共同完成各项生命活动，是维持内环境稳态的基础

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了2个学生活动(表1-2),分别为课前活动和探究实验,以培养学生观察、思考、实验设计、定量检测分析及相关实验操作等科学探究能力。

表1-2 第1章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验名称	实验性质	《课程标准》要求
细胞的生存环境	演示实验	观看血液分层实验的视频,讨论血细胞与血浆的关系
探究生物体维持pH稳定的机制	学生实验	比较清水、缓冲液、体液对pH变化的调节作用

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是:①运用图示和模型等方法,表征并阐释内环境为机体细胞提供适宜的生存环境并与外界环境进行物质交换;②结合日常生活中的情境,分析说明人体通过神经系统、内分泌系统以及免疫系统的调节作用对内外环境的变化作出反应,以维持内环境稳态。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:本章主要帮助学生巩固“物质与能量观”和“结构与功能观”,并树立“稳态与平衡观”。第1节根据已建立的知识结构,通过实验现象观察,引导学生从血浆的成分及作用分析血浆与血细胞的关系,归纳总结出细胞外液是机体细胞赖以生存的直接环境。然后通过分析内环境的概念与组成、相互的物质交换以及人体各系统参与机体内外环境间的物质交换等内容,进一步巩固由局部到整体的“结构与功能观”。第2节通过对机体各种理化性质相对稳定现象及作用的阐述,引导学生逐步加强对机体内环境维持稳态意义的认识和理解。从“进化与适应”角度出发,认识内环境稳态是多细胞动物在进化过程中形成的一种适应机制。通过图示举例说明各系统参与了机体稳态的维持,通过对感冒过程中机体调节的阐述,说明稳态的维持主要依靠“神经-内分泌-免疫”网络进行协调,帮助学生建立“稳态与平衡观”。同时,通过对日常生活中的内环境稳态失衡对机体影响的阐述,加深学生对内环境稳态意义的理解,巩固“稳态与平衡观”,并学习运用该生命观念解释日常的生命现象。

科学思维:本章通过图文分析、概念图构建、课前活动、探究实验等方法,阐述细胞外液的组成与功能、内环境稳态的意义与维持,在形成相关生物学概念的同时,培养科学思维能力。教材图1-1、图1-3、图1-4、图1-5、图1-13、图1-14等,引导学生养成比较、分析、归纳的思维方式;通过课前活动“细胞的生存环境”和“环境离子浓度对红细胞的影响”的思考与讨论,细胞、内环境及外界环境间物质交换概念图的构建,培养学生归纳、概括、预测等思维能力;通过科学史话“贝尔纳与‘内环境’”,引导学生尊重科学事实与证据,崇尚严谨务实的科学态度,保持独立思考与批判性思维。

科学探究:本章主要通过对探究实验的设计、结果的观察和分析,培养学生的科学探究能力。在探究·实验1-1“探究生物体维持pH稳定的机制”中,通过教师的引导,使学生能够根据实验目的、实验材料和实验设计原理完成对探究性实验的设计,逐步实现实验步骤的精确化与操作的熟练化,以及对实验现象的细致观察与科学分析,最终得出实验结论。同时实验过程也促进学生熟练使用实

验仪器和电脑软件,锻炼学生的团队协作与交流能力。

社会责任: 运用“稳态与平衡观”与稳态维持的相关原理,分析正常的生命活动现象,对内环境稳态失调现象的原因进行解释并提出预防治疗的相应措施,帮助学生认同并培养科学的健康观,从自身做起养成良好的生活习惯。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章是高中生物学选择性必修1《稳态与调节》的第1章,对应《课程标准》概念1中的1.1和1.2,具有总领和绪论的作用。着重强调了机体是由许多细胞共同构成的复杂生命体,这些细胞正常的生命活动依赖于体内由细胞外液构成的相对稳定的液体环境——内环境。这是在高中生物学必修1《分子与细胞》关于“细胞的分子构成”“细胞的结构”以及“细胞的代谢”内容的基础上,进一步阐释细胞生命活动(物质交换、新陈代谢)与内环境之间的关系以及内环境的理化特性与成分的相对稳定(稳态)对于细胞生存的意义。内容从“结构与功能观”出发,强调内环境对于机体生命活动的重要作用以及机体对于内环境稳态的维持,这为后续几章机体系统调节做好铺垫。由于后续几章将分别详细介绍神经系统、内分泌系统和免疫系统在实现内环境稳态中的调节作用,因此本节仅作宏观介绍,着重从整体角度对内环境稳态的意义进行阐述,为树立“稳态与平衡观”奠定基础。另外,由于所有的生命系统都存在于不断变化的环境之中,稳态与平衡是普遍存在的基本特征,所以,对于该生命观念的认识还将从个体水平延续贯穿至高中生物学选择性必修2《生物与环境》的生态系统水平。

2. 本章各节之间的关系

两节分别介绍了内环境(细胞外液)是机体细胞生存的环境,内环境稳态的意义及维持两部分内容。第1节可依靠学生已有的知识结构,通过分析血细胞与血浆间的关系,进而归纳细胞外液是机体细胞赖以生存的环境——内环境,然后从结构与功能角度认识机体细胞与内环境的物质交换,内环境各部分间的物质交换,以及内外环境间的物质交换。第1节重在阐述内环境的组成及其作用,从结构与功能角度为第2节内环境稳态的维持奠定基础。第2节则通过对内环境各种理化特性动态稳定的表现,归纳出内环境稳态是机体正常生命活动的保证,而这是在神经、内分泌、免疫等多种系统器官功能的协调统一下得以实现。强调内环境稳态的调节与维持是正常生命活动的前提条件。

本章概念包括血浆、组织液和淋巴等共同构成高等动物细胞赖以生存的内环境;内环境是机体细胞与外界环境进行物质交换的媒介;机体各系统参与内、外环境之间的物质交换;内环境的稳态是机体正常生命活动的基础;机体通过“神经—内分泌—免疫”网络调节各器官系统协调统一地共同完成各项生命活动以维持内环境稳态等。各概念之间的关系如图1-1所示。

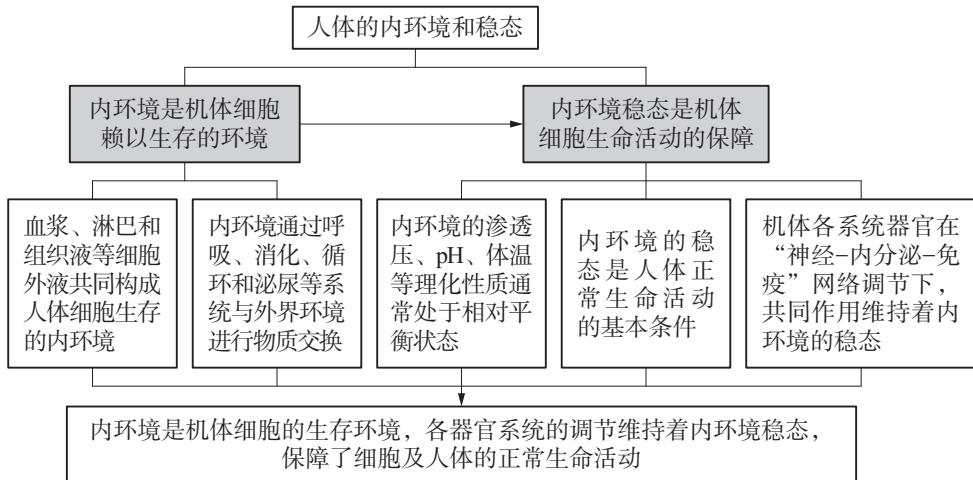


图 1-1 第 1 章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

通过实验观察、读图等活动,理解机体细胞的周围环境对于其生存的重要性,归纳出内环境的概念及其组成;通过构建概念图,运用“结构与功能观”阐述内环境各组成成分(血浆、组织液和淋巴)间以及机体内、外环境间的物质交换;通过实验观察、列举等方法,分析内环境各种理化性质对于细胞生存的影响,归纳出内环境稳态的概念,从“稳态与平衡观”和“物质与能量观”出发,阐明内环境稳态是生命系统的基本特征,也是机体生存的必要条件。

运用科学探究的基本方法,通过实验设计及结果分析,培养科学探究能力,提升科学思维意识和能力,加深对内环境稳态是生命活动中的重要特征和基本条件的认识,在帮助学生巩固“稳态与平衡观”的同时,提高其运用生命观念进行科学思维与科学探究的能力。

通过列举并分析实验及生活中内环境变化引起的机体调节过程,运用“稳态与平衡观”和“结构与功能观”等生命观念,阐述机体是在“神经-内分泌-免疫网络”调节下的各系统共同实现内环境稳态的维持。通过分析稳态失调认识到内环境稳态的打破会对人体健康产生严重的影响,以此促进学生养成良好的健康意识和生活习惯。

四、本章课时建议

本章建议 4 课时,具体见表 1-3。

表 1-3 第 1 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 内环境是机体细胞赖以生存的环境	1
第 2 节 内环境稳态是机体细胞生命活动的保障	2
学习交流与评价	1

其中,第 2 节中的探究·实验 1-1“探究生物体维持 pH 稳定的机制”1 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能运用“结构与功能观”“物质与能量观”说明血浆、组织液和淋巴等细胞外液是共同构成机体细胞生存的内环境；举例说明它们之间密切联系，是细胞与外界环境间物质交换的媒介；认识到正常情况下，内环境能够维持理化特性与各种物质成分的相对稳定——“稳态”。学生是否能理解稳态是细胞及机体正常生命活动的保障；认识到内环境稳态是在“神经-内分泌-免疫”网络调节下，通过体内各系统器官的协调活动得以实现的；树立“稳态与平衡观”等生命观念。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能在分析相关生物学事实的基础上，运用归纳与概括的方法，用文字或图示的方式表达和解释内环境的组成及相互间的关系；应用概念图等说明细胞、内环境和外界环境之间的物质交换的方式与途径；通过实例阐释机体通过“神经-内分泌-免疫”网络协调不同系统器官功能，共同维持内环境的相对稳定。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能设计探究实验方案，合作完成“探究生物体维持 pH 稳定的机制”实验，准确地记录实验结果，进行合理分析与讨论，形成结论，最后完成实验报告，并与其他组开展交流；是否能规范熟练地使用实验器具如 pH 传感器或 pH 计进行测定，运用合适的电脑软件绘制图表。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能认识到人体内环境的稳态维持能力是有一定的限度，人体内环境稳态的破坏会对人体健康产生严重的影响，从而促进学生养成健康的生活习惯。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题，其目的是帮助学生在学完每节内容后检查相关学习目标达成情况，通常围绕各节聚焦的核心概念和学科核心素养进行。

第 1 节自我评价的第 1 题要求学生对汗液、唾液和尿液是否属于内环境进行辨析，考查其对内环境的概念及组成的掌握和理解（生命观念水平 2、科学思维水平 2）。第 2 题要求学生基于内、外环境间的物质交换途径列出参与机体细胞与外界环境进行气体交换的系统（生命观念水平 2、科学思维水平 2）。第 3 题要求学生用文字和箭头绘制概念图形式说明细胞及内环境间物质交换关系，锻炼学生对掌握知识的归纳概括能力（生命观念水平 2、科学思维水平 3）。第 4 题要求学生基于掌握的细胞与内环境物质交换的规律，对具体案例中药物在体内的运送途径进行描述，进一步发展学生运用知识的演绎推理能力，同时培养其科学思维意识（生命观念水平 3、科学思维水平 3）。

第 2 节自我评价的第 1 题围绕内环境稳态的意义与维持设置了 3 道选择题。第(1)题辨析内环境稳态的真正意义（生命观念水平 2），第(2)题分辨大量出汗后快速饮用大量纯净水可能造成的危害

(科学思维水平 2),第(3)题理解机体理化因素变化时内环境稳态维持的原理(生命观念水平 2)。第 2 题要求运用“稳态与平衡观”,分析引起中暑、高原反应、糖尿病等各种内环境稳态失调的原因,提出恢复内环境稳态的措施。旨在培养学生养成积极健康的生活习惯和重视疾病预防的生活意识,同时形成关注生命的社会责任意识(生命观念水平 3、科学思维水平 3)。

(2) 学业评价

本章设置了 4 道学业评价题。题目设置围绕本章核心概念,侧重对基本生物学概念的掌握和生命观念的构建及其理解应用。评价题包含了 3 道综合题和 1 道讨论题,均以图示或真实情境为题干。每道综合题都设计了多个问题,问题的呈现形式有填空、选择、图示、简答等。

第 1 题:本题要求学生从“结构与功能观”出发,运用所学的细胞依靠内环境与外界环境进行物质交换的相关原理,根据机体细胞和内、外界环境间的物质交换示意图进行判断与分析。第(1)小题根据图示中物质及其流动方向推测内环境的各组成及与外界环境物质交换所通过的系统器官(生命观念水平 2、科学思维水平 2)。第(2)小题根据给出的机体中(包括细胞内、内环境和体内与外环境相通的部分)进行的各种生理活动,判断其发生所处的场所(生命观念水平 2、科学思维水平 2)。第(3)小题比较各种细胞分布的具体部位,找出可同时与不同内环境进行物质交换的细胞(生命观念水平 2、科学思维水平 3)。第(4)小题根据机体细胞依靠内环境,进而通过体内各系统与外界环境进行物质交换的规律,对内环境中具体物质的来源和去路进行推测分析(生命观念水平 3、科学思维水平 3)。

第 2 题:题目要求学生根据体内组织的局部显微结构图以及渗透压紊乱造成组织水肿的表现,从“稳态与平衡观”出发,结合相关情境进行分析。第(1)小题根据图示说明内环境物质的交换途径(生命观念水平 2、科学思维水平 2)。第(2)小题根据溶质与渗透压的关系,分析营养不良造成组织水肿的原因,以及有效对策(生命观念水平 2、科学思维水平 3)。第(3)小题根据前一小题对于组织水肿的原因与对策的分析,比较判断其他物质是否也能起到缓解作用(科学思维水平 3)。第(4)小题对于其他可能引起组织水肿的原因进行分析判断(生命观念水平 2、科学思维水平 3)。

第 3 题:题目基于特定的科研实验的情境,给出相关的数据结果,要求学生根据内环境与外界环境间的物质交换的基本原理,通过比较不同给药方式下小鼠内环境中药物的含量及不同部位检测到药物的时间分析相关问题。第(1)小题从各系统参与内、外环境间物质交换角度,比较不同给药组小鼠血液中药物浓度不同的原因(生命观念水平 2、科学思维水平 3)。第(2)小题从内、外环境间物质交换途径,分析不同给药组小鼠药物体内运送的时间不同的原因(生命观念水平 2、科学思维水平 3)。第(3)小题要求用图示描述药物在体内代谢与运送的途径(生命观念水平 2、科学思维水平 3)。

第 4 题:要求学生能够从人体内环境“稳态与平衡观”出发,分析一则“养生建议”的科学性。引导学生结合运用所学知识,对日常生活中相关社会现象进行科学理性的分析与判断,关注健康生活(社会责任水平 3)。

第1节 内环境是机体细胞赖以生存的环境

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 分析实验现象,阐明细胞外液为机体细胞提供适宜的生存环境。
- (2) 利用图示,说明构成内环境的血浆、淋巴和组织液之间的物质交换关系。
- (3) 通过构建概念图,简述人体各系统参与机体内、外环境间物质的交换。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.1.1、1.1.2、1.1.3 以及相关教学活动建议设定的。

目标(1)要求除了学习细胞外液相关知识外,还能够基于观察的生物学事实形成生物学概念(水平 2)。目标(2)要求运用“结构与功能观”,通过图示说明内环境中各组成之间的物质交换规律,阐释内环境在细胞与外界环境之间的媒介作用(水平 3)。目标(3)要求运用已掌握的细胞与内环境之间关系的生物学知识,结合实例,归纳形成概念图以阐述内、外环境间物质交换的途径(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.1.1、1.1.2 和 1.1.3 选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 1-4)。

表 1-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞外液组成高等动物细胞赖以生存的内环境	血浆、组织液和淋巴等细胞外液组成了高等动物机体细胞赖以生存的内环境
	血浆、组织液和淋巴之间时刻进行着物质交换
	机体细胞与内环境直接进行物质交换,也参与了内环境的形成与维持
内环境是机体细胞与外界环境进行物质交换的渠道	机体通过呼吸、消化、循环和泌尿等系统器官进行内、外环境之间的物质交换

3. 学习内容

本节重在阐述内环境的重要作用,即内环境与细胞及外界环境之间的关系。节引言首先从人体最基本的结构功能单位——细胞出发,阐述其生存环境由液体环境所包围,而这些含有各种物质的液体在机体内不断流动。然后直接提出两个关于液体环境重要性的问题:“细胞和液体环境间存在怎样的关系?”“液体环境对细胞新陈代谢有什么作用?”通过课前活动“血液分层实验观察”,使学生

可以运用初中阶段已建立的概念,从血浆的成分图中思考、讨论并总结出血细胞与血浆两者间的关系,从而延伸至对所有机体细胞所处生活环境作用的认识。

第1目:细胞外液是机体细胞生活的内环境。教材首先列举高等动物体内不同类型的组织细胞,尽管形态、排列、功能各不相同,但无论其周围空隙大小,总有液体包围或与其接触。文中通过不同机体细胞的显微照片加深学生对细胞外液的认识。结合课前活动的结论,自然地引出本节的内容:这些为细胞提供生存环境的细胞外液,被称为“内环境”。此处通过教材图1-3列举出机体不同部位的细胞外液,概括血浆、组织液和淋巴各自的生理作用,并用饼状图对机体的各种体液含量进行了直观呈现,这既利于对事实性知识的直观把握,又能帮助学生把细胞内液和细胞外液有机联系起来。此目重点强调内环境对细胞的作用是其生存环境,进行直接的物质交换。通过正文叙述和教材图1-4中箭头的指示,帮助学生认识机体细胞与内环境间的物质交换,解答了节引言中关于液体环境对于细胞新陈代谢的作用的问题。同时也直观地呈现了物质在内环境各组成部分之间的交换过程与规律。此处对于毛细淋巴管处的结构与物质交换以及淋巴循环功能进行了较详细的描述,用以弥补学生可能对此解剖学知识的欠缺,也为后续免疫系统相关知识的学习做好铺垫。此目最后从“物质与能量观”的角度,对细胞与内环境的关系进行阐述。使学生认识到内环境给机体细胞提供了包括各种物质在内的生存条件,同时细胞也通过自身的物质能量代谢参与内环境的构成与维持,两者相互依靠、相互影响,可以从中培养学生辩证的科学思维。

第2目:呼吸、消化、循环和泌尿等系统参与内、外环境间的物质交换。此目的重点在于强调内环境对细胞的重要作用还体现在它是细胞与外界环境进行物质交换的媒介,这种关系是依靠机体内各器官系统参与完成的。机体通过呼吸系统、消化系统、泌尿系统和循环系统共同架起沟通内、外环境的桥梁,通过各种方式完成了两者的物质交换。由此通过“细胞-器官系统-整体”理解人体是一个结构功能高度统一的整体,认识到局部与整体是相互影响、相互服务的关系,以利于学生巩固“结构与功能观”。最后通过列举临幊上出现的因器官病变引起内、外环境交流障碍而造成内环境被破坏,鼓励学生能运用所学解释某些器官系统功能障碍可能引起的人体内环境紊乱,从而培养学生的科学思维和健康意识。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 以学生熟悉的已学知识为基础,通过问题导入学习

经过初中生物学及高中生物学必修1《分子与细胞》的学习,学生已经非常熟悉水在细胞构成与功能中的重要性。在此基础上可以事先设置提问或讨论,如人体中水的含量是多少?水的功能有哪些?除了细胞内部,人体中的水通常还存在哪些地方?在复习所学的同时,自然地导向节引言中关于细胞外液功能的相关问题,引起学生知识关联性的思考。关于细胞外水分布的问题,学生可能会说出许多相关的内容,如血液、组织液、淋巴、脑脊液、汗液、尿液等,这为后续引出体液、细胞外液等内容,同时区分这些是否属于内环境做好铺垫。

(2) 课前活动“细胞的生存环境”展示细胞与液体环境的关系

学习过程要充分体现问题的贯穿和引导。首先通过现象提出问题：原本均匀的血液出现分层的现象说明什么？引出血液的组成：血细胞和血浆由于比重不同，所以静置后会导致血细胞下沉位于底部。再提问是否了解血液对于身体的重要性？大多学生基本都有所掌握：通过流动参与各种物质的运输，包括营养物质、O₂ 和代谢废物等。然后引入核心问题：血细胞和血浆共同参与物质运输功能，那么血浆对于血细胞有什么作用呢？利用图示使学生仔细了解血浆的成分，引导学生运用高中生物学必修1《分子与细胞》所学的 O₂、无机盐、葡萄糖等各种成分所具有的生物学作用，通过知识的迁移，讨论归纳出：血浆作为血液的重要组成部分，不仅向全身输送着各种生命活动必需的物质，同时也为悬浮其中的各种血细胞提供直接的生活环境。最后提示学生思考“人体的其他机体细胞是否都有着类似作用的液体环境？”通过讨论了解机体细胞与细胞外液作用关系的普遍性，为内环境的提出做好铺垫。

(3) 通过具体实例，应用图示和概念图揭示内环境与外界环境的物质交换

该内容教学重在阐明内环境与外界环境的物质交换，理解内环境是沟通机体细胞与外界环境之间的媒介，从而构建人体细胞与外界环境的物质交换模型。用概念图的方式正确表达规律，进而用其解释相应的生命现象。

鉴于学生对人体生理学知识的掌握程度，对于内环境如何与外界环境进行物质交换的内容会稍显生疏，所以可以从整体与系统的角度提出具体情境问题，如人体如何从外界获得葡萄糖、氨基酸、脂类等生存所需的营养物质？又通过哪些器官排出体内的代谢废物？引导其思考人体参与的相关系统功能，然后组织学生对第2目正文和教材图1-5仔细阅读，了解各器官系统摄入的物质都是先进入内环境、而排出的物质也都是来自内环境，由此建立内环境通过机体各系统与外界环境进行物质交换的概念。在此过程中指导学生通过绘制概念图的方法将内环境和外界环境之间交换的物质、途径、方向等进行梳理概括，既练习构建概念模型的方法，又进一步加深相关概念的理解。在此基础上还可以结合高中生物学必修1《分子与细胞》物质代谢相关知识，通过特定的情境对体内一些物质的来源和去路进行更深入地讨论，以提高科学思维素养，加强“物质与能量观”和“结构与功能观”等生命观念的巩固与运用。

通过此部分学习，结合前面已经掌握的细胞与内环境的关系，自然地总结出内环境是机体细胞与外界环境之间沟通的渠道这一概念。

2. 栏目使用建议

本节设置了科学史话“贝尔纳与‘内环境’”。本栏目组织学生根据史实材料，对科学思维中的一些观点进行辨析和探讨，既学习了科学家实验探索的过程，提高思考归纳的能力，也加强了批判性思维的培养。法国的实验生理学家贝尔纳是正式提出“内环境”概念的科学家，他提出此概念并加以阐释，并非心血来潮、一蹴而就，而是经过长时间的科学探索而逐渐形成的科学思想。

关于肝脏糖原合成作用的验证是贝尔纳自己认为最重要的成就。在这过程中，具备较为全面的批判性思维是科学理论革新、科学方法创新的必备条件。贝尔纳摆脱传统与权威的束缚，对没得到验证的论断保持怀疑的态度，不人云亦云；同时他并不盲目怀疑一切，而是相信科学，相信复杂的生命现象始终存在着一个真实的物理化学基础；不通过主观臆断或推测干扰真正的科学实验工作，而

应该运用实验方法分析比较才能揭示科学真相。

三、拓展资料

1. 血浆

血浆是血液的重要组成部分,呈浅黄色(因含有胆红素)的液体。血浆相当于结缔组织(血液属于结缔组织)的细胞间质,血细胞悬浮于其中。血浆的主要作用是运载血细胞,运输维持人体生命活动所需的物质和体内产生的代谢废物等。血浆的组成极为复杂,水分占90~92%,其他10%溶质以血浆蛋白为主,并含有电解质、糖、脂类、氨基酸、激素类等重要组成部分及各种代谢废物。

血浆蛋白是多种蛋白质的总称,可分为白蛋白、球蛋白和纤维蛋白原三类。血浆蛋白质的功能有:维持血浆胶体渗透压;组成血液缓冲体系,参与维持血液酸碱平衡;运输营养和代谢物质,血浆蛋白为亲水性胶体,许多难溶于水的物质与其结合变为易溶于水的物质;血浆蛋白分解产生的氨基酸可用于合成组织蛋白质或氧化分解供应能量;此外,还有参与凝血和免疫作用。血浆的无机盐主要以离子状态存在,正负离子总量相等,保持电中性。这些离子在维持血浆晶体渗透压、酸碱平衡,以及神经-肌肉的正常兴奋性等方面起着重要作用。血浆的各种化学成分常在一定范围内不断地变动,其中以葡萄糖、蛋白质、脂肪和激素等的浓度最易受营养状况和机体活动情况的影响,而无机盐浓度的变动范围较小。血浆的理化特性相对恒定是内环境稳态的重要表现。

2. 组织液

组织液(tissue fluid)是存在于细胞之间的液体,又名细胞间液(interstitial fluid)。组织液大量存在于动植物体内,是组织细胞直接生活的液体环境,可与细胞进行物质交换,是组织细胞进行代谢的必要条件。此外,组织液还可对细胞产生缓冲和保护作用。

在动物体内,组织液可由血浆在毛细血管动脉端滤过管壁而生成,与组织细胞进行物质交换后,再经毛细血管静脉端或毛细淋巴管回流入血液或淋巴。组织液基质是一种无色透明的凝胶状物质,化学成分主要是蛋白多糖、糖蛋白和水,通常不能自由流动,因此不会因重力作用流到身体的低垂部位,也不能从组织间隙中被抽出。但凝胶中的水及溶解于水的各种溶质分子的弥散运动并不受凝胶的阻碍,仍可与血液和细胞内液进行物质交换。

3. 淋巴

淋巴(lymph)也叫淋巴液,是在淋巴管内流动的无色透明液体,由组织液渗入淋巴管后形成。淋巴管的结构与静脉相似,分布在全身各处。淋巴在淋巴管内循环,最后流入静脉。淋巴管中含有主要来自淋巴组织和淋巴器官的各种淋巴细胞,以及抗体等免疫活性物质,可以参与清除体内一些坏死或变异的细胞、细菌、病毒等病原体,对于人体的免疫系统有着至关重要的作用(相关免疫功能详见本册第4章内容)。

淋巴除了为各类免疫细胞提供生存环境、参与机体的免疫机能外,还具有其他的生理意义:①组织液中的蛋白质分子不能通过毛细血管壁进入血液,但比较容易透过毛细淋巴管壁而形成淋巴的组

成部分。每天有 75~200 g 蛋白质由淋巴带回血液。②肠道吸收的脂肪,80%~90% 是由小肠毛细淋巴管吸收入淋巴的。③调节血浆和组织液的液体平衡。每天生成的淋巴有 2~4 L 回到血浆。

4. 血浆、组织液、淋巴的联系与区别

血浆从毛细血管渗出形成组织液,组织液进入毛细淋巴管形成淋巴,淋巴回流进入血液循环后又成为血浆(图 1-2)。它们都是机体细胞的液态环境,共同构成内环境,除蛋白质外的其他成分相似。

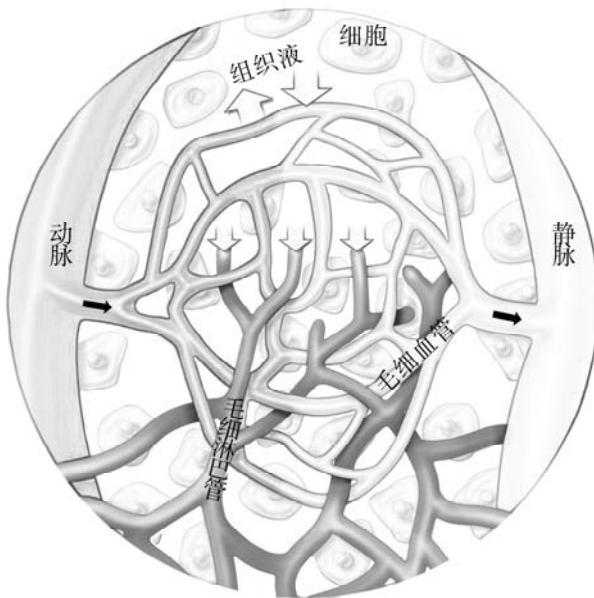


图 1-2 局部组织中血浆、淋巴和组织液的物质流动

三者的区别主要在于:

- ① 生活的细胞不同。组织液是组织细胞直接生活的环境;血浆是血细胞生活的环境;淋巴是淋巴细胞和吞噬细胞直接生活的环境。
- ② 所处环境不同。组织液存在于组织细胞的间隙中,又称为细胞间液;血浆存在于血管中;淋巴存在于淋巴管中。
- ③ 蛋白质等的含量不同。由于血浆蛋白基本无法穿出毛细血管管壁,所以血浆中的蛋白质含量要多于淋巴和组织液中的蛋白质含量。

5. 人体内环境与外界环境的物质交换

人体除了部分体表或管腔面(消化道等)的上皮细胞外,绝大多数机体细胞都须与内环境进行物质交换。机体内环境与外环境之间通过各种系统器官进行物质交换:

- ① 呼吸系统(包括鼻、咽、喉、气管、支气管和肺):摄入 O₂,排出气体性代谢废物 CO₂。
- ② 消化系统(包括口腔、咽、食道、胃、小肠、大肠、肛门以及各消化腺):主要参与物质的摄入,以及少量代谢废物(如肝脏排出血红蛋白代谢产物胆色素,大肠黏膜排出无机盐等)的排出。
- ③ 泌尿系统(包括肾、输尿管、膀胱和尿道):参与排出体内溶于液体的代谢废物。
- ④ 皮肤:代谢废物以汗的形式由汗腺分泌排出体外,其中除水外,还含有氯化钠和少量尿素等。

⑤ 循环系统：负责各种物质在体内不同器官、系统间的物质运送。

6. 贝尔纳的科学贡献

贝尔纳(C. Bernard)是法国实验生理学家。他是现代实验生理学和实验医学的倡导者，通过物理化学的实验研究手段获得了多项重大发现。

1846年，贝尔纳通过实验发现胰液在脂肪消化吸收中的重要作用；1848年，他发现肝脏的糖生成作用，以后又证明了肝脏还是贮存和分配糖的器官；1851年和1858年，分别发现血管收缩神经、血管舒张神经，贝尔纳证实了由于这些神经的作用，在炎热时节皮肤血管扩张，释放多余的热量，而在寒冷时则收缩以保存热量，使身体保持在一个稳定的状态下免受外界的影响。贝尔纳对药物及毒物代谢也有研究，发现箭毒可阻断神经—肌肉接头，一氧化碳中毒是由于一氧化碳取代了红细胞中氧的结合位点等。

贝尔纳大力倡导整体生命观，视人体为统一的功能体，各部分的不同功能密切相关，他于1857年提出的“内环境”概念，已成为生理学中的一个指导性理论。他在1865年出版的《实验医学研究导论》一书被认为是生理学发展史上的一个里程碑。书中讨论了内环境稳定的重要性，拒绝用“生命力”概念来解释生命，强调要用有计划的实验来对一个清楚的假设加以验证以判定其正确与否。贝尔纳所倡导的实验方法也被现代医学所接受，可以说是现代医学的定型者和完成者。

1927年，《实验医学研究导论》被美国生理学家亨德森(L. J. Henderson)翻译为英文，这使贝尔纳理论和思想的影响范围进一步扩大。同时，亨德森在研究中发现血液因含有多种化学物质而具有缓冲作用，这为人们从体液平衡角度思考内环境稳定提供了科学支撑。亨德森的同事、美国生理学家坎农(W. Cannon)则在“内环境”理论基础上，通过对肾上腺与交感神经间功能的研究，于1926年正式提出了“稳态”的概念。从此，内环境及其稳态真正成为现代生理学乃至生命科学的重要研究内容之一。

第2节 内环境稳态是机体细胞生命活动的保障

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 通过图示、实验观察和列举等，阐述内环境理化特性的稳定状态。
- (2) 基于物质与能量观，阐释内环境理化特性维持稳定是机体正常生命活动的保证。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.2.1、1.2.2 以及相关教学活动建议设定的。目标(1)要求以机体各种内环境理化特性表现的事实为基础，形成对内环境保持相对稳定状态的认识，并用文字、图示、实验观察等方式正确进行表达(水平 2)。目标(2)要求从“物质与能量观”出发，通过对内环境的温度、pH、渗透压、血糖等理化特性的分析，说明稳态是机体正常生命活动的保证(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.2.1 和 1.2.2 选取的，教材通过系列生物学事实来概述(表 1-5)。

表 1-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
内环境中各种理化性质处于平衡状态	内环境的渗透压、pH、温度、血糖等理化性质通常都保持相对稳定的状态
内环境稳态是正常生命活动的基本条件	内环境稳态是一种动态平衡，是多细胞生物在进化过程中形成的一种适应机制
	内环境稳态对于机体正常生命活动具有重要意义
机体系统和器官共同调节以维持内环境稳态	机体系统和器官的活动共同维持内环境稳态
	“神经-内分泌-免疫”网络是内环境稳态维持最主要的调节者
	人体维持内环境稳态的调节能力有一定限度

3. 学习内容

本节的重点在于内环境稳态的意义，如何帮助学生掌握正确的稳态概念，培养“稳态与平衡观”等生命观念，并运用此观念正确分析理解人体正常的生理表现及稳态失调的原因是该部分的难点。

本节通过 3 目内容进行阐述。首先节引言从健康生活角度出发，通过分析体检指标的生理意义和补液用的生理盐水的作用，引起学生对内环境的各种理化因素对细胞生活影响的思考。课前活动

“环境离子浓度对红细胞的影响”引入渗透压概念。由于不同浓度的胞外溶液与细胞内液之间渗透压的差异,引起细胞失水或吸水程度不同而对细胞的外部形态造成影响甚至破坏。从实验现象分析原因有助于培养基于事实进行比较、分析与概括的科学思维能力,也有助于理解内环境理化性质的变化对细胞产生的影响。

第1目:内环境中的各种理化性质处于相对平衡状态。从课前活动得到的初步结果出发,通过图示及文字说明的方式展现了各种内环境的理化性质(如渗透压、温度、pH和血糖浓度等)在机体内的正常表现和变化规律,归纳出正常人体内环境理化性质和物质浓度尽管常常波动但总是处在一定的范围内,即相对稳定状态。

第2目:内环境稳态是正常生命活动的基本条件。基于上述内容的归纳,正文很自然地导出本节的核心概念——内环境稳态是正常生命活动的基本条件。通过教材图1-12对机体局部功能的描述,直观地总结了内环境稳态对生命活动的意义。同时也强调了内环境稳态是多细胞生物进化过程中形成的对环境耐受能力提高的适应机制,树立“稳态与平衡观”的同时也融入了“进化与适应观”。

为加深学生对内环境稳态生理意义的理解,此处辅以实验“探究生物体维持pH稳定的机制”,要求学生基于给定的实验条件设计并实施探究实验,以pH为例阐释生物体内环境对理化因素变化的调节适应能力。此要求重在根据条件设计实验,观察记录结果,利用合适的软件绘制并分析实验结果,培养综合的科学探究能力。同时,通过资料查阅对临床疾病中“酸中毒”和“碱中毒”病因的了解,有助于学生理解健康生活方式对于维持人体内环境的稳态、疾病预防的意义,进一步巩固“稳态与平衡观”等生命观念。

第3目:机体系统和器官共同调节以维持内环境稳态。在提出机体如何通过调节维持内环境稳态的问题中,再次将视角由局部回归整体。此处通过呼吸调节的实验和病毒性感冒引起的机体调节两个例子,归纳出个体生命活动中内环境稳态的维持主要是在机体的神经系统、内分泌系统和免疫系统的调节下得以实现的。它们通过各自的方式相互联系、协调统一,形成整体性的“神经-内分泌-免疫”调节网络,调动各器官系统的功能,共同维护这个高度复杂生物体的正常生命活动,使得“稳态与平衡观”和“结构与功能观”两大生命观念达到融合。此处对三大调节系统功能只从宏观做一般介绍,强调重要性,为后续几章内容的具体展开做好铺垫。值得注意的是,免疫系统并非只在疾病发生时才开始产生作用,因为任何时刻机体都有入侵的病原微生物和变异的细胞存在,所以免疫系统始终进行着监测、识别和清除的工作,只是疾病时效应更明显或剧烈。

最后,还应使学生认识到生命活动调节既有其规律也有其限度,如果内、外环境各种因素变化过于剧烈而超出机体调节能力的范围,那么内环境稳态就会遭受破坏,引起疾病甚至危及生命。“自我评价”栏目中利用疾病表现的列举分析,使学生能理解中暑、腹泻等常见的稳态失调表现,在培养科学思维的同时关注内环境稳态与人体健康的关系,并且领悟“过犹不及”“物极必反”等哲学思想,从而对“稳态与平衡观”达到更完整的认识。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中,课堂教学1课时,实验与活动教学1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 情境设置,通过生活问题导入学习

节引言部分以学生较为熟悉的生活经历为情境,以常见的血液化验指标和静脉输液作为切入点,提问临床检测这些指标的目的和使用生理盐水的原因以引发学生的思考。在学生思考讨论的基础上,以生理盐水为例,进一步提出如果用其他不同浓度的 NaCl 溶液会怎样?以此为下一步进行实验观察做好铺垫,同时也传递了健康生活的理念。

(2) 通过课前活动,引导学生认识内环境理化特性相对稳定及其意义

为理解内环境理化性质的相对稳定对于细胞正常生活的重要性,以及解答本节引言所提出的问题“临幊上使用生理盐水的作用”,此处安排一个针对性的课前活动,通过观察实验结果,分析归纳,得出环境因素的改变对于细胞生活的影响。本活动从一个内环境的理化因素“渗透压”出发,测试血细胞在不同浓度的 NaCl 溶液中的形态表现。渗透压是一个重要的理化性质,而学生对于此概念的理解并不很明确。这里并未对渗透压进行详细的解释,而是通过表述客观事实:渗透压大小取决于溶液中溶质颗粒数以及水分会由低渗透压向高渗透压方向扩散的现象进行感性认识。然后提出问题“如果机体血浆中渗透压高于或低于红细胞内液的渗透压时,会对红细胞产生怎样的影响?”学生就可以先行进行预测可能发生的现象。

活动中用不同浓度 NaCl 溶液替代血细胞的内环境——血浆的改变,以模拟血浆渗透压发生变化的情况。学生根据给出的实验现象,能够分析出各浓度 NaCl 溶液与血细胞内液的渗透压的大小关系——只有两者相同才能保证细胞形态的正常,更重要的在于认识到血浆渗透压不同对血细胞产生的影响甚至损伤。

“思考与讨论”除了找出与血浆渗透压相同的 NaCl 溶液浓度外,还通过问题引导到一般机体细胞内液和周围组织液渗透压大小关系,帮助学生建立细胞和内环境间渗透压通常维持稳定的概念,解答了引言所设置的“临幊上使用生理盐水”的问题,同时也为正文强调内环境稳态重要性做好铺垫。第 2 问则是对红细胞放入一种与细胞内液渗透压相同但溶质能自由扩散的溶液中产生结果的预测,锻炼学生综合运用生物学知识对结果进行分析预测的科学思维能力。

(3) 通过探究实验,帮助学生理解机体内环境维持稳态的机制

学习了内环境稳态的概念之后,为进一步加深学生对其理解,认识内环境的稳态对于细胞正常生活的重要性,在第 3 目前安排探究实验。学生以测试生物体维持 pH 稳定的机制为例,感受在一定范围内变化的环境条件下,机体能依靠自我调节机制维持其稳态。

实验前可以利用已经学习的血浆 pH 范围设置问题导入,正常人体血浆的 pH 范围是多少?为什么能够维持在 7.35~7.45?然后明确实验目的与要求,鼓励并指导学生根据所提供的实验设备与条件,充分发挥科学思维进行探究实验设计。最后通过组织讨论,分析实验结果,交流实验经验。

该部分的结果分析中要求利用合适的软件绘制折线图建立该实验模型,并运用本节已学内容进行结果分析,由此总结出血浆与缓冲液都具有一定的维持 pH 稳定的能力。最后要求学生通过查阅资料,搜集了解关于“酸中毒”和“碱中毒”的原因与危害。该学习过程可以培养学生的实验设计、实验操作、结果采集、软件处理建模、科学分析以及团队协作等科学探究能力。通过实验获得和巩固理

论知识,加强“稳态与平衡观”等生命观念,认识科学探究从感性到理性,从实验现象到科学理论的过程,同时也促进社会责任观念的形成。

(4) 运用稳态平衡观,关注生活,拥抱健康

学生通过学习建立的内环境稳态相关概念以及“稳态与平衡观”,与日常生活密切相关,因此,建议通过创设活动以加强对概念的理解和观念的巩固,更进一步达到培养学生社会责任感的目标。可以选择常见的生活现象或相关疾病,如空气污染,高钠、高糖饮食,肾炎、肺炎等器官系统功能障碍或饮食不规律造成消化不良、肠炎,睡眠长期不足引起免疫功能下降等来创设情境。然后,引导学生运用已有的概念和教材中相关的图文资料,分析并交流它们对人体及机体细胞造成的影响或危害。在此基础上,通过资料查询和讨论提出对现象或疾病防治的认识。最后,引导学生对于日常生活习惯或方式进行反思并交流,达到认同倡导健康生活理念的目标,落实学科的社会责任。

2. 实验与活动建议

探究·实验 1-1 探究生物体维持 pH 稳定的机制

实验通过比较血浆、磷酸缓冲液、蒸馏水对 pH 变化的调节能力,使学生更好地理解机体内环境维持理化特性相对稳定的特点。同时,本实验过程培养学生探究实验的设计、实验器具的熟练运用、实验数据记录、结果处理分析以及团队合作和表达交流等综合能力。教学过程中宜采用启发式教学与探究式实验相结合的方式。

(1) 实验器具、材料准备与处理

实验前需要配制试剂和准备样品,如缓冲液、 0.1 mol/L 的 NaOH 和 HCl 溶液,以提高课堂效率。(注:也可以用乳酸溶液和 Na_2CO_3 溶液替代酸碱液以模拟体内状况。)

关于生物组织材料的选择,推荐选择动物(鸡、鸭)的抗凝血浆,并不建议选择植物(黄瓜、青菜等)汁液或动物组织(肝)的匀浆。由于这些来自动植物组织的匀浆液体含有大量的细胞内液,尽管效果上可以模拟,但是并不符合内环境概念,不能体现实验的根本目的。如果市场上鸡鸭血获取有困难,可以购买山羊血清或牛血清、鸡蛋清(用蒸馏水稀释 5 倍)加以替代,也可由学生开拓思路寻找合适的替代材料。

在传统的实验教学中,常使用 pH 试纸测定溶液 pH,由于 pH 试纸的灵敏度、颜色的区分度、颜色判断的时效性等问题影响实验结果的准确性。本实验推荐更灵敏的 pH 计或 pH 传感器,但需要学生能够掌握相关仪器的使用、清洗和维护方法,因此建议课前对学生进行适当的培训,以节省课堂时间,提高实验效率。

(2) 实验设计

控制变量是探究实验设计的关键。教师首先可以帮助学生复习关于生物学实验设计的关键要素,在明确本实验的目的后,引导学生据此形成实验假设,并进一步提问:本实验中的变量是否是单一变量?自变量(酸碱液滴加数)和因变量(pH)分别是什么?自变量控制和因变量检测的方法是什么?可能会影响实验结果的无关变量有哪些?如何控制其他变量(温度、样品量)?给学生 5~8 分钟的时间,让他们根据给出的实验材料、实验器具,通过小组讨论完成实验步骤设计。其间教师巡视各

组,听取实验设计并对科学性和可操作性进行判断和建议。

(3) 实验实施

由于需要对不同的样品进行 pH 测定,应先对实验设备进行检测与预实验。小组可以按 2~4 人/组,也可以按具体实验设备数(尤其 pH 计或 pH 传感器)安排小组数量。学生按照设计的实验步骤,先进行组内适当的分工,如滴加酸碱液、使用 pH 计或 pH 传感器的测量和清洗、测量结果的记录等,然后开始实验的具体实施。使用 pH 计测量时要注意实时记录结果。如使用 pH 传感器与电脑连接,利用配套软件可实时测量并记录溶液的 pH,由电脑自动生成变化曲线。

实施步骤中的注意事项:NaOH 和 HCl 具有腐蚀性,必须注意安全操作;每次滴加的酸或碱液体积(滴数)应保持一致;滴加后需要用玻棒充分混匀后再进行测量;每次测量后需要立即用清水清洗探测头。

(4) 数据处理

学生将所记录的数据结果输入电脑,利用作图软件绘成曲线图,形成“酸碱对血浆、磷酸缓冲液、蒸馏水 pH 的影响曲线”,如图 1-3 所示。

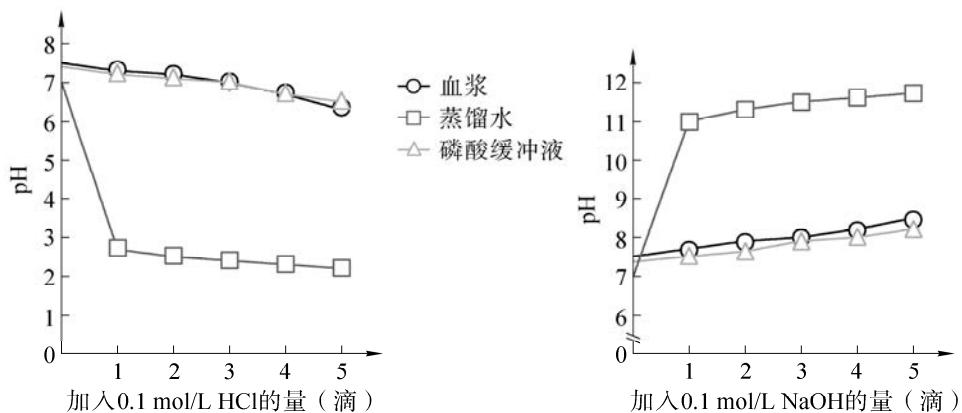


图 1-3 酸(HCl)和碱(NaOH)对血浆、蒸馏水及磷酸缓冲液 pH 的影响

(注:此图仅作为参考,具体数据会因实验条件控制而存在差异)

(5) 分析和讨论

教师可引导学生根据实验结果形成实验结论。从曲线变化幅度判断得出缓冲液与血浆有较强的维持 pH 稳定的能力,而蒸馏水则明显很弱,由此得出内环境中具有的缓冲物质对于 pH 具有重要的调节作用。对可能出现的与假设不完全符合的情况进行分析解释,并组织小组交流,由此反思出影响实验结果的关键因素。教师可以提问并讨论“除了缓冲物质外,人体中还有哪些活动也可以帮助维持 pH 稳定?”由此为后续学习机体系统器官共同协调维持内环境的稳态做好铺垫。课后查阅资料,搜集了解关于“酸中毒”和“碱中毒”的原因与危害,既帮助学生认识到机体维持内环境 pH 能力是有限度的,又引导学生关注社会,培养健康的生活习惯。

3. 栏目使用说明

(1) 广角镜“渗透压的测量”

渗透压是内环境的重要理化特性之一,也是溶液所固有的特性。渗透压的大小取决于溶液中溶

质颗粒数,以及水分子会由渗透压较低的一侧向渗透压较高的一侧扩散。广角镜栏目对蔗糖溶液渗透压的测量进行了介绍,通过图示将此压力直观地展现出来,帮助学生更好地理解渗透压稳定对于细胞内液保持正常的水分、细胞维持正常生命活动具有的重要性。

(2) 广角镜“自身调节”

机体调节稳态的主要方式是神经调节、内分泌调节和免疫调节。除此之外,其实机体还有一种较原始,但对某些局部功能起到调节作用的方式,这就是组织器官的自身调节。这种方式不借助上述三种途径,是组织器官直接对局部环境变化做出的适应性反应,范围相对较小。如毛细血管代谢性自身调节、肌源性自身调节、脑血流和肾血流的自身调节等。在第三目教学完成时进行该内容的补充,使学生对机体调节方式有更完整的认识与理解。

(3) 前沿视窗“人体的‘神经-内分泌-免疫’网络”

在学习了内环境稳态的维持后,学生对神经-内分泌-免疫调节网络有了功能上的认识。这里通过前沿视窗环节,对发现这几种调节方式之间联系的研究历史、相应理论学科的建立及在临床医学中的介入进行介绍,并展望该方面研究在现代精神医学相关机制研究中的前瞻性意义。该内容可以作为课后自主学习的材料,拓展学生的科学视野,引导学生关注社会、关注生活。

三、拓展资料

1. 渗透压

恰好能阻止渗透发生的施加于溶液液面上方的额外压强称为渗透压(简称渗透压)。原理为将等体积的某溶液和水置于U形管中,在U形管中间安置一个半透膜(溶质分子无法透过)(图1-4甲),此时可以见到水会通过半透膜往溶液一端渗透,直至平衡(图1-4乙)。若在溶液上端施加压力,而此压力恰好可阻止水的渗透(图1-4丙),则此压力称为该溶液的渗透压。渗透压的大小与溶液的质量摩尔浓度、温度及溶解质高度相关。荷兰化学家范特霍夫(J. H. van't Hoff)因为在渗透压和化学动力学等方面的研究获得1901年第一届诺贝尔化学奖。

平时所谓的溶液渗透压,简单地说是指溶液中溶质微粒对水的吸引力。溶液渗透压的大小取决于单位体积溶液中溶质微粒的数目:溶质微粒越多即溶液浓度越高,对水的吸引力越大,溶液渗透压越高;反之,溶质微粒越少即溶液浓度越低,对水的吸引力越弱,溶液渗透压越低。在组成细胞外液的各种无机盐离子中,含量上占有明显优势的是 Na^+ 和 Cl^- ,细胞外液渗透压的90%以上来源于 Na^+ 和 Cl^- 。在37℃时,人的血浆渗透压约为770 kPa,相当于细胞内液的渗透压。

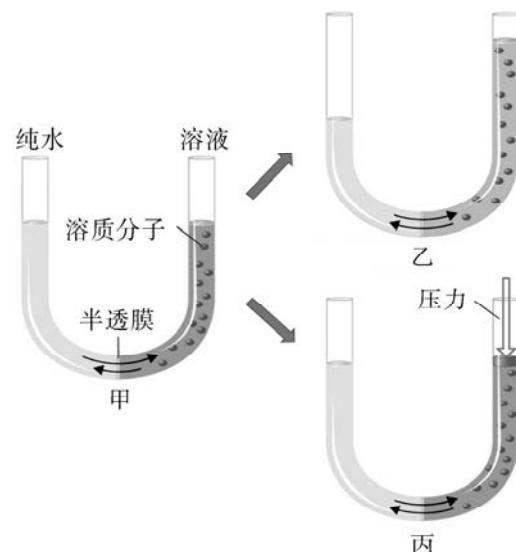


图1-4 溶液渗透压示意图

甲: 初始状态;乙: 水向溶液侧渗透达到平衡;丙: 在溶液一侧施加的压力使液面高度恢复初始状态,此压力大小即为该溶液的渗透压

血浆渗透压主要来自溶解于其中的晶体物质,特别是电解质,称为晶体渗透压。由于毛细血管的通透性,血浆与组织液中晶体物质的浓度几乎相等,所以它们的晶体渗透压也基本相等。血浆中含有大量的蛋白质虽然分子量大,但颗粒数少,所产生的渗透压甚小,仅为 3.3 kPa,称为胶体渗透压。血浆蛋白一般不能透过毛细血管壁,所以血浆胶体渗透压虽小,但对于血管内外的水平衡有重要作用。正常情况下,机体细胞内液与内环境的渗透压是相等的。

临幊上和生理实验中所使用的各种溶液,其渗透压与血浆渗透压相等,称为等滲溶液,滲透压高于或低于血浆滲透压的溶液分别称为高滲溶液或低滲溶液。0.9% NaCl、5%葡萄糖溶液都是临幊上使用的等滲溶液,能使红细胞悬浮其中保持正常形态和大小。但不是所有等滲溶液对于细胞都是安全的,如 1.9%尿素尽管是等滲溶液,但可能引起细胞吸水破裂,因为尿素能自由扩散进入细胞。

2. 自身调节

尽管相对其他机体调节方式,自身调节的范围和灵敏度相对较弱,但依然在机体调节尤其是局部血流量调节中承担着重要角色。

(1) 毛细血管微循环血流量的自身调节

毛细血管周围组织代谢产生的各种产物,如 CO₂、腺苷、ATP 等大量积聚,同时也包括低氧状态,都使局部的微动脉和毛细血管前括约肌舒张,引起血流量增加,向组织提供更多的氧,带走清除大量的代谢产物。直至组织中代谢产物降低后,微动脉和毛细血管前括约肌恢复收缩,毛细血管再次关闭。如此循环交替产生每分钟 5~10 次的周期性血管舒缩活动。

(2) 肾脏血流量的自身调节

管-球反馈是肾血流量和肾小球滤率过自身调节的重要机制之一,指当肾动脉血压在一定范围内(80~160 mmHg)变动时,在不受神经、体液影响的情况下,肾血流量依然能保持恒定的现象。原理之一是当肾血流量和肾小球滤过率增加时,到达远曲小管致密斑(主要感受小管液中的 NaCl 含量)的小管液的流量增加,致密斑发出信息使入球和出球小动脉收缩,引起肾血流量和肾小球滤过率恢复至正常。另一种可能是肌源性自身调节机制:肾动脉压(↑)→血管平滑肌受牵张→平滑肌收缩(↑)→血流量变化不大。

(3) 脑血流量的自身调节

脑在体重占比中仅有 2% 左右,但循环血流需求却达到 15%,占全身总耗氧量的 20%。脑组织对缺血和缺氧的耐受力是很低的,因而维持脑供血的稳定对于生命活动至关重要。当平均动脉压在 60~140 mmHg 范围内变动时,脑血流量都能通过自身调节维持稳定。

3. “稳态”的解读

传统的“稳态”概念通常是指机体的内环境——细胞外液的理化性质和成分的动态平衡,而现代生理学逐渐认为该概念还应延伸到细胞内液,这样可能更为完整和准确。

细胞内稳态是细胞功能实现的基本条件。因为细胞内时刻发生着大量的生物化学反应,产生的能量、控制合成的速率和细胞成分的分解都在不断变化中。这些反应过程大多是酶促反应,酶的活性又受到胞内各种不同因子的调节和影响,因此维持细胞内稳态是保证胞内各种反应有序进行的基

本条件。由此看来,维持内环境稳态的最终目标其实是实现细胞内稳态。

内环境稳态是伴随着人一生重要的生命活动特征,而人的一生中稳态维持的程度是会发生变化的,这与器官系统功能的发展变化息息相关。出生早期时,机体稳态机制的发育还不完善,如初生婴儿欠缺成人所具备的浓缩尿的功能,排尿次数较多,因此必须保证水的供应充足。而随着衰老,机体稳态维持的能力也会随器官机能逐渐下降而降低,如老年人对强度较大的体育运动和天气变化的适应、对疾病的抵抗力等都会逐渐降低。这些都是应该在日常生活中加以关注的。

第2章 人体的神经调节

内环境稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。细胞的生命活动以及机体所处环境的不断变化始终影响并改变着内环境。在生命的进化历程中,多细胞生物体的结构趋向复杂,其调节机制也逐渐丰富、高效。高效的调节机制是高等动物应对复杂生活环境、实现内环境稳态的重要保障。调节是在特定细胞生命活动的基础上,通过细胞间信息的传递、识别和应答得以实现的。高等动物通过“神经-内分泌-免疫”网络系统的信息传递进行精确调节,其中神经调节以其信息传递的广泛、快速和精准占据主导地位。本章教材从观察实验现象入手,联系生活实际,以丰富的经典实验例证,帮助学生深入认识细胞水平上神经信号的传导和传递,以及个体水平上各级神经中枢通过协调实现整体调控等问题,关注人脑在生命进化过程中产生的特有功能,引导学生重视脑科学的研究对人类社会发展的巨大影响及其重要意义。通过归纳概括、推理建模等科学思维活动,及相应的探究活动,帮助学生构建概念、建立“稳态与平衡观”,并能用于分析解释生活中的具体问题,远离成瘾性物质和行为,自觉践行健康的生活方式。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“1.3 神经系统能够及时感知机体内、外环境的变化,并作出反应调控各器官、系统的活动,实现机体稳态”。教材结合学科内在体系和教学目标,分4节进行概述和说明(表2-1)。

表2-1 第2章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 反射是神经调节的基本方式	1.3.1 概述神经调节的基本方式是反射(可分为条件反射和非条件反射),其结构基础是反射弧
第2节 神经调节过程涉及信息的转换及传递	1.3.2 阐明神经细胞膜内外在静息状态具有电位差,受到外界刺激后形成动作电位,并沿神经纤维传导 1.3.3 阐明神经冲动在突触处的传递通常通过化学传递方式完成
第3节 神经中枢调控机体的生命活动	1.3.4 分析位于脊髓的低级神经中枢和脑中相应的高级神经中枢相互联系、相互协调,共同调控器官和系统的活动,维持机体的稳态 1.3.5 举例说明中枢神经系统通过自主神经系统来调节内脏的活动

(续表)

教材内容	《课程标准》要求
第4节 条件反射是大脑的高级调节功能	1.3.6 简述语言活动和条件反射是由大脑皮层控制的高级神经活动

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了2个演示实验和1个学生探究活动(表2-2)。

表2-2 第2章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验名称	实验性质	《课程标准》要求
牛蛙的脊髓反射实验	演示实验	观看反射过程的动画,分析反射弧的组成
牛蛙坐骨神经—腓肠肌电生理实验	演示实验	阐明神经细胞膜内外在静息状态具有电位差,受到外界刺激后形成动作电位,并沿神经纤维传导;阐明神经冲动在突触处的传递通常通过化学传递方式完成
成瘾的生理基础及危害	学生活动	评估多种生活方案,认同并采纳健康文明的生活方式,远离毒品,向他人宣传毒品的危害及传染病的防控措施等

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够结合日常生活中的情境,分析说明人体通过神经系统的调节作用对内外环境的变化作出反应,以维持内环境稳态。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:“生命个体的结构与功能相适应,各结构协调统一共同完成复杂的生命活动,并通过一定的调节机制保持稳态”是本册教材构建的核心概念,是培养“结构与功能观”“稳态与平衡观”的良好教学素材。本章第1节从神经调节的基本方式及其结构基础切入,通过第2节进一步从细胞水平阐明神经系统通过生物电的传导和神经递质的传递实现信号传送和调节;第3节从系统水平认识通过低级和高级神经中枢的相互联系、协调,共同维持机体的稳态;第4节进一步阐明大脑参与的神经系统高级调节功能——条件反射。在完成整章学习后,能说明神经系统的调节包括细胞水平上的信号转换及传递和系统水平上的分级调节,达到《课程标准》提出的:“分析说明通过神经调节等自我调节机制,使机体保持稳态,并作为一个整体完成复杂的生命活动,适应多变的环境”学业质量水平要求,树立“稳态与平衡观”。

科学思维:基于实证,利用模型,归纳概括“反射弧是反射的结构基础”“神经元通过传导生物电及释放神经递质完成信息传递”等概念;通过列举和资料分析,运用推理和演绎、模型与建模、批判性思维等方式,构建“神经系统分级调节”“条件反射”等概念,解释、解决神经系统参与稳态调节的现象和问题。此外,神经电生理学的发展体现了科学家善于质疑、大胆假设,综合运用各学科知识解决问题的思维方法,是培养科学思维能力的理想素材,教学中应重视并有机渗透科学史的学习。

科学探究:利用科学史素材,经历实验的假设预测和分析讨论等活动,体会感悟电生理学的研究

历程,提升科学探究的意识和能力;按照科学探究的步骤,运用文献查阅、专业咨询、调查分析等方法合作开展如“植物性神经功能紊乱”“成瘾的生理机制及危害”等生活中常见神经调节问题的探讨与交流。

社会责任:本章内容能从神经系统角度认识神经调节对动物生存的意义,感悟生命的精妙与神奇;认同“远离成瘾行为,践行规律作息”等健康文明的生活方式,尝试应用学习和记忆的原理提高学习效率。教材还通过前沿视窗“脊髓损伤致瘫患者的康复治疗”、广角镜“大脑语言区的发现”、生物学和社会“脑科学”等栏目及相关评价题等,在拓宽学生视野的同时引导他们认识神经科学的发展对提升人类健康水平、推动社会发展进步的巨大价值,关注相关社会议题,加深对科学、技术与社会相互关系的认识,落实立德树人的根本任务。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

“稳态与调节”模块旨在深化学生对生命个体的结构与功能相适应的认识,有助于理解高等生物生命活动的规律,从系统分析的角度认识个体生命活动的稳态。因此,高中生物学必修1《分子与细胞》是本模块学习的基础,联系密切。本章是本模块核心概念下的1.3,是1.1和1.2的延续,说明人和其他高等动物神经调节的机制。因此,本章是在必修1以及第1章的基础上展开的。如必修1第2章“细胞的分子组成”中,通过实例说明了无机离子参与调节内环境的稳定;第3章“细胞的结构”阐明了“质膜参与细胞的物质交换和信息交流”;第4章“细胞的代谢”则进一步阐明“细胞通过质膜与外界进行物质交换的方式”。这些是认识神经调节的细胞学基础。细胞膜的选择透过性是内环境稳定的基础;细胞膜对离子通透性的改变是膜静息电位形成和动作电位发生的原因;胞吞胞吐与神经冲动在细胞间的传递和兴奋终止密切相关;细胞膜的信息交流是神经调节的生理基础;神经元形态结构的高度分化、在神经系统中的高度集中分布是产生复杂神经调节功能的结构基础。为此,教师在教学过程中要密切上述概念间的相互联系,做好充分铺垫。

2. 本章各节之间的关系

本章从“神经系统中信息转换、传导和传递”和“神经中枢对生命活动的调节”两条主线构建概念“1.3 神经系统能够及时感知机体内、外环境的变化,并作出反应调控各器官、系统的活动,实现机体稳态”(图2-1)。4节内容之间的内在逻辑关系是:第1节首先通过举例和实验现象观察,认识神经调节的基本方式及其结构基础,在此基础上进一步认识细胞水平的功能单位——神经元;第2节通过实证和科学史从细胞水平阐明神经调节的生理机制——神经元发生兴奋及传导信号、神经元间(或神经元与靶细胞间)通过信号转换传递信息;第3节通过实例分析从系统水平说明低级和高级神经中枢相互联系、密切协调参与机体生命活动的调节,维持稳态;第4节通过实例分析简述高级神经调节活动——条件反射的建立过程,解释学习及记忆的原理、语言功能是人类特有的高级神经活动,进一步感悟这些高级神经活动对于动物生存以及人类社会发展所具有的重要作用。

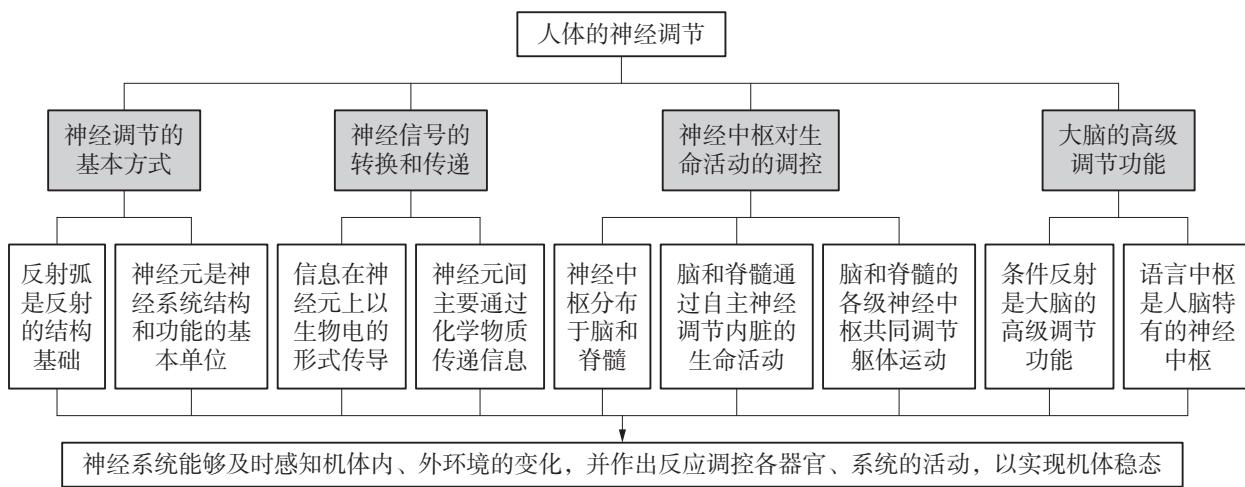


图 2-1 第 2 章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

概述神经调节的基本方式是反射,列举、比较和归纳非条件反射与条件反射的异同;利用模式图阐明反射弧是反射的结构基础;从结构与功能相匹配的角度简述神经元的形态结构特点及其功能,结合科学史资料分析,利用图示模型阐述静息电位、动作电位的形成原理和产生过程;观察实验、分析模型,概述神经冲动在神经纤维上传导和在神经元间传递的形式及特点;列举并阐明神经系统通过低级与高级神经中枢相互联系,共同调控器官和系统的活动以维持机体的稳态;从稳态与平衡相统一的角度说明自主神经对内脏活动的调节;基于“进化与适应观”,阐述条件反射的形成过程及对动物生存的意义;分析资料,说出大脑皮层语言中枢及其功能;归纳导致中枢性运动障碍的原因,关注康复治疗的研究进展;应用学习和记忆的原理尝试提出提高学习效率的方法;应用科学探究的思路与方法,小组合作探究“成瘾的生理基础及其危害”,自觉养成良好的生活习惯。

四、本章课时建议

本章建议 7 课时,具体见表 2-3。

表 2-3 第 2 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 反射是神经调节的基本方式	1
第 2 节 神经调节过程涉及信息的转换及传递	2
第 3 节 神经中枢调控机体的生命活动	2
第 4 节 条件反射是大脑的高级调节功能	1
学习交流与评价	1

其中,第4节中的探究·活动2-1“成瘾的生理基础及危害”0.5课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生能否说出反射与反射弧的关系;说明各类神经元的形态结构特点与其功能的相互关系;认同神经元静息电位的产生与动作电位的发生、神经元间信息的传递是由细胞膜的成分及结构功能特性所决定,保证了神经调节快速精准的独特优势;能列举并阐释高等动物内环境稳态是由各级神经中枢相互联系、共同参与了生命活动的调节;能认识条件反射的出现及语言功能的出现是生物进化的结果,体现了高等动物和人类对复杂环境的主动适应。

(2) 学生科学思维的发展

学生能否在分析相关生物学事实的基础上,运用归纳与概括、推理与演绎、模型与建模的方法,从细胞水平阐明神经系统中信息的转换、传导和传递的机制,从系统水平说明通过各级神经中枢的密切联系、分级调控实现稳态;从生物进化与适应的角度解释条件反射与非条件反射的相互联系及对动物生存的意义。

(3) 学生科学探究的能力

学生能否细致观察实验现象,对实验结果进行客观描述,作出合理的解释和推测;在探究活动中选题有研究价值和意义,能合作设计并实施调查方案,利用多种渠道搜集资料,设计符合探究目的且操作性强的调查问卷,对数据进行正确的统计分析,规范撰写调查报告或小论文,简洁明了、富有逻辑地交流汇报等。

(4) 学生的社会责任意识

在日常生活中学生是否有保护神经系统及感觉器官的意识,践行规律作息、远离成瘾行为等健康文明的生活方式;主动应用学习和记忆的原理和规律改善学习方法、提高学习效率;关爱残障人士、关注脑科学的发展。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完每节内容后检查相关学习目标达成情况,通常围绕各节聚焦的核心概念和学科核心素养进行。

第1节第1题运用“结构与功能观”,辨析神经元各部分在信息产生和传递过程中的功能(生命观念水平2、科学思维水平2)。第2题以生活中常见的“受伤害性刺激后产生防御性反应”的案例为背景,要求学生运用“结构与功能观”,以及“反射弧是反射的结构基础”“神经元是神经系统结构与功能的基本单位”等概念,对反射弧中的各部分结构与神经元作出判断;依据反射弧各部分的功能,推测在部分结构受损情况下,对“感觉”和“反应”分别造成的影响(生命观念水平3、科学思维水平2)。第3题要求学生通过查阅资料,进一步认识神经元形态及大小的多样性,通过归纳与概括,尝试从结构

与功能相适应的角度分析原因(生命观念水平 4、科学思维水平 3)。

第 2 节第 1 题以真实的电生理实验为情境,要求学生依据静息电位的形成和动作电位发生的基本原理,对实验现象进行分析、对实验结果进行推测(科学思维水平 3、科学探究水平 2)。第 2 题以坐骨神经上的神经冲动传导和突触延迟为真实情境,要求学生运用神经纤维上电信号传导和突触处的化学信号传递的原理,对此作出解释(生命观念水平 2、科学思维水平 2)。第 3 题要求运用“结构与功能观”,阐明反射过程中神经信号在反射弧中单向传递的结构基础和生理机制,说明其在神经调节中的重要意义(生命观念水平 3)。第 4 题以来自植物和动物体内的天然毒素及其毒性原理为情境,要求学生运用神经系统中信息的传导和传递原理,对相关毒素的中毒症状、作用特点、临床应用、机体耐毒原理及抗毒措施等展开分析推断,最后要求学生运用“结构与功能观”“进化与适应观”对天然毒素在生物生存中发挥的作用进行阐述(生命观念水平 3、科学思维水平 3)。

第 3 节第 1 题以校园中常出现的饭后打球运动为问题情境,要求学生运用自主神经对生命活动调节的相关知识,分析这种行为对健康的影响,从而自觉养成科学的生活习惯(科学思维水平 3、社会责任水平 2)。第 2 题要求学生结合题干中提供的信息“进入血液的酒精会对中枢神经系统产生抑制作用”,运用“各级神经中枢相互联系共同调控躯体运动”的原理,分析醉酒状态下的行为异常,解释“严禁酒驾”的科学依据,引导学生关注学科与社会议题的联系,明辨社会责任(科学思维水平 3、社会责任水平 2)。第 3 题以科学家根据神经外科手术中观察绘制的“人类大脑皮层躯体运动代表区示意图”为材料,呈现“皮层运动代表区范围大小与对应躯体大小无关”的事实,要求学生通过查阅资料,了解决定“代表区范围大小”的运动机能因素,据此得出“代表区范围大小”存在可塑性的结论,进一步推测在相关部位的运动机能因环境因素发生改变后,对应的“代表区范围大小”是否会改变(生命观念水平 3、科学思维水平 3)。

第 4 节第 1 题以生活中常见的“临池观鱼”现象为情境,要求学生对反射的类型作出判断,并阐述条件反射的建立过程,考查学生辨别和分析能力(科学思维水平 2)。第 2 题要求学生运用“条件反射是脑的高级调节功能”“学习和记忆是与条件反射相关的神经活动”等原理,对古人提出的提升学习成效的做法作出科学解释(科学思维水平 3)。

(2) 学业评价

本章设置了 4 道学业评价题,其评价目标是以真实情境为题干,围绕学科核心素养,侧重对反射、神经调节中的信息传递等概念的掌握,以及对“稳态与平衡观”等生命观念的理解和运用,对图文信息的获取分析和实验设计等素养的评价。问题的呈现形式有填空、选择和简答等。

第 1 题: 概念是基于科学事实经过论证形成的,因而可用来解释简单生命现象。本题中四个选项情境均为学生所熟悉,要求依据“条件反射”概念分别作出分析判断(科学思维水平 2)。

第 2 题: 以实验现象为情境,第(1)小题要求学生根据“非条件反射”和“条件反射”的概念对相应现象作出判断,并阐明各反射的神经中枢所在的部位(科学思维水平 2)。第(2)小题还要求区分人类的条件反射和其他高等动物的不同之处(生命观念水平 2、科学思维水平 3)。

第 3 题: 主题干以两种神经递质的代谢及其相互转化关系为背景,结合生活中常见的“抑郁”“帕金森病”等神经系统疾病进行评价。第(1)小题要求学生根据图文信息,对缺乏“多巴胺”这种神经递质往往导致抑郁的机制进行推理(科学思维水平 3)。第(2)小题以老年人群常见的神经退行性疾病——帕金森病为情境,要求学生依据题干信息及“稳态与平衡观”,对帕金森病的治疗用药方案作

出判断(科学思维水平 3)。第(3)小题在第(2)小题的基础上,综合本题相关信息,对帕金森病患者情绪淡漠(抑郁)的生理机制作出解释,关注这类患者的情绪问题(科学思维水平 4、社会责任水平 3)。

第 4 题:以科学家在标记和操纵记忆领域的一项实验研究为情境。其实验原理是:①科学家发现高等动物大脑海马区主要负责学习和记忆。②动物的记忆不是记录在某些特定的神经元中,而是记录在大群神经元的连接组合(环路)中,并且多件事可以记在一大群神经元之间不同的环路上。③设想采用光学遗传学标记与某项记忆有关的神经元,再用光刺激使它们兴奋,以达到该项记忆的回放。第(1)(2)小题,学生需依据图文信息,运用“条件反射”的形成原理对相应的实验现象作出解释(科学思维水平 4)。第(3)小题要求基于实验原理和给定的实验条件,设计“改变记忆”的实验方案(科学探究水平 3)。

第1节 反射是神经调节的基本方式

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 从结构与功能相适应的角度,简述神经元的形态结构特点及其功能。
- (2) 分析实验现象,阐明反射弧是反射的结构基础。
- (3) 比较常见的反射现象,归纳非条件反射与条件反射的异同。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.3.1 设定的。目标(1)为知识识记要求,感悟结构与功能观(水平 2)。目标(2)要求对实验现象作出解释,利用模型阐明“反射弧是反射的结构基础”(水平 2),分析神经元形态结构特点与反射弧各环节功能之间的关系,深化结构与功能观(水平 3)。目标(3)要求通过对生物学事实的归纳和概括,形成非条件反射和条件反射的概念,感悟进化与适应观(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.3.1 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 2-4)。

表 2-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
神经调节的基本方式是反射,其结构基础是反射弧	反射是高等动物在中枢神经系统的参与下,对来自体内外的刺激做出迅速反应的过程
	反射包括非条件反射和条件反射两种类型
	完整的反射弧包括感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器
神经元是神经系统结构与功能的基本单位	神经元承担信息转换及传递的功能
	反射弧由相关的神经元参与构成

3. 学习内容

本节重点是神经调节的基本方式及其结构基础,而神经元(神经细胞)是组成神经系统结构与功能的基本单位。因此,教材分 2 目分别从宏观现象分析到微观结构基础逐层剖析,结合实例进行概述。

教材在节引言列举了常见的生活经历,突出反射的重要特点——迅速而精准,接着按照“从宏观

到微观”的认知线索剖析反射现象及其结构基础。

课前活动“牛蛙的脊髓反射实验”通过观察牛蛙脊髓反射的实验或视频作为引入学习的探究情境。针对实验步骤的设计及相关实验现象分析,设置“思考与讨论”,概括“反射”概念,推测反射弧不同环节在反射发生过程中的作用;分析实验步骤中“去脑”的原因和目的,推测“疼痛”感觉产生的部位。学生在此过程中进行相关的思维活动,养成观察和思考的主动学习习惯。问题的思考不但能引导本节学习,还为后续内容的学习做好铺垫。

第1目:反射弧是反射的结构基础。教材引导学生通过观察和分析生活中的现象概括反射概念,归纳神经系统各部分结构在反射中的作用,进一步阐明反射发生的结构基础及其过程。紧接着教材从“进化与适应观”出发,对两类反射进行比较和归纳,与初中内容做到无缝衔接。那么,如何从细胞水平上来认识反射弧的各个环节呢?教材从更微观的水平来帮助学生认识神经调节的结构与功能的基本单位——神经元。

第2目:神经元是神经系统结构与功能的基本单位。教材引导学生从“结构与功能观”的角度比较分析神经元与其他细胞不同的结构特征,并结合三类神经元的功能解释和明晰反射弧的细胞基础。该内容是后续学习的基础,可支撑概念1.3.2的构建。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 利用“演示实验”引入新课,引导学生关注反射发生的条件及其结构基础

作为神经系统调节的基本方式,反射现象很常见,但其结构基础和发生过程却微观而抽象。将“脊蛙反射实验”作为课前活动引入,直观重现反射的条件和过程,引导学生关注反射弧的组成及其完整性对反射的影响。在开始活动之前,可引导学生阅读教材,提示学生思考每一个操作步骤的作用和设计意图,指导学生先对实验现象作出合理预测,观看实验视频时再用规范、高效的方法如实记录结果(如“+”代表有反应,“-”代表无反应),辅以文字记录描述具体实验现象。在完成这些活动后,教师鼓励学生汇报交流自己的结果,说明与预测是否符合,并阐述观点。通过此活动,学生学会运用多种方法如实记录和分析实验结果;发展“基于给定的事实和证据,采用演绎和推理方法展开探讨、审视和论证”的思维能力,建立并运用“结构与功能观”阐明反射弧各环节在反射中的不同功能。

(2) 结合生活实例,培养学生归纳概括等科学思维,落实教学重点

引导学生通过对实验现象的分析,概括反射的概念及其结构基础——反射弧的组成;鼓励学生结合生活经历列举各种反射现象并进行分类,指导学生列表比较反射的两种类型——非条件反射和条件反射,培养归纳和概括、推理及演绎等思维能力,运用“结构与功能观”“稳态与平衡观”“进化与适应观”等阐明两种反射类型对动物生存的意义。

(3) 联系“细胞分化”相关知识,运用“结构与功能观”,突破教学难点

教师可设置问题串:为何反射弧各环节具有不同的功能?从细胞水平上看,它们的具体结构是

怎样的？构成神经系统结构与功能的基本单位是什么？随后引导学生对比观察神经元的显微照片及其结构模式图，启发学生将神经元与人体其他细胞的形态结构进行比较，结合高中生物学必修1《分子与细胞》中“细胞分化与个体发育”的相关知识概括神经元的形态特点和基本结构，并运用“结构与功能观”说明神经元不同部分的功能。

(4) 运用“从微观到宏观”“从局部到整体”“从普遍到特殊”的思想方法解释反射弧的细胞结构基础

教师利用“传入神经元、中间神经元和传出神经元”的结构模式图，引导学生进行比较，通过推理和演绎，并运用“结构与功能观”“进化与适应观”归纳概括不同功能的神经元在结构上的不同特点；指导学生阅读教材，用概念图的形式梳理本节的相关概念，解释和说明反射弧各环节的细胞结构基础。

2. 栏目使用建议

本节设置的教学辅助栏目“广角镜”意在引导学生养成保护“眼和耳”的健康生活意识；“学习提示”运用“结构与功能观”辨析神经元上两种细胞突起在功能上的不同，为学习神经元之间的信息传递奠定基础。

三、拓展资料

1. 反射

“反射”一词来自拉丁文，原意是反映，在物理学上用来表示光线从反射面折回。三百多年前，法国哲学家、科学家笛卡尔(R. Descartes)首先用“反射”一词表示动物对作用在感觉器官上的刺激所发生的规律性反应，并认为这是神经系统的基本活动。控制躯体各部分的运动性反射和内脏器官的反射活动都是动物在系统发生中发展起来的，是与生俱来的、先天的，称为非条件反射。在非条件反射的基础上，动物在个体发育过程中又可以建立各种各样的条件反射，所以条件反射是后天获得的。

根据刺激所作用的感受器的分布，可将反射分为表面反射和深部反射(如膝跳反射)。屈反射是动物在受到损伤性(或疼痛性)刺激时引起有关肢体回缩的反应。在用酸液刺激脊蛙的脚趾皮肤时，如刺激较强，在受刺激侧后肢发生屈反射的同时，还可能引起对侧后肢的伸反射，这反映了反射的协调性和适应性，是中枢神经系统对信息进行整合的结果。

2. 反射弧

完成反射要通过一定的神经结构——反射弧，其结构的基本单位是神经元。通常将反射弧划分为5个环节：感受器、传入神经、神经中枢、传出神经、效应器。缺失反射弧的任一环节，反射均无法完成，所以，完整的反射弧是反射得以完成的结构基础。最简单的反射弧可以只有两个神经元——传入神经元和传出神经元，称为二元反射弧，如膝跳反射的反射弧。传入神经元游离的神经末梢是感受器，其作用是将刺激转换为细胞兴奋，发出神经冲动，沿传入神经传导(由传入神经元树突神经纤维构成)。传入神经元与传出神经元在中枢神经系统内部形成中枢突触，神经冲动经中枢突触传

至传出神经元。传出神经元发出冲动，经传出神经（由传出神经元轴突神经纤维构成）传至效应器（骨骼肌）。多数反射弧由三个以上神经元组成，称为多元反射弧。与二元反射弧不同的是，传入神经进入脊髓后通过中间神经元（构成神经中枢）与传出神经元联系。

3. 神经元的分类

神经元可按照形态或功能进行分类。按照形态分类，可根据突起数量分为三种：①多极神经元：有一个轴突和多个树突。②双极神经元：有一个树突和一个轴突。③假单极神经元：从胞体发出一个突起，距胞体不远又呈“T”形分为两支，一支周围突（传入冲动方向），一支中枢突（传出冲动方向）。

按照功能分类，可分为感觉（传入）神经元、联络（中间）神经元、运动（传出）神经元。感觉神经元多为假单极神经元，细胞体主要位于脑、脊神经节内，其周围突构成传入神经。联络神经元和运动神经元多为多极神经元，细胞体主要位于脑、脊髓和植物神经节内。运动神经元的轴突末梢将神经冲动传至肌肉或腺体，产生效应。

4. 神经胶质细胞

在中枢神经系统中，神经元被神经胶质细胞所包围，神经胶质细胞大约占脑体积的一半，数量上大约是神经元的10倍。不同于神经元，神经胶质细胞没有轴突。神经胶质细胞膜上也具有多种离子通道、离子泵，还有神经递质的转运体及神经递质受体。

不同类型的神经胶质细胞具有不同的功能：

① 辐射状胶质细胞：在中枢神经系统的发育中起必不可少的作用，“界定”发育的神经核团或特定结构的轮廓，作为“支架”引导神经元迁移到“目的地”；类似干细胞的功能——通过分裂产生神经元。

② 寡突胶质细胞：主要分布在白质内，围绕较大的轴突形成髓鞘。

③ 星形胶质细胞：封闭脑毛细血管内皮细胞之间的细胞间隙，使其无通透性，分子必须穿越内皮细胞，而不是经内皮细胞之间的间隙运动，从而形成一种自稳态系统——血脑屏障，有效防止脑内液态环境成分的波动。

④ 室管膜细胞：排列于脑的内表面。

⑤ 小胶质细胞：参与中枢神经系统的修复和再生。一方面迁移至损伤位点吞噬已损伤组织，另一方面产生层粘连蛋白——一种促进神经轴索生长的分子。

5. 髓鞘

脊髓动物在发育过程中，中枢神经系统内的寡突胶质细胞或外周神经及神经节中的神经膜细胞（施万细胞）环绕轴突生长，在轴突外包围几圈形成了起绝缘作用的脂质管状外膜，叫做髓鞘。髓鞘每隔几毫米中断约1微米，这一无髓鞘部分称为郎飞结，两个郎飞结之间称为结间节。髓鞘的绝缘作用既能避免神经信号在传导过程中相互干扰，又能通过结间的“跳跃式传导”机制来加快动作电位的传递。另外，在一些轴突受损的情况下，髓鞘具有引导轴突再生的功能。

第2节 神经调节过程涉及信息的转换及传递

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 从结构与功能相适应的角度,阐述静息电位和动作电位形成的原因。
- (2) 分析资料,阐明动作电位产生的过程。
- (3) 观察实验、分析模型,概述神经冲动在神经纤维上传导和在神经元间传递的形式及特点。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.3.2 和 1.3.3 及相关活动建议设定的。目标(1)要求基于“静息状态下细胞膜内外存在电位差,受刺激时膜电位发生反转”这一生物学事实,借助模型,结合细胞膜的功能特点,应用“结构与功能观”进行阐述(水平 2)。目标(2)要求对电生理学相关实验的结果进行分析推理得出结论(水平 3)。目标(3)要求结合实验现象的观察分析,利用模型,对神经纤维上和神经元间的信号传递进行归纳概括(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.3.2 和 1.3.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 2-5)。

表 2-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
神经元在静息状态下,细胞膜内外具有电位差,受到外界刺激后形成动作电位,并沿神经纤维传导	在静息状态下膜内电位低于膜外
	当适宜强度的刺激作用于神经元时,神经元细胞膜两侧的静息电位反转为动作电位,神经元产生兴奋(神经冲动)
	神经冲动在兴奋区和未兴奋区之间以局部电流的形式传导
神经冲动在突触处的传递,通常通过化学传递方式完成	突触由突触前膜、突触间隙和突触后膜组成
	神经冲动的传导会引起突触前膜释放神经递质,神经递质与突触后膜上特定的受体结合后,引起后神经元或肌肉腺体细胞兴奋或抑制

3. 学习内容

本节重点是“静息电位和动作电位形成的原因,神经冲动在神经纤维上传导和在神经元间传递的形式及特点”。因此,教材分 2 目分别从细胞膜上生物电的产生及化学信息在细胞间的传递进行阐述,帮助学生领悟神经系统中快速精准的信息传递是神经调节的保障。

教材在节引言围绕“反射是刺激经反射弧转换成神经信号并完成传递的结果”这一线索展开,引出问题:反射弧上的神经信号是以什么形式传递的?其中,“细胞膜的电学变化是细胞兴奋的生理基础”是关键。

课前活动以“牛蛙坐骨神经—腓肠肌电生理实验”导入学习,目的是介绍神经电生理实验的常用实验材料和方法,观测神经冲动(生物电)的传导及其现象,并就实验结果的分析提出需解决的关键问题,培养学生的科学思维和科学探究能力。

第1目:信息在神经元上以生物电的形式传导。关于神经纤维上兴奋的产生及传导,教材在正文部分首先对课前活动中的实验现象进行了分析,得出初步结论。那么,为什么会产生生物电呢?教材紧接着介绍了霍奇金和赫胥黎的经典实验,为神经元静息电位的存在提供实验佐证。静息电位的形成和受刺激时动作电位的发生均与细胞膜对物质的选择透过性有关。因此,联系高中生物学必修1《分子与细胞》中的前概念,利用图示模型,结合“科学史话”栏目中所介绍的神经电生理学研究技术的不断改进,引导学生通过分析讨论,阐明静息电位形成的机理和动作电位发生的过程,感悟实验方法、技术进步以及跨学科知识的应用在科学研究中的关键作用,提升科学探究的兴趣和素养;提升归纳与概括、推理与演绎、建模及质疑等科学思维的能力。最后,结合文字说明,教材通过模式图直观呈现神经冲动通过双向局部电流沿神经纤维迅速传导。

第2目:神经元间主要通过化学物质传递信息。教材一方面从完成反射的信息传递出发,引出神经元间或神经元与效应器细胞间的信息传递;另一方面,从“结构与功能观”的角度阐明神经元通过形成众多“突触”来构建神经网络,细胞间的信息传递是神经系统完成信息传入、整合、分析和发出指令的必要条件。通过电镜照片展示突触结构,证明前后细胞之间并未发生细胞质的直接联系,而且细胞膜之间存在的间隙较大,不可能像神经纤维一样直接发生动作电位的传导。结合“科学史话”中关于神经系统中“化学传递”的发现,通过图示模型,从细胞亚显微结构水平说明神经冲动在突触部位传递的过程,帮助学生深化“结构与功能观”“稳态与调节观”及“进化与适应观”。最后通过与神经纤维上信息传导的比较,概括信息传递的特点,并对课前活动中的“思考与讨论”第3问作出解释。

二、教学建议

本节内容建议2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 注重经典实验材料选择和实验方法的学习,提升科学探究的能力

材料选择和实验方法是科学探究中非常重要的环节,神经电生理的很多重大发现都与枪乌贼巨大轴突这一理想的实验材料有关。本节内容所涉及的神经电生理学实验采用两栖类动物“坐骨神经—腓肠肌”标本作为常规实验材料,利用微电流传感器检测神经冲动,可开展多种探究活动。学习实验材料的选择及处理、实验装置的搭建及操作步骤的设计、常规仪器的使用等,不但凸显实验教学的功能和价值,而且有利于学生在课后开展一系列小课题的探究活动,对于提升学科核心素养意义重大。

本节课前活动可根据各校学情灵活处理：既可以与第1节的“牛蛙的脊髓反射实验”整合为一个课时的实验以提高效率、提升实验技能，也可通过播放实验视频按需调整各环节的时间比例。学生可以根据前概念或经验，通过推理论和演绎对提出的思考讨论提出猜测，并围绕解释现象与解决问题展开整节内容的学习。

（2）注重“科学史”的学习，有助于理解科学本质，培养基于实证的科研方法

生物学的许多重大发现都基于大量的实验证据，神经电生理学也是如此。基于细胞膜电学变化的细胞兴奋性、基于细胞代谢和信息传递的跨突触传递机制的发现，都是在科学家创造性地改进实验技术、创新实验设计后，用充分的实验证据去证实或证伪假设，得出结论。虽然人类对科学的认识存在局限性，但引导学生注重“科学史”的学习，不但能获取支撑理论的丰富生物学事实，而且有助于理解科学本质，如体验科学探究的思路，训练科学思维，学习基于实证的科学的研究范式。经历经典实验的分析讨论，还有助于学生通过主动学习的方式来落实学习重点、化解学习难点。

例如，提供“对细胞膜在静息状态或兴奋状态下 K^+ 、 Na^+ 内向流量和外向流量的测量、对神经元受刺激后膜电位变化及细胞膜对 Na^+ 、 K^+ 电导率的测量”的实验结果，能帮助学生阐明膜电位产生及变化的原理，即静息状态下由于膜对带电荷离子或电解质的选择透过性而导致膜的极化，受刺激时膜的去极化又会导致其对 Na^+ 的通透性增加，而 Na^+ 的大量内流又会引发膜对 Na^+ 和 K^+ 的通透性再一次发生改变致使膜复极化。教师引导学生通过推理论和演绎，解释神经元通过 Na^+-K^+ 泵的活动恢复细胞内外 Na^+ 和 K^+ 的分布，为下一次兴奋做好准备。最后，学生通过归纳和概括，阐述静息电位和动作电位的形成原理，完成“信息在神经元上以生物电的形式传导”这一概念的构建，建立“结构与功能观”“稳态与平衡观”和“进化与适应观”等生命观念。

（3）注重学科间、学科内知识的相互联系，感悟生命观念

神经电生理学的研究非常凸显物理、化学、数学等理科学科与生物学科的相互融合。构建概念“信息在神经元上以生物电的形式传导”需要解决两个问题：①细胞的兴奋性基于细胞膜的电学变化；②兴奋区与未兴奋区间的局部电流引发未兴奋区膜的动作电位，从而完成神经冲动的双向传导。教师在帮助学生解决问题①时，一方面要结合高中生物学必修1《分子与细胞》中有关“细胞膜结构与功能”的相关知识，另一方面要提供支撑理论的相关实验结果，并引导学生密切结合物理学科的有关知识，理解膜对离子通透性的差异导致膜电位的变化，即：当膜对带电荷的离子（如 Na^+ 、 K^+ ）的通透性增大时，离子的扩散运动既与膜两侧的浓度差有关，又与电荷间的相互作用力有关，最终达到平衡状态；膜电位是多种离子跨膜扩散至其达到电化学平衡的结果。其中，通透性最大的离子的跨膜扩散对膜电位所起的作用是主要的。

最后，为培养应用知识解决问题的能力，教师可提供材料让学生分析某些化学物质对神经元上兴奋的产生和传导以及对突触传递的影响。联系相关的化学知识，通过归纳与概括等思维活动，从分子水平去分析某些化学物质（如自然界存在的一些神经毒素）作用于离子通道或递质受体而使神经冲动的传导或传递发生异常，有助于学生感悟“结构与功能观”“稳态与平衡观”及“进化与适应观”等生命观念。

（4）注重知识迁移和实践应用，落实STS教育，培养社会责任感

在完成本节两个概念1.3.2和1.3.3的构建以后，教师要鼓励学生将两者通过列表进行比较，并

分析阐述神经信号的不同传递形式对于神经调节的重要意义;尤其是兴奋的化学传递涉及多个环节,是一个复杂的过程,这是神经调节的一种进化,对于高等动物内环境自稳态的“神经-内分泌-免疫”网络的建立具有十分重要的意义。

此外,随着神经信号传递机制的揭示,人们发现了很多天然神经毒素的作用机理,并将其应用于医学实践,造福人类。例如,普鲁卡因是一种常用的麻醉剂,其作用机理是通过阻断 K^+ 通道和 Na^+ 通道的激活从而抑制神经冲动在神经纤维上的传导;而筒箭毒碱则与突触后膜上的受体结合,导致乙酰胆碱不能与受体结合而无法激活离子通道,抑制突触传递。麻醉学的建立对于外科手术而言是重要突破,因其避免了手术刺激引发的强烈应激反应,能保持患者术中血压心率的稳定,从而提高了手术的安全性。再如,毒扁豆碱是乙酰胆碱酯酶抑制剂,小剂量具有兴奋作用,而大剂量则具有抑制作用,现已广泛应用于眼科诊疗。学生通过分析这些材料,不但提升了知识迁移和实践应用的能力,而且能对“麻醉学”学科和“麻醉师”职业有一定的了解。在跨学科领域,“人工神经网络”是生物学与信息学、工程学融合的成果。教师可引导学生关注神经网络这一新兴的多学科交叉技术领域的研究,注重知识迁移和实践应用,渗透“STS”教育,培养学生的社会责任感。

2. 实验与活动建议

演示实验 牛蛙坐骨神经—腓肠肌电生理实验

本课前活动可作为演示实验或实验视频,有条件的学校可以将其作为学生实验进行。锌铜弓在极性溶液中形成回路时,锌和铜两极产生约 $0.5\sim0.7$ V 的直流电压。当锌铜弓接触组织时(表面湿润),电流便沿 Zn→可兴奋组织→Cu 方向流动。所以,Zn 如同阳极,Cu 如同阴极。神经或肌肉的电刺激阈值非常小,仅用锌铜弓接触即可构成刺激。

反射的完成基于神经信号的快速传递。神经纤维上传导的神经信号是瞬间产生的微弱生物电。借助 DIS 技术的微电流传感器,能灵敏感应并通过表盘指针的转动直观观察这种信号。

(1) 实验器材和试剂的准备

解剖剪、解剖盘、镊子、解剖针、玻璃针、细的短玻棒(两支)、锌铜弓、0.65% 生理盐水、微电流传感器、数据采集器、电脑。

(2) 材料处理及装置搭建

脊蛙的坐骨神经—腓肠肌是神经电生理实验理想的实验材料。本实验可简化实验材料处理,不制作离体的“坐骨神经—腓肠肌”标本,直接分离脊蛙的坐骨神经,暴露腓肠肌进行实验。

① 双毁髓法处理牛蛙:左手握蛙,用食指下压牛蛙吻端,拇指按压背部使头前俯;右手持解剖针由吻端沿正中线向尾端触划,所触到的凹陷处即是枕骨大孔所在部位。将解剖针由此垂直刺入皮下,再将针尖折向前方,经枕骨大孔进入颅腔,左右搅动捣毁脑组织。然后将解剖针退出至刺入点皮下,再将针尖向后插入椎管旋转捣毁脊髓。

② 分离坐骨神经:将蛙体仰卧放置于解剖盘中,用镊子轻轻提起大腿基部的皮肤,用解剖剪做一环形切口,用镊子剥除后肢皮肤至胫腓骨下端,暴露腓肠肌。用玻璃针沿股骨走向钝性分离大腿部肌肉,找到粗大的坐骨神经,将坐骨神经勾出,用两支细的短玻棒在股骨两端撑起坐骨神经,使其

充分暴露便于实验。注意：坐骨神经紧靠股骨，位于大腿深部，股骨边有大血管伴行。钝性分离大腿部肌肉时应注意避免动作过于粗暴，以免损伤大血管引发大量出血影响实验。分离肌肉和神经切勿使用金属解剖针，动作应轻柔，以免对组织产生刺激和损伤。

③ 连接微电流传感器：如图 2-2 所示，将连接微电流传感器的两个电极（红色、黑色）分别连在坐骨神经两个位点上（近脊柱侧①与近腓肠肌侧②），中间间隔一定的距离。将微电流传感器与数据采集器连接，数据采集器连接电脑。打开 DIS 实验通用软件，显示微电流传感器表盘，此时指针居中，显示没有电流通过。

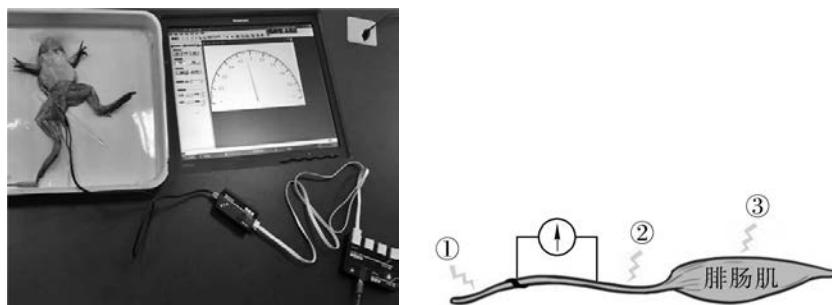


图 2-2 坐骨神经—腓肠肌电生理实验装置及刺激位点图

（3）实验步骤

实验开始前引导学生思考为何选择图 2-2 中三处（坐骨神经近脊柱侧电极处①、近腓肠肌侧电极处②、腓肠肌处③）实施刺激？对实验现象进行预测并说明理由。

实施刺激并观察、记录现象。注意：每两次刺激之间必须让肌肉休息半分钟，避免反复刺激引起神经干疲劳；实验过程中应不时将 0.65% 生理盐水用滴管湿润暴露的神经和肌肉组织，以维持其生物活性。

（4）实验现象记录

该实验现象非常短暂，教师应提示学生进行细致专注观察，用文字具体描述实验现象并记录在表格中。

（5）结果分析和讨论

本实验意在为第 1 目的学习提供实验证据，但学生根据前概念是无法说明为何微电流传感器表盘指针会发生两次方向相反的偏转，需在完成本节课的学习后才能作出解释。因此本实验的另一个设计意图是作为情境创设引发学生探究的欲望，围绕观察实验现象与解决问题展开学习。

学生应充分交流所观察到的实验现象，并就自己的预测与实际结果是否符合进行阐述。教师还应鼓励学生大胆提出问题，利用学生的“认知冲突”等生成性资源组织教学，充分体现学生学习的主体地位，提高教学效益。

（6）实验建议

可与第 1 节课前活动“牛蛙的脊髓反射实验”相整合，利用完好的一侧坐骨神经开展实验，节省处理材料的时间（无须进行“双毁髓”操作），提高实验材料使用率和实验的效率。对表盘指针偏转现象进行录屏和截取图像，作为教学资源并组织学生展开讨论。

3. 栏目使用建议

(1) 广角镜“ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵”

Na^+ 和 K^+ 等膜两侧带电荷离子的跨膜扩散导致细胞膜的电学变化,从而使膜“极化”——膜两侧产生电位差。而离子的跨膜扩散取决于三个因素:膜两侧的浓度差、膜对其通透性(通道蛋白的开放程度)及电场的作用。通过介绍 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵的作用,对细胞膜内外 Na^+ 和 K^+ 分布差异的生物学事实作出解释,帮助学生激活前概念“物质进出细胞的方式”,化解学习难点,促进“结构与功能观”和“稳态与调节观”的形成。

(2) 广角镜“髓鞘的功能”

具体介绍髓鞘的结构特点,理解高等动物发达的神经系统为何不需要发展粗笨的巨大神经纤维干来解决远距离高速传导神经冲动的问题,进一步解释“髓鞘”的出现在动物神经调节进化中的意义,帮助学生深化“结构与功能观”和“进化与适应观”。

(3) 学习提示

意在具体介绍“突触”的结构特点,提示学生从“结构与功能观”的角度理解“神经网络”的构建及其意义:一个神经元可与多个神经元形成数量众多的突触,发生错综复杂的信号传递,从而完成信息整合、分析、发出指令参与调节,维持机体稳态。

(4) 广角镜“电突触”

拓展“突触传递”的知识,不以偏概全,辩证看待“化学信号传递学说”;从“结构与功能观”的角度理解突触结构特点与信息传递方式之间的关系,结合“科学史话”栏目中有关“电突触”的发现史,了解其传递的特点,认识两种突触在神经系统的发育和功能进化过程中各自独特的作用。

(5) 科学史话“神经电生理学的发展”

本栏目是“科学史”教育的重要材料。学生通过阅读,了解所有的重大发现都是基于无可辩驳的实验证据。而这些实验证据的获得,是科学家们选择合适的实验材料、创造性地改进实验技术、创新实验设计才获得的。教学中引入“科学史”中的素材,能通过提供有说服力的、充分的生物学事实帮助学生突破概念构建中的难点;体验科学探究的思路,训练科学思维,学习基于实证的科学研究方式并提升科学探究的兴趣和能力。教师要引导学生学习科学家善于观察思考,不放过任何一个实验细节的品质;学习他们尊重事实、敢于质疑的科学态度,充分体现学科育人价值。

三、拓展资料

1. 可兴奋细胞

多细胞生物体在长期演化的历程中,分化出了三类细胞来协调机体适应复杂环境:负责接受刺激信号的细胞(如视细胞)、负责传导信息的细胞(如神经元)和负责作出反应的细胞(如肌肉细胞)。这三类细胞在受到刺激(接收信息)后都会在细胞膜上产生动作电位(兴奋),从而执行其功能,因而均属于可兴奋细胞。

2. 细胞膜的电学变化

细胞膜是选择透过性膜,对不同的离子有不同程度的通透性,而对蛋白质等大分子电解质没有通透性。离子等带电荷微粒的跨膜扩散会引起膜两侧电位差的变化。由于离子带电荷,其跨膜扩散就既受到浓度梯度的影响,又受到电场的影响,所以,离子的跨膜扩散最终是两种力平衡的结果。细胞内 K^+ 浓度是细胞外的 30 多倍,由于细胞膜上有 K^+ 泄漏通道而对其通透性较大,致使 K^+ 向膜外扩散,大量正电荷附着于细胞膜的外侧,胞内形成负电位。 K^+ 的外流使得负电位越来越大,直至阻止 K^+ 净外流为止。因此,在静息状态下膜是极化的(有极性的),膜外为正电性,膜内为负电性。若因细胞损伤致使膜内的大量负电荷外流,就会使受损处膜外的电位低于邻近未受损伤处,此时就可因电位差而在膜外形成局部电流。细胞膜受刺激时,其对各种离子的通透性也会随之发生变化,如 Na^+ 通道开放致使原来不能进入细胞的 Na^+ 能扩散进入细胞,也会破坏原来静息时膜的极化状态(去极化),因而与邻近区域之间形成局部电流。这种局部电流会改变邻近区域膜对离子的通透性(电压门控通道激活),从而进一步引发新的去极化。随后,细胞膜对各种离子的通透性会重新恢复至原来的静息状态,再次出现膜的极化(复极化)。去极化、去极化的扩布和复极化就是动作电位的传播过程。

3. 生物电的发现

18 世纪电的基本原理被发现后,人们逐渐认识到自然界一些动物(如电鳐、电鳗)放电的性质,但并不了解其他动物也会产生电。1786 年,伽伐尼(L. Galvani)发现如果用两种金属组成的回路把新制备的蛙神经和肌肉连接起来,马上会使肌肉抽搐。据此他认为,神经带电并且能传导至肌肉,引起肌肉放电。伏打(A. Volta)在 1792 年成功重复了伽伐尼的实验,但却不赞成他的解释。伏打认为电不是神经肌肉组织产生的,而是由两种金属形成回路产生的。两位科学家的不同观点引发了一场学术争论,他们各自通过实验来验证自己的意见。伏打因此而建立了金属接触电动势理论,从而发明了电池(伏打电堆),这是人类发明的第一个能产生稳定电流的电源。而伽伐尼则在 1794 年设计了一个不用任何金属的实验来证明生物电的存在。他把一条蛙肌直接与相连的神经接触,引起了肌肉收缩。其他科学家成功重复了他的实验,证明在一定条件下活组织可以产生电流,没有金属回路也可以引起肌肉收缩。伽伐尼的研究开创了电生理学的新时代。

四十多年后,马泰乌奇(C. Matteuci)发现,如果将一条蛙神经肌肉标本(A)的坐骨神经搭在另一条蛙神经肌肉标本(B)的腓肠肌上,当刺激标本 B 的坐骨神经引起肌肉 B 收缩时,没有直接受到刺激的腓肠肌(A)也会产生继发性收缩,从而第一次观察到肌肉活动产生的生物电现象。

4. 离子门控通道

离子门控通道是一种贯穿磷脂双分子层的蛋白复合体,镶嵌在细胞膜或细胞器膜上。不同于钾泄漏通道,该通道可被激活开放和失活关闭(门控)。对膜电位变化敏感的是电压门控通道,对神经递质敏感的是化学(配体)门控通道,对细胞膜机械变形敏感的是机械门控通道。化学门控通道结合化学信号物质的位点(受体)位于胞外部分,而电压门控通道对膜电位变化产生感应的部分则位于跨膜孔道区域,其带有电荷,电场可引起电荷移动从而引起通道的开放。构成通道跨膜区域的几个肽链片段呈放射状围绕孔道排列,形成氨基酸环的孔道内壁(内衬),具有亲水性,如该环带有负电荷,

则对阳离子具有选择滤过性,反之则有助于对阴离子的选择性。通道的开放和失活控制着离子的跨膜扩散,进而影响膜电位的变化。受体被激活或电压感受器因膜电位变化而导致电荷移动时作用于氨基酸环,通过其某些区段旋转或位移导致通道开放。某些神经毒素分子就是通过阻塞孔道从而阻遏了离子的通透,如河鲀毒素可以高选择性和高亲和性地作用于 Na^+ 通道而导致神经麻痹。各种感受器(如视细胞、嗅细胞、味细胞以及冷热感受器)都是通过对特定的信息产生反应——引起离子通道的激活,从而将所接受的特定信号转换为电信号,才能最终传至相应的神经中枢形成感觉。一般来说,通道的胞内结构域存在控制通道失活的“闸门”;但某些受细胞内化学物质(如环腺苷酸、 Ca^{2+} 或G蛋白亚基)激活的通道,其胞内结构域含有与跨膜区偶联的结合位点,可被胞内化学物质激活时打开孔道。

5. Na^+-K^+ 泵

Na^+-K^+ 泵能逆电化学梯度分别将 Na^+ 和 K^+ 转出和转入细胞的载体蛋白,存在于可兴奋细胞膜上。1957年丹麦生理学家斯科(J. Skou)发现,蟹的神经细胞中ATP水解酶只有在 Na^+ 、 K^+ 和 Mg^{2+} 三种离子都存在的情况下才有活性,而 K^+ 只在膜的外侧有激活作用, Na^+ 只在膜的内侧有激活作用。后来证明这个能水解ATP的酶与运送 Na^+ 、 K^+ 的蛋白质是同一蛋白质,因此又称钠钾ATP酶。 Na^+-K^+ 泵的转运过程是:①其通道样结合位点面向细胞内时,与 Na^+ 亲和力高,与 K^+ 亲和力低,因此结合3个 Na^+ ;② Na^+ 的结合伴随 Na^+-K^+ 泵的磷酸化(ATP水解,酶获能活化);③磷酸化的酶经历一次构象变化,使得结合位点转而面向细胞外液;④面向细胞外液的结合位点与 Na^+ 亲和力低,与 K^+ 亲和力高,因此释放3个 Na^+ ,同时结合2个 K^+ ;⑤与 K^+ 结合后导致酶去磷酸化(释放能量);⑥去磷酸化伴随着酶恢复到初始构象——其结合位点面向细胞内。所以, Na^+-K^+ 泵是借助于结合位点交替暴露于胞内和胞外空间而得以完成对 Na^+ 和 K^+ 的转运。

Na^+-K^+ 泵每水解一个ATP分子,运出去3个 Na^+ 、运进来2个 K^+ ,所以净转运出去一个正电荷。因此, Na^+-K^+ 泵被称为是生电性的。无论是处于静息状态还是在电活动期间,由于电学和化学浓度梯度的驱动,跨神经元细胞膜始终存在着持续的离子流。如果这样的离子移动持续进行而无补偿,这个系统终将耗竭,浓度梯度和跨膜电位也将消失。恢复在静息或电活动期间因扩散而出入细胞的离子,是由包含 Na^+-K^+ 泵在内的、能逆化学梯度跨胞膜转运离子的多种机制来完成的。

6. 膜片钳技术

电压钳技术,是指通过向膜内注入电流来抵消由于 Na^+ 内流而引发膜电位持续性变化(会引发更多电压门控钠通道开放的正反馈效应),人为将膜电位固定在选定数值上(即“钳制电压”)来测定跨膜离子流的技术,经霍奇金(A. Hodgkin)和赫胥黎(A. Huxley)改进成功并应用于神经纤维动作电位的研究。1976年,德国马普生物物理研究所的内尔(E. Neher)和萨克曼(B. Sakmann)在电压钳技术基础上创建了膜片钳技术。具体方法是:将经过热抛光的玻璃微电极吸管与只含1~3个离子通道、面积为几平方微米的细胞膜接触,再经过轻轻抽吸,以千兆欧姆以上的阻抗使之封接,使这片与电极尖开口处相接的细胞膜小区域(膜片)与膜的其他部分在电学上隔离。在此基础上固定电压,这片膜内离子通道开放所产生的电流流进玻璃微电极吸管,用极为敏感的电流监视器(膜片钳放大器)测量电流强度,代表单一离子通道电流。

膜片钳技术是研究离子通道的最重要的技术,结合分子克隆和定点突变技术,可研究离子通道

分子结构及其生物学功能的关系;结合离体脑片技术,不仅可以定位研究神经元离子通道,还可以进行神经元突触联系的研究,在神经科学领域具有不可替代的研究优势。

7. 神经性毒素

神经性毒素是可以导致神经元兴奋性、神经冲动传导异常的一类物质。有的作用于神经元上的离子通道,有的则作用于神经—肌肉接头部位。作用于离子通道的神经性毒素分 Na^+ 通道毒素和 K^+ 通道毒素。蝎毒是一种天然的神经毒素,既含有 Na^+ 通道毒素,也含有 K^+ 通道毒素。有的毒素既能作用于哺乳动物也能作用于昆虫,而有的则只能特异性作用于昆虫。根据其功能又可分为激活型和阻滞型。激活型 Na^+ 通道毒素能引起昆虫神经元动作电位的重复发放,增强峰 Na^+ 电流,延缓峰 Na^+ 传导的关闭。阻滞型 Na^+ 通道毒素则正好相反,所以属于软瘫型昆虫毒素。而选择性阻断 K^+ 通道的毒素,则会抑制膜去极化后对 K^+ 选择通道的延迟激活,影响细胞膜的复极化,延长动作电位。普鲁卡因等局部麻醉剂可以抑制 K^+ 通道激活和 Na^+ 通道激活,因而阻断冲动在神经上的传导。

作用于神经—肌肉接头处的药物或毒素可分为两大类:一类直接作用于乙酰胆碱受体,一类抑制胆碱酯酶的活性。作用于乙酰胆碱受体的药物可分为激动剂(如尼古丁)和拮抗剂(如筒箭毒碱、银环蛇素)。激动剂激活受体并开放通道,拮抗剂与受体结合但不能开放通道,阻断乙酰胆碱效应,所以导致肌肉松弛。抗胆碱酯酶药物作用于乙酰胆碱酯酶导致其失活,因而突触前膜释放至突触间隙的乙酰胆碱未被水解,可数次刺激受体,致使突触后神经元持续性兴奋,引起中枢及外周胆碱能神经功能严重紊乱。

8. 化学突触传递的发现

在发现神经传导和肌肉收缩均与电流流动有关后,由于对动物电信号传导的观念根深蒂固,学术界将神经元传导信号到肌肉也归因于电流流动。但当时也有另一种解释:神经末梢释放一种兴奋性物质后引起肌肉收缩。很显然,与电信号传导相比,通过神经末梢释放化学神经递质,并与突触后膜受体相互作用引起兴奋速度会慢很多。然而,神经细胞之间或神经细胞与肌肉间的信号传递速度很快,如刺激运动轴突到引起相应的骨骼肌收缩的时间间隔仅为几分之一秒。但是,调控腺体和血管活动的自主神经系统的刺激效应却缓慢而持久。

1904年,英国剑桥大学的埃利奥特(T. R. Elliot)在进行交感神经系统的实验中注意到,将肾上腺的提取物肾上腺素直接施加于靶组织后,产生了与交感神经刺激相同的作用。据此他得出结论:当冲动到达外周后,每次都能引起化学物质肾上腺素的释放。这是首次明确指出化学递质存在的证据,但当时并未引起注意。

1921年,德裔美国药理学家勒维(O. Loewi)做了一个直接且简单的实验——蛙心灌流实验,第一次证明神经末梢释放的化学物质在传递中起作用。实验思路是:刺激迷走神经可抑制心脏的搏动,如果迷走神经传递化学信号至心脏,则这种信号物质可出现在细胞外液中。于是,勒维灌流蛙心,并在蛙心正常搏动一段时间后取出灌流液保存。随后,加入新的灌流液并刺激迷走神经,蛙心搏动的振幅和频率都下降,经过同样长时间后停止刺激,取出其中的灌流液。待蛙心搏动恢复正常后,依次加入前后两次保存的灌流液。加入第一次保存的灌流液,蛙心搏动正常;加入第二次保存的灌流液后,蛙心搏动的振幅和频率都降低。这表明刺激迷走神经引起了某种化学物质的释放,后来证

明这种物质是乙酰胆碱。

英国生理学家戴尔(H. Dale)不仅阐明了自主神经节突触传递中乙酰胆碱的作用,还确立了乙酰胆碱在神经—肌肉传递中的作用。

神经细胞之间通过化学传递信息的观点经过很长的时间才被接受。澳大利亚神经生理学家埃克尔斯(J. C. Eccles)等首先将细胞内微电极技术应用于猫脊髓运动神经元的记录。他们发现,刺激兴奋性或抑制性传入神经纤维能够使运动神经元膜电位发生方向相反的变化。显然,电传递理论无法解释抑制性反应的相反极性,因而得出:抑制性突触作用是由抑制性突触释放特殊的递质物质介导的,引起运动神经元膜极化程度增加。

9. 电突触

1959年,弗什潘(E. Furshpan)和波特(D. Potter)使用细胞内微电极技术记录螯虾腹神经节内神经纤维,发现了神经元间介导动物躲避反射的电突触传递现象。实验中,突触前轴突的动作电位瞬间传递到突触后纤维,没有像化学突触传递会有约1ms的突触延迟现象。不过,直接刺激突触后纤维引发动作电位时,却很少传递到突触前轴突,这是因为不同方向电传递的电阻不对称的缘故。

大多数的电突触与螯虾的巨突触不同:电传递在两个方向上进行相等的传递,类似于在轴突上进行的电信号传导。这是因为电突触的结构与化学突触不同(图2-3):两个神经元的细胞膜之间呈缝隙对接,间隔仅2~3nm,通过各自细胞膜的连接子(由6个连接蛋白单体形成,通过开合来控制信号传导)对接跨越缝隙形成传导通路(图2-4)。这样,电流就可以从一个细胞流到另一个细胞。

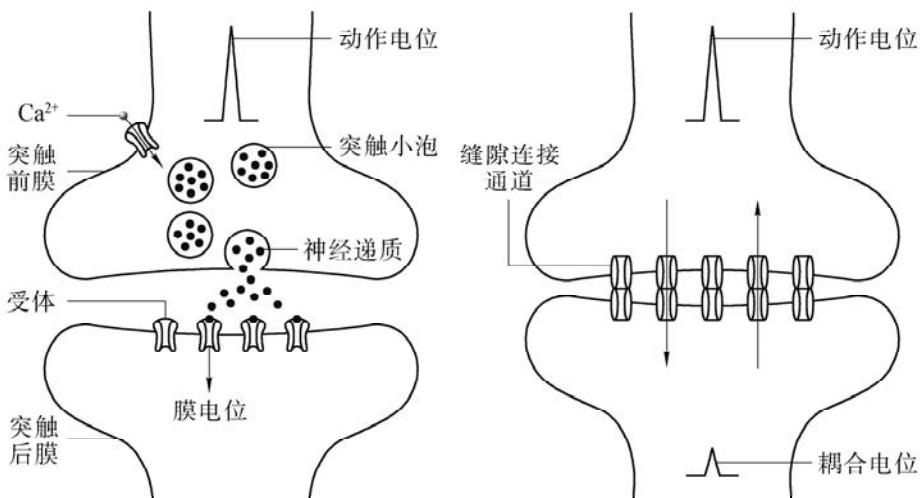


图2-3 化学突触(左)和电突触(右)的结构模式图

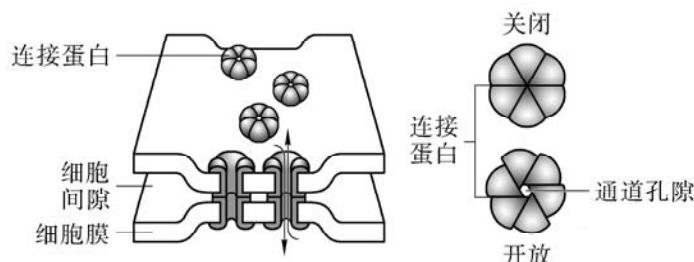


图2-4 电突触的缝隙连接和蛋白通道模式图

相较于化学突触,电突触具有以下优势:①更可靠,不大可能因为突触抑制或被神经毒素阻遏而传递失败;②传递速度更快,在一些快速反射(如躲避)中至关重要;③不同组细胞活动的同步化;④能被神经递质对胞内钙离子或 cAMP 的影响所改变:胞内钙离子增加可导致连接子关闭,cAMP 依赖的蛋白激酶将其磷酸化后会导致其传导性降低。

在胚胎期和出生后发育早期,电突触在脑组织和视网膜中尤其丰富,并在产生神经发育所必需的节律性电活动过程中发挥重要作用。现已证明许多中枢神经系统突触中都存在电传递,它们还参与视网膜和其他区域里的生物化学和神经递质的调节,是神经回路的动态组分。

第3节 神经中枢调控机体的生命活动

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 列举并分析生活实例,阐明神经中枢对机体生命活动的调控。
- (2) 基于生活体验,举例说明中枢神经系统通过自主神经调节内脏的活动。
- (3) 归纳导致中枢性运动障碍的原因,关注康复治疗的研究进展。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.3.4 和 1.3.5 及相关活动建议设定的。目标(1)要求从“结构与功能观”“进化与适应观”的视角,通过列举和分析实例,说明高等动物的低级神经中枢和高级神经中枢在复杂神经调节中的相互关系(水平 2)。目标(2)要求应用自主神经的调节原理,从“稳态与平衡观”的角度分析生活实例,主动养成规律作息的良好生活习惯(水平 3)。目标(3)要求基于多种因神经中枢受损致运动障碍的事实,归纳概括躯体运动调节所需的结构基础,从系统水平说明各级中枢通过信息整合对生命活动进行调控,关注康复医学的发展(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.3.4 和 1.3.5 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 2-6)。

表 2-6 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
承担生命活动调节作用的神经中枢分布于脑和脊髓	中枢神经系统是高等动物神经系统高度集中的部分,其发出的神经构成周围神经系统
	脊髓低级神经中枢的调节往往受脑中相应高级中枢的控制
中枢神经系统通过自主神经调节内脏活动	交感神经的兴奋增强能使人体提高“应急”能力,副交感神经的作用有利于能源储备、生长和恢复
	人体大部分内脏活动的调节是由交感神经和副交感神经共同支配的
	自主神经的两部分相互拮抗,在各级神经中枢的相互联系和协调下共同调控内脏器官的生理活动,维持机体的稳态
脊髓中的低级神经中枢和脑中相应的高级神经中枢共同调节器官和系统的活动,维持机体的稳态	在大脑皮层中存在控制躯体运动的神经中枢
	大脑的高级中枢通过控制脑干、脊髓中的低级中枢,对信息进行分析整合,协调肌肉群的活动,保证动作平衡协调

3. 学习内容

本节的重点是“脊髓低级中枢和脑内的高级中枢在反射调节中的联系和协调作用；神经系统受损对人体运动等行为的影响；中枢神经系统通过自主神经的相互协调完成对内脏活动的调节，维持机体稳态”。教材分3目分别从“神经中枢的分布”“内脏活动的调节”“躯体运动的调节”3个方面帮助学生从系统水平认识神经系统通过复杂的调节维持机体稳态。

教材在节引言列举了学生熟悉的生活实例——人的肢体活动及排尿能受到意识控制。引发学生思考：这些是通过怎样的生理机制实现的？课前活动以“人体排尿反射的调控”作为情境导入学，让学生从自身经历和体验出发，联系实际分析排尿反射的相关现象及原因，为后续学习做好铺垫。

第1目：承担生命活动调节作用的神经中枢分布于脑和脊髓。这部分内容是构建本节核心概念的知识基础。神经系统结构的进化是神经系统功能渐趋复杂和完善的基础。通过观察人体神经系统结构模式图，并与低等无脊椎动物的神经系统进行比较，概括高等动物神经系统的组成及其结构特点；应用“结构与功能观”“进化与适应观”分析神经系统结构的高度进化与复杂调节功能之间的关系，探讨其对动物生命活动的意义，为构建概念“1.3.4 低级神经中枢和高级神经中枢共同调控器官和系统的活动，躯体运动与内脏活动分别调节、互相配合，共同维持机体稳态”做好铺垫。

第2目：脑和脊髓共同参与调控内脏的活动。人体排尿反射的调控具有“效应器既有骨骼肌也有平滑肌”的特殊性，该反射活动中躯体神经和自主神经都参与了调节，神经中枢的分布也不仅仅局限于大脑皮层和脊髓。通过对该实例展开讨论，引导学生概括低级神经中枢和高级神经中枢在神经调节中的特点及其相互关系。

利用“人体的自主神经作用”示意图，进一步解释机体在不同生理状态下，通过自主神经支配排尿反射的不同效应产生相应的适应性；通过充分列举并分析实例，归纳概括人体在各级神经中枢的共同调节下，通过自主神经支配内脏活动维持稳态，满足机体生命活动的需要，感悟“稳态与平衡观”。由于人体的调节能力有限，当环境干扰超越极限，原有的稳态就会被打破，机体出现功能性障碍，威胁健康甚至生命，应引起足够重视。

第3目：脑和脊髓共同调节躯体运动。结合节引言部分的问题情境，对在特定情况下“屈反射”可以被意识控制作出解释。教材以图示直观呈现通过“功能性磁共振成像技术”显示躯体不同部位运动时大脑皮层神经元活动信号显著增强的相关区域。早在神经科学发展的初期，通过神经外科手术人们就已经发现了大脑中存在控制躯体运动的高级神经中枢。除在脊髓中分布有低级运动神经中枢，在小脑、脑干等脑的其他部分也分布有各级运动神经中枢。躯体随意运动的分级调节是在大脑向低级中枢发送运动指令后，所有运动信息随时传入脑，通过脑中各级神经中枢不断分析整合、发出协调肌肉群活动的各种指令，才保证了运动的快速精准与协调。

二、教学建议

本节内容建议2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 注重前概念向新概念的转化,提升归纳概括及演绎推理的思维能力

神经系统对机体运动及内脏器官活动的分级调节,是建立在特定的结构基础之上的。高级中枢不仅与低级神经中枢在结构上发生联系,其神经元及形成突触的数量、复杂程度都远超低级神经中枢,复杂的神经环路组成了信号传递的神经网络。分级调节极大提高了动物对复杂环境的适应能力,有利于种族繁衍,是生物进化的结果。学生已有“低级反射活动没有意识参与”这一前概念,在此基础上通过对排尿反射、缩手反射的意识控制进行模型构建,能从神经系统结构和功能的角度逐渐向“神经系统实现分级调节”这一新概念转化。通过尝试建模、讨论及修正模型,训练学生归纳概括、推理演绎和模型构建的科学思维能力。

(2) 注重从“系统”水平阐明神经调节的机制,感悟生命观念

神经调节的机制可以归纳为三个层次:信息传导或传递的机制(细胞水平)、调节的方式及其结构基础(组织水平)、信息整合及调控(系统水平)。高等动物神经调节的优势在于其宏观层次——系统水平的分级调控。神经系统结构越来越集中的进化趋势使得反射类型更复杂多样、调控机制兼顾局部与整体,使个体对复杂环境的适应能力得以提升、保证了机体整体生命活动的稳态与平衡。

在学生初步完成“排尿反射的意识控制”建模之后,教师引导学生据图描述人体神经系统的组成,并与低等动物(如腔肠动物、扁形动物、环节动物)的神经系统进行比较,分析反射的特点和类型,概括神经系统结构的进化伴随其功能的复杂与完善,感悟“结构与功能观”“进化与适应观”等生命观念;结合生活实例,列举人在竞技状态及休息状态时的不同生理反应,归纳并概括“脑和脊髓分级调控自主神经两个相互拮抗部分的交替兴奋,协调内脏生理活动,保证机体内环境的稳态”“躯体运动调节能使动物体对外界环境的变化发生迅速的反应,而内脏活动的调节则在维持内环境稳定中发挥重要作用,两类反应密切联系、互相配合、互相协调”,感悟“稳态与平衡观”和“进化与适应观”。

(3) 结合科学研究的发展历程,学习科学家的研究思路和方法

系统水平的分级调节,凸显了各级神经中枢在调节中的不同作用:低级中枢具备完成该反射的基本调节功能,其他高级别的神经中枢需要形成复杂的联系,最终通过对低级中枢的影响加以调控。早期阶段,一些偶然事件引发了人类对神经中枢的关注和研究兴趣,如中枢神经受损或神经外科手术中的意外发现,这些启发了科学家的研究思路,加快了神经生理学的发展。随着研究手段的不断进步,脑的秘密不断被揭示,脑科学已成为当今科学界研究的热门领域。

学习这部分内容,既要紧密联系学生的前概念,又要提供丰富的实证资料,帮助学生习得基于生物学事实构建科学概念的方法习惯。如关于躯体运动的分级调节,可结合膝跳反射、缩手反射的意识控制、脑卒中患者部分运动功能的缺失及康复、人低级运动中枢的功能性磁共振成像等事实,概括高级中枢调控低级中枢的机制;同时通过阅读“人类大脑皮层躯体运动代表区示意图”的绘制,学习神经生理学家的研究思路和方法,感悟技术进步对科学发展的巨大推动作用;归纳并推理影响人体不同部位运动代表区范围大小的因素,演绎并解释肢体运动精细度等技能的改变与代表区范围大小改变之间的相互影响,尝试提出探究课题并设计方案,例如“利用磁共振技术比较小鼠控制前肢运动与后肢运动的皮层区域面积”等。

(4) 注重知识迁移和实践应用,培养健康生活理念和习惯

内脏活动和躯体运动都是通过高级神经中枢对低级神经中枢的调控进行。在学习内脏活动调控的基础上,学生应尝试解释躯体运动的分级调控机制,训练和提高迁移能力。

本节内容与学生的生活实际关系紧密,应训练学生学以致用。学生在科学原理的指导下能养成健康的生活习惯,如合理作息、保持愉快情绪、饭后不立即剧烈运动、不憋尿等。能运用相关知识解释严禁“酒驾”的科学依据,自觉远离酒精。懂得通过科学的锻炼方法来提高机体的运动技能;能区分不同类型的运动障碍,并关注康复医学的研究进展,培养社会责任感。

2. 栏目使用建议

本节设置的前沿视窗“脊髓损伤致瘫患者的康复治疗”是“神经系统的分级调控”原理在康复医学中的实际应用案例。为促进概念 1.3.4 的构建,《课程标准》建议开展活动“通过资料分析神经系统受损对人体运动等行为的影响,探讨神经调节的结构基础”。所以,可以此内容为背景素材设计问题,如脊髓损伤致瘫的原因、案例中科学家的研究思路、案例中的患者为何能自主控制腿部运动,却依然需要借助器械及他人帮助才能保持平衡等。引导学生运用习得的概念解释新情境中的问题,发展科学思维能力。康复医学在快速发展,不断提升着残障人士的复健水平,这对提升其生活质量、发挥社会价值具有重要意义。要恢复神经系统不可逆结构损伤所致的功能障碍难度很大,随着脑科学研究成果不断应用于康复领域,取得了越来越多的突破性的成果。可结合本章“生物学与社会”栏目的相关内容,引导学生搜集康复医学的发展及研究成果等资料,制作电子小报或开展演讲等展示交流活动;了解和关注康复医学,感受科技发展对人类健康水平和生活质量的提升带来的深刻影响。

三、拓展资料

1. 神经系统的演化

最简单的神经系统是神经网,在水母等腔肠动物中广泛存在,由神经细胞的很细的神经纤维交织而成。刺激作用于机体的某部分所引起的反应可传到刺激点以外一定的距离,没有发现传导的方向性。

许多神经细胞体聚集在一起形成神经节,神经节中神经细胞体之间通过轴突的侧支形成多方的联系。在水蛭等有体节的无脊椎动物中,每个神经节既要负责本体节的反射活动,也与邻近几节的反射活动有关。一系列的神经节通过神经纤维联系在一起形成神经索。动物体前部的几个神经节趋向于融合在一起形成“脑”,这是神经系统的另一个重要发展。这些融合在一起的神经节,其结构更加复杂,对其他神经节有不同程度的控制作用。

脊椎动物的神经系统中神经元数量更多,结构更复杂。脑由大脑、小脑和脑干(延髓、脑桥、中脑和间脑)组成。在中枢神经系统内,机能相同的神经元集中在一起形成神经中枢(反射中枢),对某一特定的生理机能起调节作用。胞体集中形成灰质层、灰质团(神经核);机能相同的轴突集中在一起形成神经束传导冲动,分上行(感觉)和下行(运动)两类。脑干的中央部分神经元的胞体和纤维并不集中而是交织成网状。

在低等动物中本来属于中枢神经系统低级部位的机能，在高等动物中则逐渐向大脑转移。而脊椎动物神经系统的演化趋势则是大脑两半球越来越发达，机能越来越重要。

2. 高级中枢对脊髓反射的影响

高级中枢对脊髓反射既能加强也能抑制。实验发现，如果用食盐晶体刺激蛙间脑的横断面，再用稀酸溶液刺激蛙后肢，屈反射时间会延长甚至不出现，这说明神经系统的高级部位对脊髓反射活动有抑制作用。切断蛙的脑和脊髓之间的连接，脊髓反射消失，但几分钟后可恢复，这说明高级神经中枢能加强脊髓反射。一旦切断高级中枢与脊髓的联系，脊髓失去这种积极的影响，一段时间内反射活动消失，以后由于脊髓本身的机制发挥作用而恢复，这种反射暂时消失的状况叫做脊髓休克。脊髓休克时间的长短与动物的进化水平有关。进化程度越高的动物，脊髓的反射活动受到高级中枢的影响越大，高级中枢促进脊髓反射的作用越强。

3. 大脑两半球的躯体运动机能

大脑皮层具有管辖运动的区域，即运动皮层区。主要证据是：①损毁这一区域，可引起明显的运动障碍；②刺激这一区域的某一部分，会引起相应的躯体运动；③动物处于清醒状态，进行某种随意运动时，运动区相应部位的神经元发放生物电。

人和灵长类动物的运动皮层区包括主运动皮层（中央前回的大部）和前运动皮层（中央前回之前）。主运动皮层控制四肢远端肌肉，前运动皮层控制躯干和近端肢体肌肉。潘菲尔德（W. Panfield）等根据测定结果绘制了人类大脑皮层中央前回躯体运动代表区示意图。运动皮层区对躯体控制具有如下特点：①一侧大脑运动皮层区主要调节和控制对侧的躯体运动，而头面部肌肉除舌肌和下部面肌受对侧支配外，其余均为双侧性支配；②运动区具有精确的功能定位。一定的运动区支配一定部位的躯体和四肢，在空间方位关系上呈现一种头足倒置式样的安排，即下肢的代表区在皮层顶部，上肢肌肉的代表区在中间部，头面部肌肉的代表区在底部，但头面部代表区在皮层的位置仍然是正置的；③身体的不同部位在皮层所占的代表区大小不同，这主要取决于所支配器官运动精确和复杂的程度。手和头面部占有很大的区域，躯体所占的部分很小；④以适当强度电流刺激运动代表区的某一点，只会引起个别肌肉收缩，或某块肌肉的部分收缩，而不是肌肉群的协同收缩。

人和灵长类的主运动皮层区之前为“辅助运动区”，电刺激此区可以引起双侧性的肢体运动。目前认为，前运动皮层区和辅助运动区与运动计划的产生有关，计划形成后由这里被转送到主运动皮层区获得执行。

4. 神经系统的内脏机能

支配内脏器官的脑脊神经所组成的内脏神经系统又称植物性神经系统，或称自主神经系统，也受中枢神经系统控制。不同于躯体传出神经纤维可直接支配效应器，内脏传出神经纤维必须在中枢外的一个神经节中换一个神经元。由中枢发出的到达这个神经节的神经纤维叫做节前纤维，由神经节发出的到达效应器的神经纤维叫做节后纤维。内脏传出神经纤维又可按照节前神经元细胞体的位置，分为交感或副交感神经传出纤维。人的交感神经纤维由胸(T_{1-12})及上腰(L_1-L_2)脊段发出，终

止于椎旁神经节更换神经元。交感神经节离效应器较远,因此节前纤维短而节后纤维长。椎旁神经节成对排列在脊柱两侧并联合成两条交感神经链。节后纤维形成神经丛,分布至腹腔、盆腔各脏器。副交感神经纤维由脑干和骶($S_2 \sim S_4$)脊段发出。与交感神经系统不同,副交感神经系统的神经节不构成神经链,而是分散在它们所支配的效应器附近。有的神经节就存在于效应器官壁内,因此节前纤维长而节后纤维短。

交感神经分布比较广泛,几乎全身所有的内脏器官都受其支配(食道只有副交感神经支配);副交感神经的分布比较局限。汗腺、立毛肌以及皮肤和骨骼肌的血管都只受交感神经支配,肾上腺髓质则只受交感神经节前纤维的支配。在有双重神经支配的内脏反射中,传入冲动在中枢部分交互支配着交感神经元和副交感神经元,使一种神经元的冲动发放增加而使另一种神经元的冲动发放减少,从而对受到这两种神经支配的器官发生相反相成的作用。这种方式使神经系统对内脏活动的调节更灵敏、更有效,较小的传入冲动就能引起效应器活动的显著变化。

脊髓是交感神经和部分副交感神经的“发源地”,是调节内脏活动的初级中枢。脊髓高位离断的患者,在脊休克过去后,血管张力反射、排便排尿反射等会恢复,但因为是初级的,并不能很好适应正常生理活动的需要。延髓中存在调节心血管、呼吸和消化系统活动的中枢,故延髓有“生命中枢”之称。脑桥中存在调整延髓呼吸中枢节律性活动的呼吸调整中枢,还有逼尿反射中枢促进排尿。中脑是“缩瞳反射”中枢的所在,还有神经纤维控制延髓缩血管中枢,与防御性血压升高有关。在低位脑干中存在内脏主要控制中枢,能整合大量来自内脏的信息,参与自主神经反射和对内脏的输出控制,对维持内脏许多基本功能的自稳态发挥极为重要的作用。下丘脑是调节内脏活动的较高级中枢,它接受各种感觉输入,如内脏功能、嗅觉和味觉、体温、渗透压,以及血液成分的变化。下丘脑与多个脑区有神经联系,能发动和协调机体需要的生理反应,调节脊髓和脑干的自主神经中枢及控制垂体的神经内分泌功能。由于下丘脑控制内脏的活动常与其他生理活动相联系,因此下丘脑是机体躯体性、自主性和内分泌性功能活动的重要控制和整合中枢,在维持内环境相对稳定中起着极其重要的作用。大脑皮层也存在内脏的感觉和运动区,与皮层下许多自主神经网络中的神经核或脑区间存在相互作用,能在不同水平形成不同的神经反射环路来调节和控制内脏的输出活动。

第4节 条件反射是大脑的高级调节功能

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 分析案例,描述条件反射的形成过程。基于进化与适应观,阐述非条件反射与条件反射对动物生存的意义。
- (2) 说出大脑皮层的语言中枢及其功能,应用学习和记忆的原理尝试提出提高学习效率的方法。
- (3) 查找资料,合作探究“成瘾”的生理基础,深刻认识毒品的危害,自觉远离毒品并积极宣传,保持良好的生活习惯。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.3.6 及相关活动建议设定的。目标(1)要求结合实例分析,利用建模说明建立条件反射的过程,归纳概括条件反射的特点,列表比较非条件反射与条件反射的区别与联系,从“结构与功能观”和“进化与适应观”的视角阐明两者对动物生存的意义(水平 3)。目标(2)要求从科学史中归纳科学家的研究思路和方法,主动在学习实践中应用条件反射原理,解释解决有关学习效率的相关问题(水平 3)。目标(3)要求学生学习开展调查类探究活动的方法,关注生活中的“成瘾”现象及其社会成因,探讨其生理机制和由此带来的社会问题;远离毒品、不沉迷电子产品,身体力行并主动宣传健康的生活方式;在探究活动中培养科学精神,提升科学探究素养(水平 4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.3.6 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 2-7)。

表 2-7 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
条件反射是由大脑皮层控制的高级神经活动	大脑是人和哺乳动物脑中最发达的部分,大脑皮层有许多调节机体生理功能的高级神经中枢
	条件反射是在非条件反射的基础上,在大脑皮层的参与下形成的
语言活动是由大脑皮层控制的高级神经活动	大脑皮层分布着运动性语言(说话)中枢、书写中枢、听性语言(听话)中枢和视性语言(阅读)中枢,负责人类语言文字的交流,参与思维和意识等高级活动
	人类与其他高等动物不同之处在于,人类能以语言文字为工具进行学习和记忆

3. 学习内容

本节的重点是“条件反射的形成过程及对动物生存的意义；人类的语言中枢及其功能；‘成瘾’的生理基础及其危害”。教材分 2 目帮助学生基于神经调节的原理，从“结构与功能观”“进化与适应观”的视角出发，认识高级神经调节功能的形成，及其对动物生存和人类社会发展的意义。

教材围绕“高等动物的复杂行为是建立在条件反射的基础之上”这一线索展开。节引言以学生熟知的成语“望梅止渴”及训练小狗引入条件反射现象，引发思考：条件反射是怎样建立的？课前活动继续以“训练狗与主人‘握手’”为真实案例情境，初步区分动物先天性行为和后天的学习行为，让学生带着问题进入正题的学习。

第 1 目：条件反射是脑的高级调节功能。人类的脑是动物界中结构最复杂的，因而其调节功能也是最高级的。“脑卒中”是生活中常见的突发疾病，因发生在脑的不同部位，会引起相应的神经功能缺失，这是大脑皮层分为许多功能区的实证。观察“大脑皮层功能定位区示意图”，对人类大脑皮层的神经中枢分布建立直观感受，归纳其相应的调节功能。随着动物神经系统的进化，更为复杂的条件反射出现了，这对于物种存续具有极其重要的意义。巴甫洛夫的“狗对铃声刺激产生唾液分泌”的条件反射实验是人类首次揭示条件反射形成原理的经典实验。通过对该实验的分析，说明条件反射的建立过程及其特点。但是，在现实生活中，这种人为主动控制形成的经典条件反射无法解释自然界动物的学习行为；而美国心理学家斯金纳所进行的“操作性条件反射”反映了动物的联想学习——条件反射的学习方式，是无意识行为不断被环境强化（成功/失败/无意义）后，转化成“有意识”行为的结果，因此在现实生活中更具有适应意义。

第 2 目：语言中枢是人脑特有的高级神经中枢。在第 1 目的基础上，突出人类大脑特有的高级机能。比较人类条件反射与一般动物的区别，人不仅能对具体信号建立条件反射，还能对抽象的语言文字建立条件反射。在第 1 目“脑卒中”的实例中提到患者会发生语言功能障碍，证明了大脑皮层语言中枢的存在。教材分析了这些语言中枢与大脑皮层中其他神经中枢形成了复杂神经环路，这是人类利用语言中枢开展学习、思维等复杂神经活动的结构基础。学习和记忆的原理极其复杂，迄今为止还是神经科学领域研究的难题。故教材以条件反射为前概念，对学习和记忆进行简单的解释，即：学习就是建立条件反射的过程（不断强化），而记忆就是激活已建立的条件反射（形成了神经环路），从而影响新的行为。

二、教学建议

本节内容建议 1 课时。

1. 课堂教学建议

（1）围绕真实情境中的问题解决展开学习，促进概念理解

动物的学习行为既有遗传因素，也有环境因素。引入“训狗”这一常见的真实情境，通过现象分析和问题解决，使“条件反射”的形成原理不再抽象，方便学生区分单纯由遗传因素决定的“先天性行为”（非条件反射）和通过环境“强化”后天习得的行为（条件反射）。学生以前概念为起点，通过思维

建模,归纳条件反射的形成要素,概括条件反射的意义,促进对“条件反射是脑的高级调节功能”这一概念的理解。

(2) 依据概念逻辑及认知规律重组教材内容,发展科学思维

学习和记忆与条件反射存在逻辑关联,教材将“学习和记忆”内容放在了第2目,目的是说明人类的学习和记忆行为绝大部分与语言中枢直接相关,体现了人类的大脑机能更加复杂,因而创造了人类文明。遵从学生的认知特点和规律,可按照这些概念之间的逻辑关系适当处理学习顺序。在第1目学习完成后,再次回到课前活动栏目进行问题讨论,顺势引入“学习和记忆”与“条件反射”的关系,引导学生比较人类和狗的“条件反射”,自然顺畅地进入第2目的学习。这样处理的目的是通过层层递进突破难点,帮助概念理解,提升学生解释问题的能力。

(3) 精选“科学史”素材,突出基于科学论证构建概念的方法

大脑机能的发现基于大量的事实和实验证据,这些丰富“科学史”素材能培养学生基于科学论证获得概念的方法习惯,是提升科学素养的重要途径。结合“科学史”学习,学生还能了解早期科学家研究脑机能的实验方法,从简单的手术切除观察,到电刺激记录,将临床观察、手术治疗和科学实验结合起来,得到大量的知识。教师可在课前布置学生搜集资料、拓展阅读。在课堂教学中充分利用这些资源,让学生自己“举证”说明大脑皮层的相关机能,发挥学生学习主动性,提升课堂效率。

(4) 开展探究实践深化概念理解,培养社会责任

概念构建的最终目的是应用概念来解决新问题,体现深度学习的要求。学生开展实践活动能达到知识迁移和应用的目的。课后通过阅读生物学与社会栏目引导学生关注“脑科学”的研究进展及成果,尤其是我国在这方面取得的成就,提升民族自豪感;另一方面,“成瘾”行为与“记忆”的形成密切关联,且不良成瘾行为对个人健康以及家庭幸福、社会稳定都带来巨大影响。如行为成瘾中“网瘾”和物质成瘾中的“烟瘾”和“酒瘾”,特别是“毒瘾”更会对家庭和社会带来巨大破坏。《课程标准》对本册的教学提示中建议开展“讨论滥用兴奋剂以及吸食毒品的危害”的活动,这就涉及“药瘾”和“毒瘾”等成瘾问题。教师可指导学生合作探究“成瘾的生理基础及危害”,检验学生在新情境下能否运用科学探究和思维方法,综合应用概念或原理去分析问题、阐明观点;鼓励学生自觉践行健康的生活计划并向他人开展积极的宣传。

2. 实验与活动建议

探究·活动 2-1 成瘾的生理基础及危害

成瘾行为一直以来给人们的正常生活带来困扰。除了传统的物质成瘾(如毒瘾、烟瘾、酒瘾)和行为成瘾(如赌瘾),伴随着科技与社会的快速发展又会出现新的成瘾行为,如网瘾、游戏瘾、手机瘾和购物瘾等。成瘾人群的年龄组成也随之发生变化,出现了低龄化趋势,对儿童和青少年身心发展的危害不可小觑。

本活动通过探究成瘾的生理原理和心理成因,了解成瘾行为带来的后果和危害,有利于科学认识成瘾行为,采取健康的生活方式干预成瘾行为,提高自我调节能力,健全人格素质。根据课题的内容特点及环境条件选择合适的方法,如检索查阅文献资料、通过访谈和问卷调查采集信息、个案研究

等。采取小组合作形式开展探究,集思广益、合作共享,有利于发挥团队优势,提高活动成效。

- ① 组建探究小组,一般为5~6人一组。
- ② 商讨制定探究课题及计划,进行任务分配。
- ③ 实施探究活动,根据需要组织阶段性的汇报交流及调整计划。
- ④ 对结果进行统计分析,讨论并完成调查报告或小论文的撰写。
- ⑤ 选择合适的展示方式交流成果,并进行评价(表2-8)。

表2-8 评价表

小组 编号	选题及研究过程(40%)			汇报及答辩水平(30%)		电子演示文稿 制作水平(30%)		总分
	价值意义 (20%)	过程完整 (10%)	方法得当 (10%)	内容正确 (15%)	表述清晰 (15%)	图文并茂 (15%)	逻辑清晰 (15%)	

3. 栏目使用建议

(1) 广角镜“大脑语言区的发现”

该栏目通过介绍“大脑语言区的发现”,为学生构建“语言中枢是人脑特有的高级神经中枢”这一概念提供实证。由于篇幅有限,此栏目只提供了简单的线索,教师可引导有兴趣的学生查阅专业书籍,获取更丰富信息支撑概念学习,同时学习科学家善于观察、勤于思考、严谨治学的科学态度。

(2) 生物学与社会“脑科学”

人类的大脑蕴藏着无穷的智慧,创造了一个又一个的奇迹。然而,人类对于自己的大脑如何开展工作的了解还远远不够。科学家越来越意识到揭示脑的奥秘将会对人类的生活和社会的发展带来革命性的影响。因此,脑科学研究方兴未艾。通过本章的学习,学生虽然对神经调节有了基本的认识,但对现阶段科学家在神经科学领域的研究方向和研究成果的应用并不十分了解。本栏目的目的在于激发学生的学习兴趣和探究热情,引导学生关注科学技术在社会生活中的应用,体会科学研究的巨大价值,激发社会责任感。

三、拓展资料

1. 关于唾液分泌的非条件反射与条件反射

吃东西时,食物刺激口腔感受器引起唾液分泌,这种反射生来就有,属于非条件反射。食物进入口腔之前,视觉器官和嗅觉器官接收到食物的形状、气味等信号,随后食物进入口腔引起唾液分泌,多次重复以后,食物的形状和气味也可以引起唾液分泌,即人或动物看到(或嗅到)食物时也会分泌唾液,这属于条件反射;人为将与食物本身毫无关联的铃声或灯光与喂食结合,最终形成条件反射叫做“人工条件反射”,而前者则属于“自然条件反射”。

巴甫洛夫实验发现,完全切除大脑皮层的狗原有的条件反射都消失,再也不能建立新的条件反

射,因此认为,条件反射是条件刺激的皮层代表区与非条件刺激的皮层代表区之间建立了暂时联系。

2. 操作性条件反射

美国心理学家斯金纳做了著名的“斯金纳箱”实验:把一只老鼠放在“斯金纳箱”里,老鼠每按一次按钮便会得到一粒食物。结果老鼠学会了通过按按钮获得食物的方法。斯金纳实验中的动物能把一定的动作同食物联系起来,但只有当它们饥饿且有食物犒赏时,才会做出连续的动作。这是一种反复试验类型的学习,即动物开始时是自发地做出各种反应(先天具有的各种反应),其中的一种反应后来被反应的结果所强化。由于这一反应一次次的成功而增加出现的频率,反应得到进一步的加强,其他反应则由于一次次的失败而被放弃,结果形成了这一特殊的条件反射。操作性条件反射确实是更接近自然界的一类学习,大多数动物的觅食及躲避行为都是一种操作性条件反射。

3. 第一信号系统和第二信号系统

对于动物来说,只有作用于视觉、听觉和其他感受器的现实刺激才起信号作用,这是人和任何动物所共有的现实的第一信号;语言文字是第一信号的抽象,也是第一信号的信号,称为现实的第二信号。巴甫洛夫认为,调节第一信号系统活动的基本规律同样也调节第二信号系统的活动,因为这都是同一神经组织所进行的工作。

4. 成瘾的生理基础

成瘾分为物质成瘾和行为成瘾。

药物(精神活性物质)成瘾表现为对成瘾物质有强烈渴求和冲动感,减少或停止使用时会出现身体不适、烦躁易怒、注意力不集中、睡眠障碍等戒断反应,再次使用药物可得到缓解,是一种以不计后果的强迫性用药为特征的慢性复发性脑疾病,会严重危害自身健康和引发社会问题。

药物成瘾以药物引起的基因表达和神经突触可塑性改变为基础,其本质是一种病理性记忆。药物成瘾记忆受到成瘾性药物的正性奖赏(奖赏效应是一种正性强化效应,与中脑边缘多巴胺系统密切相关)和戒断负性情绪的综合强化,并编码为记忆存储,这种病理性记忆篡夺并利用正常记忆相关的神经环路,在脑内持久而强烈地存在,不易消除。

图 2-5 所示为吗啡成瘾的机制。吗啡直接作用于抑制奖赏通路(中脑腹侧被盖区是其中的重要部分)上的 γ -氨基丁酸能神经元,解除对谷氨酸能神经末梢的抑制,进而促进多巴胺能神经元兴奋并释放多巴胺。多巴胺是一种与欣快和兴奋情绪有关的神经递质,在多巴胺刺激下,大脑奖赏系统能发出欣悦冲动使人精神

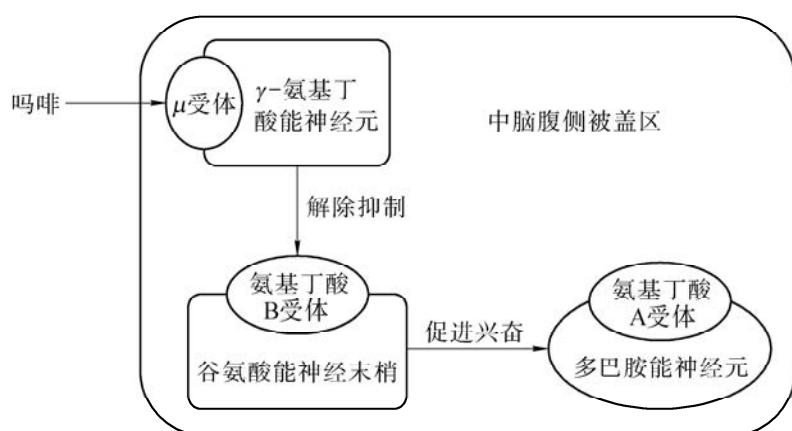


图 2-5 吗啡成瘾机制示意图

上产生欣快感和陶醉感。但是人脑中本来就有一种类似吗啡的物质——内啡肽，维持着人体的正常生理活动。使用吗啡后，减少并抑制了自身内啡肽的分泌，最后只能依靠外界输入的吗啡来维持人体的生理活动，产生严重的依赖性。不仅如此，使用吗啡还会造成精神上和身体上的严重危害。

正常情况下，多巴胺发挥完作用后会被突触前膜上的转运蛋白从突触间隙回收，但是可卡因可以阻断多巴胺的重摄取过程（吗啡也能一定程度上阻断多巴胺的重摄取过程），导致多巴胺停留在突触间隙持续发挥作用（图 2-6）。在过多的多巴胺连续刺激下，产生一系列强烈而短暂的刺激峰值，大脑奖赏系统发出欣悦冲动使人精神上产生欣快感和陶醉感。由于多巴胺得不到回收，就会使突触后膜上的多巴胺受体减少，当停止使用可卡因后，机体正常的神经活动受到严重影响，导致负性情绪的形成，并造成一系列严重的健康危害。要消除这些影响，必须继续服用可卡因，于是产生精神依赖性和强迫性觅药行为，即成瘾。

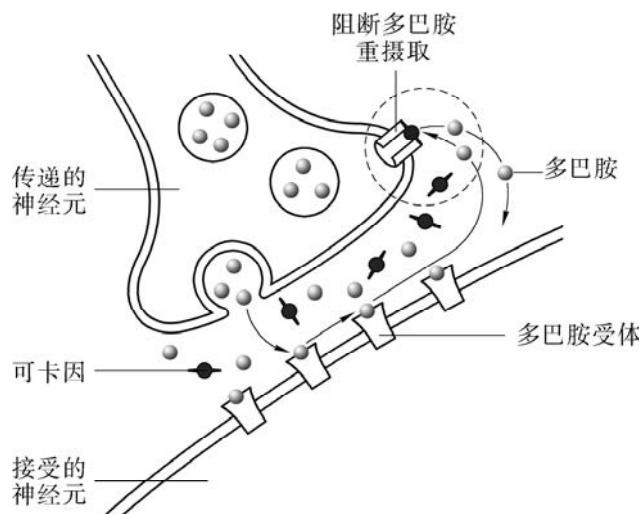


图 2-6 可卡因的成瘾机制示意图

行为成瘾虽没有摄入药物，但和药物成瘾一样，表现为强烈渴求或冲动感，减少或停止时会出现躯体不适的戒断反应，恢复该行为即可得到缓解。例如，被纳入“成瘾行为所致障碍”的游戏障碍，是一种使用电子或视频游戏行为的失控，即便已产生负面后果，依然持续甚至加大行为强度。游戏障碍可造成睡眠不足、昼夜节律紊乱、营养不良、胃溃疡、癫痫发作等躯体问题，还会导致易怒、焦虑、攻击言行、抑郁、负罪感等精神行为问题，甚至拒绝上学和社交活动，家庭冲突增多、重要关系丧失、学业成就或职业绩效受损等社会功能损害。

再如网络成瘾，是指在无成瘾物质作用下的上网行为冲动失控。因过度使用互联网，导致个体明显的社会、心理功能损害，与家人及朋友关系疏远，还有眼睛发干、疼痛、体重增加或睡眠紊乱等躯体问题。关于网络成瘾的机制，目前的解释有：①成瘾行为与 γ -氨基丁酸、去甲肾上腺素、多巴胺等 6 种不同的神经递质有关。上网持续时间过长使大脑中的多巴胺水平升高，短时间内令人高度兴奋，但之后则更易发生颓废、消沉等负性情绪；②因上网的匿名性、便利性及逃避现实性而导致成瘾者易全身心投入；③因不能适应社会，在现实生活中遭遇生理或心理上的困难或挫折时，将情感满足和压力释放转向网络，以逃避现实生活。大脑扫描研究发现，网络成瘾会损伤与情感、注意力和决策处理有关的神经纤维组织，与酗酒和吸毒等物质成瘾导致的大脑神经损伤很相似。但不同于药物成瘾，行为成瘾缺乏动物模型实验证据，研究方法仅限于调查和临床诊断。

第3章 人体的体液调节

激素是细胞分泌的化学物质,是调节细胞活动的信号。尽管激素非常微量,但却能精准、高效地维持机体的协调和稳态,激素调节是体液调节的主要形式。在第2章神经调节的基础上,本章主要从激素调节角度探讨人和动物生命活动的调节,介绍了内分泌系统的组成、激素调节的特点、反馈调节、分级调节等内容,然后以体温调节和水盐平衡的调节为例,从神经调节和体液调节相互协调共同维持机体稳态的角度探讨个体生命系统的稳态,这既是对神经调节和体液调节各自调节方式、调节特点的深入对比分析,更是从系统整体的角度认识人和动物生命活动的规律。本章教材在内容呈现形式上注重对生活实例的分析,将生活与科学的研究的结论结合起来;注重引导学生关注身边的健康问题和生物学现象,注重引导学生运用体液调节的相关知识对健康问题作出理性判断和解释,并尝试解决与体液调节相关的健康问题;注重在解决问题的过程中,归纳与概括、批判性思维等科学思维方法的渗透。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“1.4 内分泌系统产生的多种类型的激素,通过体液传送而发挥调节作用,实现机体稳态”。教材结合学科内在体系和教学目标,分3节进行概述和说明(表3-1)。

表3-1 第3章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 激素调节是体液调节的主要形式	1.4.1 说出人体内内分泌系统主要由内分泌腺组成,包括垂体、甲状腺、胸腺、肾上腺、胰岛和性腺等多种腺体,它们分泌的各类激素参与生命活动的调节 1.4.4 举例说明其他体液成分参与稳态的调节,如二氧化碳对呼吸运动的调节等
第2节 激素通过反馈调节和分级调节维持稳态	1.4.2 举例说明激素通过分级调节、反馈调节等机制维持机体的稳态,如甲状腺激素分泌的调节和血糖平衡的调节等
第3节 神经调节与体液调节共同维持稳态	1.4.3 举例说出神经调节与体液调节相互协调共同维持机体的稳态,如体温调节和水盐平衡的调节等

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了2个学生活动(表3-2)。

表3-2 第3章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验名称	实验性质	《课程标准》要求
模拟诊疗	学生活动	内分泌腺分泌的各类激素参与生命活动的调节
认识生活中使用激素类物质对人体健康的影响	学生活动	结合日常生活,讨论生活用品或食品中含有过量激素对人体健康的影响

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够:结合日常生活中的情境,分析说明人体通过神经系统、内分泌系统以及免疫系统的调节作用对内外环境的变化作出反应,以维持内环境稳态;评估多种生活方案,认同并采纳健康文明的生活方式等。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:教材主要通过举例说明激素调节、神经和体液共同调节维持内环境稳态的具体过程,培养学生的“稳态与平衡观”及“结构与功能观”。通过分析内分泌系统的组成和功能、激素与受体的特异性结合等内容,强化“结构与功能观”。通过血糖平衡的调节说明激素的反馈调节机制,通过甲状腺激素分泌的调节说明激素的分级调节机制,通过体温调节和水盐平衡的调节说明神经调节和体液调节相互协调共同维持内环境的稳态,在此基础上帮助学生树立“稳态与平衡观”。同时,通过对糖尿病、甲亢、中暑、冻伤等疾病的分析,引导学生基于“稳态与平衡观”指导人的健康生活方式。

科学思维:教材主要分析了人体的血糖平衡的调节、甲状腺激素分泌的调节、体温调节和水盐平衡的调节,引导学生分析、推理、归纳、概括激素调节的机制及神经调节和体液调节的特点与联系。另外,通过课前活动“第一种被发现的激素——促胰液素”“血糖浓度与激素调节的关系”和“运动前后生理活动的变化”,培养学生的分析、比较和概括能力;通过探究·活动3-1“模拟诊疗”,培养学生的分析与综合能力;通过探究·活动3-2“认识生活中使用激素类物质对人体健康的影响”,培养学生的归纳与概括、批判性思维等。

科学探究:教材通过促胰液素的发现史,引导学生分析促胰液素的发现和研究历程,结合查阅胰岛素、性激素等激素的研究资料,总结研究激素生理功能的方法,提高实验设计及结果分析、讨论的能力。

社会责任:教材内容与人体健康的关系非常密切,通过探究·活动3-1“模拟诊疗”和CO₂对呼吸运动的调节,引导学生关注健康问题;通过探究·活动3-2“认识生活中使用激素类物质对人体健康的影响”,引导学生关注并理性解释社会议题、宣传健康知识;通过血糖平衡的调节、甲状腺激素分泌的调节、体温调节和水盐平衡的调节,引导学生崇尚健康的生活方式,成为健康中国的促进者和实践者。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章内容承接第2章,在学生认识了神经调节的基础上,从体液调节入手,重点阐述激素调节在

人体维持内环境稳态中的特点、机制和意义，并进一步从神经调节与体液调节相互协调共同维持内环境稳态的角度阐述神经调节和体液调节的关系。同时，本章内容也是第4章人体的免疫调节、构建“神经-内分泌-免疫”调节网络的基础，在培养“稳态与平衡观”中起关键作用。

2. 本章各节之间的关系

本章教材从人体的体液调节入手，以体液调节的主要形式——激素调节为主线贯穿主体内容。从第一种激素的发现引出激素调节和内分泌系统，进而总结激素调节的特点，随后通过血糖平衡的调节与甲状腺激素分泌的调节讨论激素调节的机制——反馈调节和分级调节，最后通过体温调节和水盐平衡的调节探讨神经调节与体液调节的关系。本章各节概念之间的关系如图3-1所示。

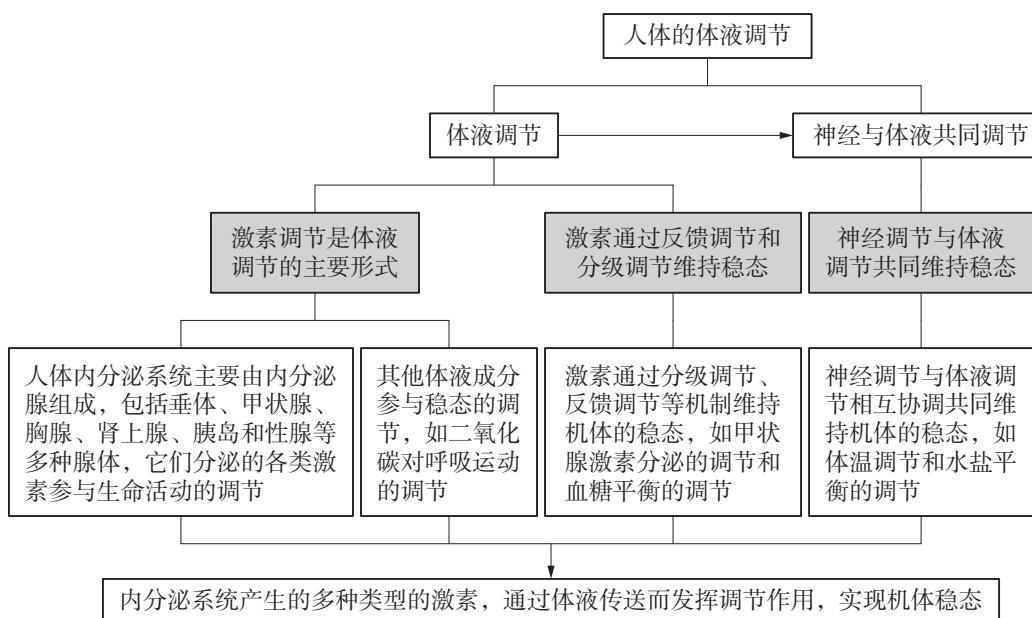


图3-1 第3章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

本章重点从“稳态与平衡观”出发，基于日常生活情境，通过分析激素、CO₂等物质对生命活动的调节过程，归纳体液调节的概念和特点；通过分析血糖平衡的调节与甲状腺激素分泌的调节，基于“稳态与平衡观”，阐明反馈调节、分级调节对机体内环境稳态的意义；通过分析体温调节和水盐平衡的调节，归纳和概括神经调节和体液调节的关系，并能认识到稳态是生命系统的特征，也是机体存活的必要条件，稳态通过自我调节来实现，进一步强化“结构与功能观”和“稳态与平衡观”。在构建概念1.4的同时，引导学生通过案例分析等活动，关注与内分泌相关的健康问题，正确运用相关知识对问题作出理性分析与解释，运用归纳与概括、模型与建模、批判性思维等科学的思维方法认识体液调节与神经调节，辩证地认识使用激素对人体健康的利弊，并能阐明自己的观点。

四、本章课时建议

本章建议 6 课时,具体见表 3-3。

表 3-3 第 3 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 激素调节是体液调节的主要形式	1
第 2 节 激素通过反馈调节和分级调节维持稳态	2
第 3 节 神经调节与体液调节共同维持稳态	2
学习交流与评价	1

其中,第 1 节中的探究·活动 3-1“模拟诊疗”0.2 课时,第 2 节中的探究·活动 3-2“认识生活中使用激素类物质对人体健康的影响”0.5 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能基于“稳态与平衡观”和“结构与功能观”,阐释反馈调节、分级调节对机体内环境稳态的意义,举例说明神经调节与体液调节相互协调维持稳态;以“稳态与平衡观”为指导,在新的问题情境中解释维持内环境稳态的机制。

(2) 学生科学思维的发展

学生能否基于体温调节、水盐平衡的调节等实例,运用归纳与概括、模型与建模等方法描述神经调节与体液调节的关系;辩证地认识使用激素对人体健康的利弊,并通过逻辑推理阐明自己的观点。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能针对研究激素功能的问题,基于给定的条件,设计探究实验方案。

(4) 学生的社会责任意识

学生能否关注与内分泌相关的健康问题,运用激素调节的相关知识,就内分泌相关的健康问题提出科学建议。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完每节内容后检查相关学习目标达成情况,通常围绕各节聚焦的核心概念和学科核心素养进行。

第 1 节第 1 题要求学生基于简单情境分析激素调节的特点(生命观念水平 2)。第 2 题要求学生

从甲状腺激素的结构与功能出发,分析我国实施食盐加碘的原因,并能辩证分析食盐加碘的适用人群(生命观念水平2、社会责任水平2)。第3题要求在较为复杂情境中,运用体液调节的知识解释CO₂对呼吸运动的调节作用(生命观念水平3)。第4题要求学生将激素调节的内容迁移到较为复杂的情境中,根据激素含量的变化推测激素的种类,并尝试从激素的功能出发提出提高蚕丝产量的方法(科学思维水平2、社会责任水平3)。

第2节第1题要求学生分析并判断胆囊收缩素分泌的调节机制,并解释该机制对生命活动的意义(生命观念水平3)。第2题要求运用分级调节和反馈调节的基本原理解释运动赛场中违禁使用兴奋剂可能给运动员身体造成危害的生命现象(生命观念水平3、社会责任水平2)。第3题要求分析健康人和糖尿病患者血糖浓度的变化情况及其原因,提出预防糖尿病的措施(生命观念水平3、社会责任水平3)。

第3节第1题要求学生根据胰液分泌过程的调节模型判断调节类型(生命观念水平2)。第2题要求从神经调节和体液调节相互协调共同维持机体稳态的角度,分析较为复杂情境中的问题(生命观念水平3、科学思维水平2)。第3题要求学生基于第2章人体的神经调节和本章前两节人体的体液调节的内容,分析体温平衡、水盐平衡中神经调节和体液调节的具体过程,归纳概括神经调节和体液调节的特点与联系(科学思维水平3)。第4题要求学生从神经调节和体液调节相互协调共同维持机体稳态的角度,分析在炎热环境中运动时人体体温和血浆渗透压的调节过程,并基于机体的调节能力是有一定限度的提出夏季运动的注意事项(生命观念水平4、社会责任水平3)。

(2) 学业评价

本章设置了3道学业评价题,均以真实的情境为题干,并设计了3~5个小问题,题型有选择和简答。题目围绕本章聚焦的核心概念,侧重评价学生在真实情境中运用相应学习内容和方法分析问题、解释原因、阐述机制的能力。

第1题:本题以甲亢患者的症状为情境,引导学生运用已学知识分析病因。第(1)小题要求学生基于结构与功能观分析甲亢患者怕热、心悸等症状与甲状腺激素的关系(生命观念水平2)。第(2)小题要求学生根据激素的分级调节和反馈调节特点分析甲亢的病因(科学思维水平3)。第(3)小题要求学生基于稳态与平衡观分析缺碘引起甲状腺肿大的原因(生命观念水平3)。第(4)小题从甲亢治疗出发,引导学生认同生活方式会影响身体健康(社会责任水平3)。

第2题:本题以学生非常熟悉的慢跑为情境,要求学生综合分析运动过程中的血糖平衡、体温平衡、水盐平衡及呼吸运动,并能基于稳态与平衡观辨别伪科学,指导健康的生活方式。第(1)小题要求学生分析跑步过程中血糖平衡的调节过程(生命观念水平3)。第(2)小题列举了跑步时人体出现的部分生理反应及产生这些反应的原因,学生需要根据神经和体液调节的知识对其合理性做出判断(生命观念水平3)。第(3)小题要求学生基于稳态与平衡观,描述从开始跑步到结束的整个过程中体温调节的机制(生命观念水平4)。第(4)小题要求学生基于稳态与平衡观解释“跑步后要及时补充淡盐水”的科学依据,同时也是提醒学生要养成健康科学的运动习惯(生命观念水平4、社会责任水平3)。第(5)小题从跑步运动拓展出去,引导学生结合人体营养的相关内容做出判断并养成科学的生活方式(生命观念水平3、社会责任水平3)。

第3题:本题以治疗I型糖尿病的胰岛素泵为情境,要求学生基于结构与功能观、稳态与平衡观解决生活中的问题。第(1)小题要求学生运用胰岛素与受体特异性结合、胰岛素的作用机制等内容

分析可以使用胰岛素进行治疗的几种情况(生命观念水平 3)。第(2)小题引导学生关注内环境自稳态的含义,并能基于稳态与平衡观分析胰岛素泵在治疗 I 型糖尿病方面的优势(生命观念水平 3、科学思维水平 3)。第(3)小题是开放性问题,引导学生综合运用科学、技术、工程学等学科思想和方法,设计改进胰岛素泵的方案(社会责任水平 3)。

第1节 激素调节是体液调节的主要形式

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 以图示、表格的形式,概括人体内分泌系统的组成。
- (2) 从结构与功能相适应的角度,说出激素参与生命活动调节的特点。
- (3) 通过模拟诊疗活动,运用激素调节的知识,关注与内分泌相关的健康问题。
- (4) 举例说明其他体液成分对维持内环境稳态的意义,并尝试归纳体液调节的特点。

这四项目标是依据《课程标准》内容要求 1.4.1 和 1.4.4 及相关活动建议设定的。目标(1)要求学生在学习教材内容的基础上以图示(概念图)、表格或其他形式概括人体主要内分泌腺及分泌的主要激素和功能(水平 2)。目标(2)要求学生基于结构与功能观阐明激素调节的特点(水平 3)。目标(3)要求学生在活动中巩固激素的种类和生理功能,并能关注相关健康问题、尝试解决有关问题(水平 4)。目标(4)要求学生综合体液调节的定义和特点、归纳激素调节的定义和特点(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.4.1 和 1.4.4 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 3-4)。

表 3-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
内分泌系统分泌激素调节生命活动	内分泌腺和分散在其他组织器官中的内分泌细胞共同组成内分泌系统
	人体的内分泌腺主要有垂体、甲状腺、胸腺、肾上腺、胰岛和性腺等
	由动物体内特定的内分泌腺或内分泌细胞所分泌的激素,可通过体液传送来调节生命活动
激素调节具有特异性、高效性等特点	激素本身不提供代谢所需的物质或能量,只作为“信使”发挥作用
	激素的传送途径相似
	激素调节具有特异性、高效性
体液中 CO ₂ 等成分也参与体液调节	体液中 CO ₂ 浓度的稳定对维持人体正常的呼吸节律非常重要

3. 学习内容

本节的主题是“激素调节是体液调节的主要形式”，激素调节是学生在初中阶段已经接触过的概念，而体液调节则是激素调节概念的发展，因此教材从科学史“第一种被发现的激素——促胰液素”的分析和讨论导入，一方面承接第2章神经调节的内容，指出“神经论”的影响广泛而深入，一方面通过贝利斯与斯他林的实验，说明激素调节与神经调节有很大的不同。同时将促胰液素的分泌部位、运输方式等内容隐含在科学实验的“推测”中，为后续激素调节的特点做铺垫。该内容在引出本节主体内容的同时，引起学生的学习兴趣，并训练学生的分析、概括能力。

第1目：内分泌系统分泌激素调节生命活动。鉴于学生在初中阶段已经对人体主要内分泌腺及其分泌的主要激素有所了解，所以教材此处主要介绍激素调节和内分泌系统两个概念，人体主要内分泌腺及其分泌的主要激素通过教材图3-2予以呈现，辅以探究·活动3-1“模拟诊疗”，侧重内分泌腺和激素知识的应用。

第2目：激素调节具有特异性、高效性等特点。主要介绍激素调节的特点，除特异性、高效性外，相似的传送途径、作为“信使”也都可以认为是激素调节的特点。教材图3-4“激素的传递及作用过程示意图”主要说明激素的传递途径和特异性，用箭头表示出激素一般需要经过分泌部位的组织液→血浆→全身各处的组织液等体液的接力传送，才能到达作用部位。同时通过激素、受体的结合与否，说明激素调节具有特异性。

第3目：体液中CO₂等成分也参与体液调节。以人体呼吸运动的调节因子CO₂为例，说明人体中还有很多非激素类物质均可通过体液传送后作用于靶细胞并调节其生理活动。从激素调节引出体液调节，既体现了生物学研究的发展，又有利于学生构建完善的概念体系。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 充分调动学生已有的知识经验

关于激素调节，学生在初中生物学课堂中已有所接触，教学中要充分调动学生已有的前概念，在此基础上建立新概念。例如，人体主要内分泌腺及其分泌的主要激素，可以让学生将初中所学和教材图3-2比较，重点关注有差异的部分。

(2) 利用“科学史”导入新课，启发学生的思维

关于激素的发现、激素调节的发现等内容，有很多相对独立的科学史材料可以作为教学素材。除了教材中促胰液素的发现，胰岛素、肾上腺素的发现过程均蕴含了科学发现的思想与方法，通过分析，可以启发学生的思维，训练学生的科学思维能力。在激素的发现过程中，经常隐藏着研究激素生理功能的方法，要善于从中总结，帮助学生梳理常见的激素生理功能研究方法。

课前活动限于篇幅只展示了促胰液素发现的主要环节，教师在教学中可以做适当补充说明。19世纪中叶，法国生理学家贝尔纳发现酸性食糜进入小肠会引起胰液的分泌，但他的发现在当时并未

引起人们的关注。后来,俄国生理学家巴甫洛夫和他的学生关注到了这一现象,但受到当时盛行的“神经论”影响,他们都认为这只是由一种“反射”引起的。1901年,法国人沃泰默(E. Wertherimer)以狗为实验对象完成了教材图3-1中的实验①~③,他同样深受“神经论”的影响,面对给已切除神经的小肠注入稀盐酸后其仍能分泌胰液的现象,沃泰默解释为:这是一种十分顽固的神经反射,只要有任何微小神经没有剔除干净,反射就会发生。翌年,英国科学家贝利斯和斯他林重复了沃泰默的实验,尽管得到了与沃泰默相同的结果,但他们大胆推测:这不是神经调节而是化学调节,进而发现了促胰液素。从上述科学史可以看出,贝利斯和斯他林的大胆假设对促胰液素的发现有非常重要的作用。实际上,贝利斯和斯他林关于化学调节的假设可以认为是一种关于生命活动调节的“假说”。假说在科学理论形成过程中发挥先导和纽带的作用,科学发展的过程就是假说的提出、检验以及假说的更替过程,提出与现有认知不相符的新假说往往需要大胆的质疑精神和丰富的想象力。即使提出了错误的假说,也可能包含合理的成分,能为正确理论的建立提供研究线索。教学中,要注意充分挖掘科学史蕴含的意义,精心设计问题,引领学生思考、分析并充分表达自己的观点,让同学之间相互讨论、质疑和评价,最后自己得出结论,这样能够较好地帮助学生在深刻理解知识的基础上形成“结构与功能观”,提高分析比较能力和科学探究能力,使获得的知识富有意义并且能够灵活地迁移运用。

(3) 善于利用实验激发学生的学习兴趣

生物学是以实验为基础的自然科学,在教学过程中设计合适的学生实验、演示实验能极大激发学生的学习热情,让抽象知识形象化,拓展学生的思维、提高学生的科学探究能力。例如,本节可以设计“探究甲状腺激素对蝌蚪生长发育的影响”“探究肾上腺素对鲫鱼体色的影响”等实验,既可以提高学生实验设计、方案实施等探究能力,还能增强学生对自然现象的好奇心和求知欲,提高学生的实践能力。

(4) 合理设计知识呈现形式,发展学生的科学思维方法

知识的呈现形式直接影响学生的学习方式。例如激素调节的特点,如果教学中由教师直接呈现各特点,再请学生举例说明,则能在一定程度上发展学生的演绎能力;如果由教师展示具体实例,由学生总结激素调节的特点,则能锻炼学生的归纳与概括能力。

2. 实验与活动建议

探究·活动 3-1 模拟诊疗

本活动的目标,一是了解常见内分泌相关疾病的病因、症状以及初步治疗建议,二是尝试运用人体主要激素及其功能的知识解释现实生活中问题。因此,活动的主要环节是学生运用所学各激素的生理功能来分析四位患者的症状,从中找到联系,并得出可能的病因。同时,在活动过程中,学生比较、分析、综合的思维方法得到训练,关注激素相关的健康问题的意识有所增强,运用所学知识解决生活问题的能力得到提高。

建议采用小组活动方式进行教学。例如,可以按照“小组讨论→代表交流→组间评价→师生对话”的流程,充分调动学生。

鉴于高中学生有限的认知水平和医学临床诊治的高度专业性之间肯定存在差异,因此学生提供的讨论结果与临床实践的大方向基本一致即可。同时,应向学生说明实际生活中应以专业医生的诊断和医嘱为准。关于检查建议等只要求学生从激素角度讨论即可,如果有学生对病症及治疗有较深入地了解,可以适当分享和拓展,但不宜将此作为活动目标要求大多数学生认知。

3. 栏目使用建议

本节设置的教学辅助栏目有广角镜“青春期”,将学生熟悉的青春期与本节激素调节紧密联系起来,阐明青春期的很多变化都有其生理基础,并在此基础上引导学生正确认识青春期的身心变化,合理应对,树立生命安全与健康教育观念。

三、拓展资料

1. 体液调节的研究历史与研究进展

古人早就知道阉割对人和动物的第二性征发育有重要影响。1849年,柏绍特(A. A. Berthold)发现向阉割的公鸡体内移植睾丸组织可防止鸡冠萎缩,因此证实雄性第二性征跟睾丸分泌物有关。19世纪末,在研究治疗黏液性水肿(即甲状腺功能减退症)的过程中,英国内分泌学家穆雷(G. Murray)尝试将羊的甲状腺提取物用于治疗一名严重的甲减患者,结果疗效明显。1905年,贝利斯和斯他林提出了“激素”的概念,其拉丁文“hormone”,意为“激发起活性”,并指出激素在血液中起化学信使的作用。

在其后的几十年内,人们获得了多种内分泌器官的提取液,加之大量有机化学家参与此项工作,促进了纯化激素粗提液和化学分析等工作。例如,1915年美国生物化学家肯德尔(E. C. Kendall)提取出了具有活性的甲状腺提取物;1921年加拿大生理学家班廷(F. G. Banting)和贝斯特(C. H. Best)发现并提取了胰岛素。1965年,我国科学家另辟蹊径,人工合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素,尽管其并未在临床中得到应用,但却开启了人类历史上人工合成蛋白质的新篇章。

20世纪中后期,细胞生物学和分子生物学的发展促进了对激素作用原理的探索。科学家研究表明,激素的作用是通过与细胞膜上激素受体结合后,刺激并诱导细胞内cAMP量的升高,从而引起一系列变化。其中,美国生物化学家萨瑟兰(E. W. Sutherland)作出了开创性工作,他于1958年首次发现cAMP,并于1965年将cAMP称为第二信使,与之对应的第一信使是激素等。萨瑟兰的成就促使cGMP等一系列对激素作用原理研究工作的开展,因此获得了1971年诺贝尔生理学或医学奖。

科学家在研究神经调节的过程中发现,下丘脑的神经内分泌活动受内外环境的影响,除来自分级调节中垂体或其他内分泌系统产生激素的影响外,一些影响因素还来自外周或中枢神经系统(如来自视网膜、脊髓、大脑皮层等处),而将下丘脑的内分泌神经元(相当于突触后膜)与这些部位的神经元(相当于突触前膜)间建立较远距离突触联系的化学物质是诸如去甲肾上腺素、多巴胺、5-羟色胺等含胺类的神经递质。它们虽为神经递质,但没有经典突触的传递过程,而具有经典激素的传递途径和作用特点。

同时,激素的来源也不仅局限于经典的内分泌腺,如机体十二指肠黏膜和少量分布在空肠、回肠和胃窦中的S细胞可以释放促胰液素。不仅是促胰液素,科学家还发现我们的胃肠道能产生胆囊收

缩素、胃饥饿素、胃泌素和血管活性肠肽等多种肽类激素，及许多其他对机体细胞生理活性具有调节功能的化学物质；并且消化道中的一些肽类化学物质（如胃泌素、胆囊收缩素等）在脑内也广泛存在，它们起着神经递质或调节物的作用；而原来认为只存在于脑中的若干肽类（如生长抑素及某些内源性鸦片样物质等）也出现在于胃肠道中，并调节着消化、内分泌和代谢等生理机能。除了胃肠道中能产生的肽类激素外，随着学科的发展，科学家在我们机体中发现了越来越多的非经典内分泌腺产生的化学物质，它们的运送途径、对靶器官的调节方式等均呈现经典内分泌调节模式。譬如：主要来源于心脏的心房钠尿肽，其对远端靶器官（肾脏）的排钠进行调节；合成于肾的红细胞生成素，其经血液循环作用于骨髓，并刺激后者产生红细胞；此外，脂肪组织可以产生瘦素，瘦素具有调控食欲中枢的作用等。目前科学家将它们均界定为“激素”。

今天，越来越多的资料显示：我们的内分泌系统与机体其他系统在生理过程中也存在交互作用，这也使激素的概念在发生变化。例如，在维持血压、血容量和外周阻力等心血管系统功能方面，激素有重要作用，但由肾脏近球细胞分泌的血管紧张素Ⅱ、内皮细胞产生的内皮素及NO等血管活性物质，也与血管张力的动态改变有关；同时，肾不仅是构成肾素—血管紧张素系统的必需部分，也是甲状腺激素、盐皮质激素和抗利尿激素等多种激素的一个主要靶器官。可见，激素的概念已得到延伸，是体内广泛存在的细胞间通讯的化学信使，其功能为调节机体代谢，协调机体器官、系统活动并维持内环境稳定，参与细胞生长、分化、发育和凋亡的调控。这极大扩大了激素范畴，将所有细胞因子、生长因子、神经递质、神经肽等由体内细胞分泌并经体液传送的化学物质均归为激素。

为避免与经典内分泌学中激素调节的概念相混淆，“体液调节”这一概念逐渐出现并日趋明晰：体液调节是指机体的某些组织细胞所分泌的特殊化学物质，通过体液途径到达并作用于靶细胞上的相应受体，影响靶细胞生理活动的一种调节方式。这种特殊化学物质大致分为三类：一是内分泌细胞或内分泌腺分泌的激素；二是某些组织细胞产生的特殊化学物质，如细胞因子（简称白介素）、生长因子、趋化因子、组胺等；三是组织细胞代谢过程中产生的某些代谢产物，如CO₂、NO、H⁺等。

2. 动物激素的化学成分及作用原理

动物激素的种类繁多、来源复杂，按其化学成分可分为两大类：含氮激素和类固醇激素。

含氮激素又可分为蛋白质及肽类激素和胺类激素两类。蛋白质及肽类激素：下丘脑分泌的多种释放激素、抗利尿激素、催产素；垂体分泌的多种促激素、催乳素；胰岛素、胰高血糖素、绒毛膜促性腺激素、促胰液素、血管紧张素、肾素等。胺类激素：肾上腺素、去甲肾上腺素、甲状腺素、褪黑激素等。

类固醇激素：肾上腺皮质激素（皮质醇、醛固酮）、睾丸酮、雌二醇、孕酮等。

含氮激素主要与膜受体结合，类固醇激素主要与核受体结合，然后通过细胞内信号传导系统或调节相应基因的表达来起作用。

（1）第二信使学说

含氮激素与膜受体结合后，通过胞内第二信使引起相应效应，主要有以下几个步骤：①含氮激素作为第一信使，与靶细胞膜上的受体识别并结合；②激素与受体结合后，激活膜上的腺苷酸环化酶系统；③在Mg²⁺存在的条件下，腺苷酸环化酶促使ATP转变为cAMP（第二信使），信息由第一信使传递给第二信使；④cAMP使无活性的蛋白激酶转变为有活性的，从而激活磷酸激酶，引起细胞多种生理生化反应，如肌肉细胞的收缩与舒张、神经细胞的电位变化、腺细胞的分泌、细胞的通透性改变等。

以上过程也称为第二信使学说,图 3-2 是肾上腺素被肝细胞表面的受体结合后引发的连锁反应,激素的作用被逐级放大,形成了一个效能极高的生物放大系统,这也是激素调节的一个特点。

(2) 基因表达学说

类固醇激素的相对分子质量比较小(仅为 300 左右),且呈脂溶性,因此可透过细胞膜进入细胞。在进入细胞之后,经过两个步骤影响基因表达而发挥生物学作用:①激素与胞浆受体结合,形成激素-受体复合物。受体与激素结合后,其结构发生变化,从而使细胞质中的“激素-受体复合物”获得透过核膜的能力;②激素-受体复合物进入细胞核后结合于染色质的非组蛋白的特异位点上,启动或抑制该部位的 DNA 转录过程,进而促进或抑制 mRNA 的形成,结果是诱导或减少某种蛋白质(主要是酶)的合成,引起相应的生物效应(图 3-3)。这类激素和含氮激素一样,作用方式也是一系列的连锁反应,作用效果被逐级放大,所以同样体现高效能的特点。

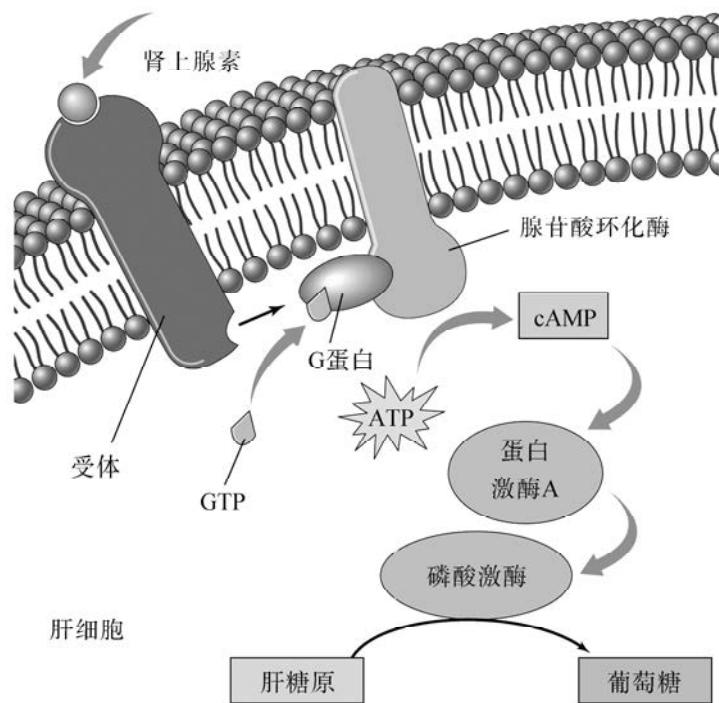


图 3-2 含氮激素作用原理示意图

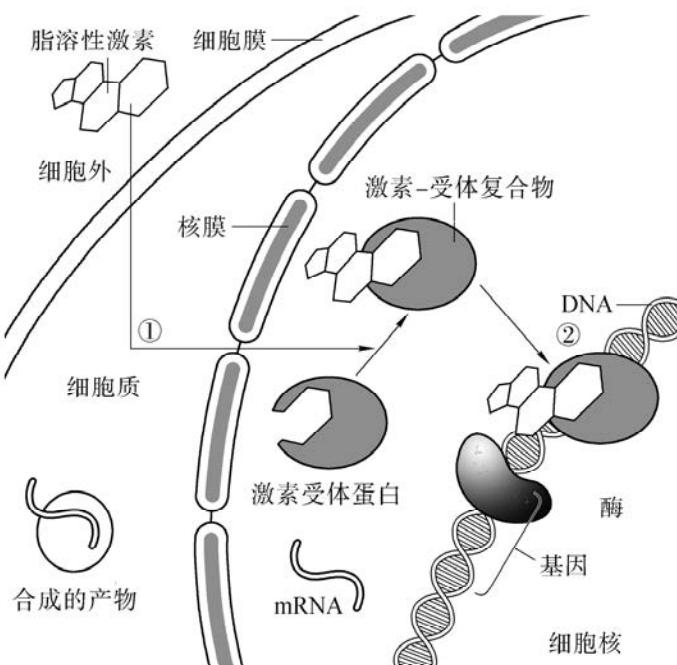


图 3-3 类固醇激素作用原理示意图

第2节 激素通过反馈调节和分级调节维持稳态

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

(1) 基于稳态与平衡观,举例说明激素的分级调节和反馈调节机制,并能提出预防糖尿病的科学建议。

(2) 通过探究活动,辩证地认识使用激素对人体健康的利弊,并能阐明自己的观点。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.4.2 及相关活动建议设定的。目标(1)包含生命观念和社会责任两个方面,既要求学生基于甲状腺激素分泌的调节、血糖平衡的调节等实例说明激素的分级调节和反馈调节(水平 3),又要求学生基于“稳态与平衡观”制定健康的生活计划(水平 4)。目标(2)要求学生能从利、弊两方面辩证地看待在生产、生活中使用激素,并能通过逻辑推理阐明个人立场(水平 4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.4.2 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 3-5)。

表 3-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
反馈调节是激素调节的重要机制	维持血糖平衡的激素调节过程
	胰岛素的作用结果会抑制胰岛素的分泌
	胰高血糖素的作用结果会抑制胰高血糖素的分泌
分级调节是激素调节的机制之一	甲状腺的分泌活动受下丘脑和垂体的调节
	甲状腺激素也会抑制下丘脑和垂体的分泌活动

3. 学习内容

本节的主题是“激素通过反馈调节和分级调节维持稳态”,教材内容通过实例围绕反馈和分级两种调节机制展开。本节内容以学生非常熟悉的进食后和运动时血糖的波动与稳定引入,通过“正常人空腹口服葡萄糖溶液前后的血糖、胰岛素、胰高血糖素的浓度变化”这一科学研究为情境,以曲线图展示实验结果,让学生在科研情境中思考血糖浓度变化与胰岛细胞分泌激素间的关系,一方面承

接节引言关于血糖平衡的描述,一方面为后续以血糖平衡的调节为例构建反馈调节的概念做好铺垫。通过分析每条曲线的变化趋势、三条曲线之间的关系,说明血糖浓度变化与胰岛素、胰高血糖素浓度变化的关系。在此过程中,发展学生分析、比较、推理的能力。最后,从实验发散出去,通过“思考与讨论”引导学生关注早餐对健康的重要意义。

第1目:反馈调节是激素调节的重要机制。承接节引言,从血糖平衡的激素调节入手,以图文并茂的形式介绍血糖调节过程,在此基础上,从调节过程中抽象、概括出反馈调节的概念。

第2目:分级调节是激素调节的机制之一。以学生较为熟悉的两种与甲状腺激素分泌失衡导致的疾病建立情境,引出甲状腺激素分泌的调节是一种分级调节,在此基础上说明甲状腺激素分泌的调节也存在反馈机制,进一步说明反馈调节的普遍性。由于在激素调节中,反馈调节比分级调节更普遍,分级调节中也存在反馈调节,所以教材先介绍反馈调节,再介绍分级调节。

探究·活动3-2“认识生活中使用激素类物质对人体健康的影响”,以学生熟悉的糖尿病、瘦肉精等实例作为活动背景,希望学生在查阅资料、讨论交流过程中,辩证认识激素和激素类物质对人体健康的影响,并能将相关知识进行主动宣传,成为健康中国的促进者和实践者。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中,课堂教学1.5课时,实验与活动教学0.5课时。

1. 课堂教学建议

(1) 创设真实情境,组织探究性学习

本节内容与学生日常生活密切联系,因此创设与学生有关的情境能很好激发学生主动学习,在深入分析情境、解决问题过程中达到深度学习。

如血糖平衡的调节,可以创设“如何科学控制体重”的情境。青少年肥胖问题容易引起学生的热情,且很多学生对引起肥胖的原因一知半解。因此,通过抽丝剥茧,学生在教师的引导下,在解决具体问题中,逐渐明晰激素在调节血糖平衡过程中的作用、反馈调节的机制、糖代谢与脂代谢的简要联系、血糖平衡与人体健康的关系等内容,逐渐提高分析问题、运用比较、概括、模型等方法解决问题的能力,逐渐提高运用激素调节的知识指导健康生活的能力。

(2) 充分挖掘教材资源,发展学生核心素养

课前活动中关于“血糖浓度与激素调节”的文字描述比较概要,教学中可以适当补充,使情境更加完整。例如,为了研究血糖浓度升高时胰岛细胞的分泌情况,研究人员做了以下实验:首先,让参加实验的健康志愿者禁食12小时,其间只能喝水并保持安静状态;然后,喝一杯葡萄糖溶液,接下来每隔1小时从志愿者身上抽取少量血液样品。教学中要注意:①合理设置问题的梯度。如可以先让学生描述血糖浓度、胰岛素浓度、胰高血糖素浓度随时间的变化情况,再回答思考与讨论第1题。还可以就实验条件的控制设问,如“参加实验的志愿者为什么需要空腹(禁食12小时)?”等,留给学生充分的思考讨论空间;②落实核心素养。分析血糖浓度与胰岛细胞分泌激素间的关系要注意从“稳态与平衡观”出发,分析曲线图要注意比较、概括能力的培养,分析思考与讨论第2题要注意引导学生养

成健康的生活方式;③有效衔接教材正文。课前活动的讨论与分析是为了引入正题,注意与第1目的内容保持有效衔接。

(3) 关注知识的生物学意义,促进概念学习

教学中,在帮助学生理解反馈调节和分级调节的含义的同时,更要通过多个案例分析,让学生归纳反馈调节和分级调节的意义,在此基础上,进一步用演绎的方法分析新情境、新问题。通过这样的方法,可以帮助学生理解概念的生物学意义,帮助学生深入理解反馈调节和分级调节,帮助学生从生命系统的角度理解激素调节的机制与内环境自稳态的关系。

(4) 引导学生关注社会、关注健康生活

激素调节与社会和个人生活密切相关,教学中要重视引导学生把所学知识与社会和个人生活相结合。一方面,可以用社会生活中的实际问题为情境,分析挖掘情境中包含的激素调节的相关知识、思维方法和社会责任;另一方面,可以设计运用所学的激素调节的知识、“稳态与平衡观”等生命观念、归纳与概括等科学思维方法去分析、解决社会生活中的问题,如糖尿病的发病原因、治疗和预防,甲亢、甲减的预防与治疗,激素在生产、生活中的应用等问题。

2. 实验与活动建议

探究·活动 3-2 认识生活中使用激素类物质对人体健康的影响

本活动要求学生通过网络、图书馆等途径查阅资料,搜集关于激素、激素类物质的合理运用和不合理运用的具体事例,通过讨论,能从正反两方面认识激素、激素类物质对人体健康的影响,理性评价应用激素、激素类物质的利弊。

很多人在提到激素和激素类物质时,都认为对人体健康有害,很多学生和家长也是如此,那么究竟应该如何正确认识药品、食品、生活用品中的激素和激素类物质呢?此活动就基于此目的而设计,在活动背景中举了正反两方面的例子,为学生查找资料提供依据,通过查找资料、理性分析,有利于强化学生对激素调节的特点、机体正常反馈调节机制的认识;有利于提高学生运用所学知识联系生活实践的意识;有利于提高学生分析问题的能力;有利于提高学生的批判性思维。

教学过程中,要在学生搜集资料阶段给予必要的指导,确保学生收集到的资料完备,例如既有正面信息(有利于人体健康、生产生活或生态平衡等),也有反面信息(不利于人体健康、生产生活及生态平衡等)等。在讨论过程中,要给予学生足够的时间发表自己的观点,使学生在交流、辩论中形成正确的认识,同时培养学生的批判性思维。

除了教材中的举例外,还有如下案例供参考使用。

(1) 双酚 A 常被用于塑料的合成,能让塑料制品具有无色透明、耐用、轻巧和突出的防冲击性等特性,已广泛用于日用塑料制品的制造过程中,人们经常能接触到。但双酚 A 可以和雌激素受体结合,对动物产生类似雌激素的效果。

(2) 临幊上,常使用糖皮质激素治疗过敏性鼻炎。

(3) 昆虫的生命活动也受许多激素的调节,其中有一种激素是保幼激素。如果在家蚕作茧之前数日,在桑叶上适量喷洒人工合成的保幼激素类似物,蚕吃后能延迟几天作茧,使绢丝腺生长更饱

满,从而可以吐更多的丝。

(4) 一些工业废弃物、杀虫剂、除草剂等,在分解过程中能产生与性激素分子结构类似的产物,称为环境激素或内分泌干扰物,可能对人和动物的内分泌功能产生不良影响。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本栏目主要对图 3-7 和正文中关于肝糖原、肌糖原与血糖的关系做补充说明,即对“人体血糖浓度降低时,肌糖原为什么不能分解后补充血糖”做解释,以解决学生心中的疑惑。关于肝糖原和肌糖原,很多学生的认识有偏差,误认为肌糖原不能分解,不知道肝糖原和肌糖原分解的差异,导致很多错误认知。关于肝糖原和肌糖原的学习提示,结合高中生物学必修 1《分子与细胞》中有关酶的内容,从酶的专一性角度分析两者的异同,一方面有利于学生正确认识肝糖原和肌糖原,另一方面有利于学生在不同模块间融会贯通,从整体上认识生命系统。

(2) 广角镜“正反馈与负反馈”

本栏目主要是帮助学生全面理解反馈。反馈调节是一个比较抽象的概念,教材正文对反馈调节的定义是基于血糖调节的具体过程进行抽象所得的。血糖调节是一个负反馈调节的典型实例,但如果对正反馈没有介绍,学生可能对反馈的认识形成片面认识,即使人体生命活动的调节过程大多是负反馈。因此,将正反馈与负反馈做简单的比较,并以学生熟悉的具体生命活动作为实例,有助于学生全面了解反馈,有助于学生进一步理解负反馈调节在体液调节中的重要意义。负反馈调节的意义是使系统处于一种稳定状态,在正常生理情况下,机体内的控制系统绝大多数都属于负反馈控制系统。如当机体的动脉血压突然升高时,压力感受器能感受这一变化并将这一信息反馈到心血管中枢,经过中枢的整合、比较、分析后,通过传出神经支配心脏、血管的活动,使动脉血压回降到正常水平。与负反馈相反,正反馈是打破原先的平衡状态,如正常分娩过程中,子宫收缩导致胎儿头部下降并牵张宫颈,宫颈受到牵张可进一步加强宫缩,使胎儿头部继续下降,此时宫颈进一步受到牵张,宫颈的牵张再加强宫缩,如此反复,直至胎儿分娩出。

三、拓展资料

1. 血糖平衡是神经和激素共同调节的结果

与血糖调节有关的激素除了胰岛素和胰高血糖素外,还有肾上腺素、糖皮质激素、生长激素等,这些激素相互协调共同调节血糖平衡。其中,胰岛素是唯一能够降低血糖的激素。

肾上腺素:促进肝糖原分解为葡萄糖、促进糖异生、抑制糖原合成,使血糖含量升高。糖皮质激素:抑制胰岛素与其受体结合,抑制组织细胞利用葡萄糖,促进糖异生及糖原分解。生长激素:促进糖异生、抑制组织细胞利用葡萄糖。

血糖的平衡还受神经系统的调节。当血糖浓度升高时,下丘脑的某个区域兴奋,通过副交感神经使胰岛 β 细胞分泌胰岛素,使血糖浓度降低;当血糖浓度降低时,下丘脑的另一区域兴奋,通过交感神经使胰岛 α 细胞分泌胰高血糖素,使血糖浓度升高;当血糖浓度低于 3.33 mmol/L 或由于激动而

过度兴奋时,会引起延髓糖中枢的反射性兴奋,这种兴奋由神经系统传至肝脏,一部分糖原分解成葡萄糖,使血糖浓度升高。

2. 糖尿病及其防治

糖尿病是一种常见的内分泌疾病,严重威胁人类的健康,近年来由于患病率和发病率的急剧上升,糖尿病已经成为公共卫生问题。

(1) 糖尿病的“三多一少”

当血糖浓度超过 9 mmol/L 时,葡萄糖便可从尿中排出。由于糖尿病患者血浆葡萄糖含量高,使肾小球滤过液中的葡萄糖含量也很高,进入肾小管中的滤过液中葡萄糖的重吸收发生困难,葡萄糖的重吸收影响了水的重吸收,于是排尿量多,出现“多尿”;尿多,排水也多,使血浆含水量下降,血浆渗透压升高,渴觉中枢兴奋,产生渴觉,于是“喝水多”;由于葡萄糖从尿中排出,机体对葡萄糖利用少,刺激摄食中枢兴奋,常使病人感到饥饿,于是“多食”,患者多肥胖;如果患者经久不治,体内的脂肪、蛋白质均可转变成糖而耗失,于是“体重减少”、逐渐消瘦。

(2) 糖尿病的类型

根据病因不同,可分为两种类型:由于胰岛素分泌不足引起的糖尿病称为Ⅰ型糖尿病,也称胰岛素依赖型糖尿病;其他原因引起的糖尿病称为Ⅱ型糖尿病。

(3) 糖尿病的病因

目前认为,Ⅰ型糖尿病是一种自身免疫疾病(参见第 4 章),患者胰腺中胰岛数量或胰岛 β 细胞数量减少,使胰岛素分泌不足,多发于儿童和青少年。Ⅱ型糖尿病约占糖尿病患者 90% 以上,主要与胰岛素抵抗和胰岛 β 细胞功能减退有关,多发于成年人中。胰岛素抵抗是指靶细胞对胰岛素的敏感性及反应性降低,导致正常剂量的胰岛素产生的生理效应低于正常状态下,可能的原因有:①胰岛素受体基因突变;②胰岛素受体活性下降;③胰岛素受体底物的改变;④胰岛素受体后信号转导途径障碍;⑤摄食过多、瘦素抵抗等。

(4) 糖尿病的治疗

Ⅰ型糖尿病通常采用注射胰岛素或胰岛移植来治疗,Ⅱ型糖尿病在治疗上以控制饮食、合适的体育锻炼和药物治疗为主。预防糖尿病的最好方法是保持愉快的心情、合理的饮食结构和经常运动。

(5) 药用胰岛素

自从 1922 年班廷首次用胰岛素治疗糖尿病患者以来,用于治疗Ⅰ型糖尿病的胰岛素的生产方式也发生了巨大变化。起初,人们从猪或牛的胰腺中提取胰岛素,但由于与人胰岛素不完全相同,容易引起免疫排斥;另一方面,从动物胰腺中只能提取出少量的胰岛素,所以成本十分昂贵。20 世纪 80 年代,开始利用基因工程通过酵母生产人胰岛素,效果好、副作用小,但一天中需要多次注射(每餐前注射)。20 世纪 90 年代,具有与胰岛素相同生理功能的胰岛素类似物被陆续发现并合成,根据作用时效分为速效、短效、中效和长效等多种类型,临幊上也常将不同类型的胰岛素类似物按照一定的比例混合制成预混胰岛素。用胰岛素类似物治疗Ⅰ型糖尿病,起效更快、效果更强、安全性更好。

近年来,科学家还在不断摸索新的路径,期望能更好造福人类。2014 年,科学家通过细胞工程培

养出了胰岛 β 细胞,为研究糖尿病提供了新途径。2018 年,《干细胞》(Cell Stem Cell)杂志刊文称,采用腺相关病毒 AAV(adeno-associated virus)装载 PDX - 1(胰十二指肠同源框因子- 1)和 MAF(巨噬细胞激活因子)两个基因治疗糖尿病小鼠,能够将胰岛中的 α 细胞转变成胰岛 β 细胞,从而治疗 I 型糖尿病。

(6) 联合国糖尿病日

联合国糖尿病日的前身是世界糖尿病日,由世界卫生组织和国际糖尿病联盟于 1991 年共同发起,自 1992 年起在每年的 11 月 14 日(班廷诞辰日)举行纪念活动。确定联合国糖尿病日的意义在于要使世界所有国家加强对糖尿病的宣传教育、防治和监测,提高对糖尿病的认识,加强对糖尿病预防措施、治疗手段的研究,更好地为人类健康服务。

第3节 神经调节与体液调节共同维持稳态

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 构建概念图,说明体温和水盐平衡的调节过程,并能提出与之相关的科学运动的建议。
- (2) 归纳与概括神经调节和体液调节的关系。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.4.3 设定的。目标(1)要求根据教材内容建模,并提出与体温平衡、水盐平衡有关的运动建议(水平 3)。目标(2)要求基于体温平衡、水盐调节的平衡、血糖平衡等事实进行归纳和概括(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1 和 1.4.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 3-6)。

表 3-6 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
神经和体液共同调节体温平衡	人体可通过反射改变机体的产热和散热状况
	寒冷环境下,人体通过神经和体液调节增加产热、减少散热
	炎热环境下,人体主要通过增加散热来调节
神经和体液共同调节水盐平衡	人体往往通过调节机体的含水量,维持体液中无机盐浓度的稳定
	水的摄入主要由渴觉中枢控制
	水的排出主要取决于血浆中抗利尿激素的浓度

3. 学习内容

本节的主题是“神经调节和体液调节共同维持稳态”,既是对第 3 章“体液调节”的总结,也是对第 2 章“神经调节”的总结,以具体实例说明神经调节和体液调节相互协调共同维持机体内环境的稳态。

教材从运动的情境引入,先让学生建立直观感受——体温等生理指标在正常生命活动中会发生波动。通过文字资料描述运动前后生理指标的变化,通过曲线图展示运动前后肾上腺素浓度的变化,引导学生思考运动前后生理活动的变化与交感神经、副交感神经的活动有关,再通过运动前

后肾上腺素的变化曲线图说明激素与运动前后生理活动的变化也有非常密切的联系,同时培养学生分析与综合的思维方法,以此促使学生思考神经调节和体液调节的关系,为后续内容学习做铺垫。

第1目:神经和体液共同调节体温平衡。教材先从整体上介绍体温调节的过程,再分别就受到寒冷刺激和炎热刺激两种情况介绍调节的具体过程,方便学生运用比较的方法学习体温调节的过程,在此基础上指出体温调节过程也是一种反馈调节。

第2目:神经和体液共同调节水盐平衡。教材首先指出水和无机盐的平衡密不可分,再过渡到人体往往通过调节含水量来维持无机盐浓度的稳定,进而引出水和无机盐的调节示意图,着重介绍水的摄入和排出的调节过程,同时指出水盐平衡的调节也是一种反馈调节。需要指出的是,体温调节的过程相对简单,能在有限的教材篇幅内做较完整的阐述,学生也能较好地理解,而水盐平衡的调节过程相对复杂,涉及的激素种类繁多,很难在有限的篇幅内阐述完全,且高于学生的理解水平,因此教材对两个平衡做了详略不同的阐述。

二、教学建议

本节内容建议2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 重视情境创设,促进大概念形成

本节教学内容应特别重视创设情境,情境要突出结构与功能相适应、突出机体通过一定的调节机制使各结构协调统一实现稳态与平衡。例如,本章章首语中提到的“冽冽寒冬中,我们瑟瑟发抖,但体温依然维持在37℃左右;炎炎夏日里,我们不断喝水,但排尿却较少……”就可以作为教学情境。对情境的分析过程要突出结构与功能相适应,突出内环境的稳态与平衡,突出神经调节和体液调节的相互协调,突出反馈与稳态维持的关系。

(2) 重视与生活实践的联系,落实社会责任

本节内容与生活实践的联系非常紧密,在学习的基础上,让学生分析具体实例,有利于学生形成“结构与功能观”和“稳态与平衡观”,有利于培养学生运用科学思维方法阐释生命现象的能力,有利于学生形成健康文明的生活方式。如请学生分析在游乐场玩过山车等惊险刺激项目时的生理反应;请学生分析人在夏天尿量少而在冬天尿量多的原因、大量出汗后需补充淡盐水的原因等。

(3) 归纳与概括神经调节和体液调节的关系

在学习体温和水盐平衡调节的基础上,归纳和概括神经调节和体液调节的关系。神经调节和体液调节的关系可以概括为以下两个方面。

其一,动物体的各项生命活动往往都是在神经、体液共同调节下完成的。例如人在精神压力大时(图3-4),下丘脑可引起交感神经兴奋,引发心跳加快、血压升高、血糖浓度升高等反应,同时交感神经也可以促进肾上腺髓质分泌肾上腺素和去甲肾上腺素,增强交感神经的效应;下丘脑还可以分泌激素,通过垂体引起肾上腺皮质激素的分泌,增强机体的抗压能力。神经调节和体液调节就是这

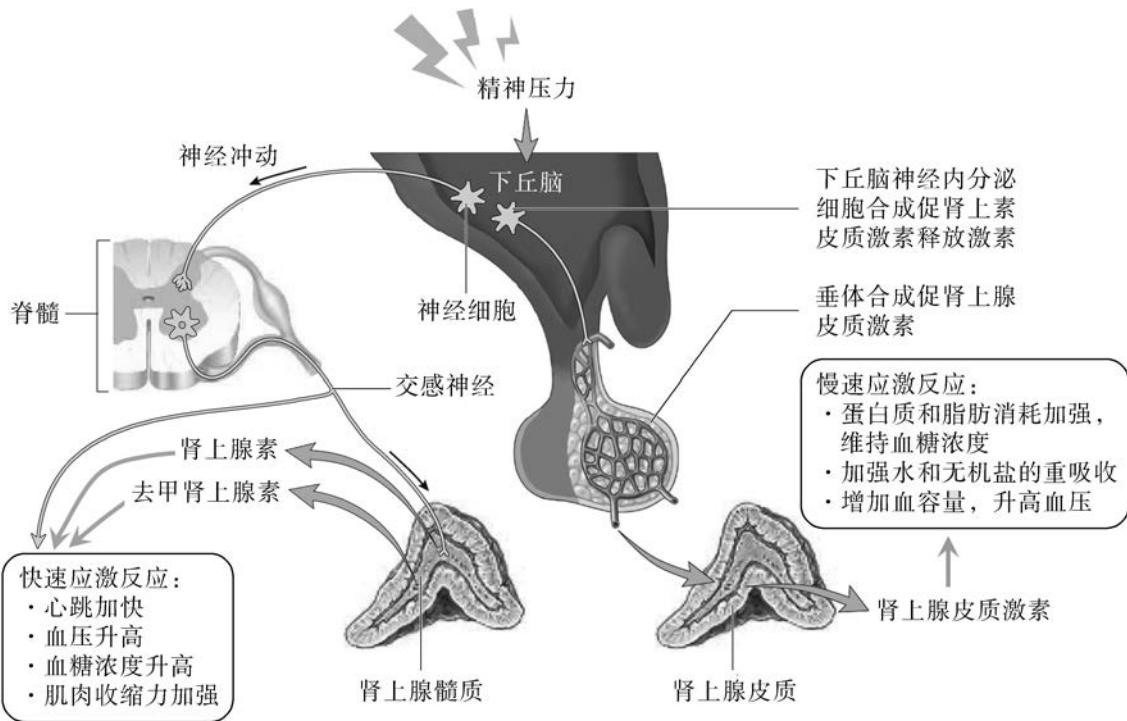


图 3-4 神经、体液共同调节

样协同配合,共同完成对生命活动的调节。

其二,神经调节和体液调节相互影响。很多内分泌腺本身直接或间接受神经系统的调节,如肾上腺。这时,体液调节可以看作是神经调节的效应。此外,某些激素可以影响神经系统的发育和功能,如甲状腺激素不仅影响中枢神经系统的兴奋性,还是胎儿、新生儿脑发育的关键激素。

正是由于神经和体液调节的相互协调,人体这个复杂的系统才能有条不紊地工作,适应多变的外界环境。

(4) 创设实践机会,增强直观体验

课前活动“运动前后生理活动的变化”描述了人体运动前后体温、心率等会发生规律性变化。有条件的话,可以将此活动改为学生的亲身体验活动,在体育课上或在体育老师的指导下完成:

材料:电子血压计、电子体温计、停表。

步骤:

- 三个同学一组,其中一位身体健康、身体素质优秀的同学作为被测试者,另一位同学负责计时,第三位同学负责测量。
- 首先,被测试者安静休息 15 min 后,分别用电子血压计、电子体温计测定其血压、脉搏和体温;同时被测试者默数 1 min 的呼吸次数,记录所有数据(表 3-7)。
- 接下来,被测试者不间断快速跳绳 1 min。
- 运动结束,立即按步骤 2 测量被测试者的血压、脉搏、体温和呼吸频率。
- 被测试者坐在椅子上休息,每隔 3 min 再按步骤 2 测量一次,直到数据与运动前相差无几,记录所有数据。

表 3-7 运动对血压、脉搏、体温和呼吸频率的影响数据记录表

测量项		运动前	运动后					
			即刻	3 min	6 min	9 min	12 min
血压(kPa)	收缩压							
	舒张压							
脉搏(次/min)								
体温(℃)								
呼吸频率(次/min)								

2. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本栏目主要结合正文内容提示立毛肌收缩的意义。关于立毛肌运动与机体散热的关系,是一个跨学科的知识。由于没有从物理学角度分析,导致很多学生误认为立毛肌收缩与骨骼肌收缩导致的结果是一致的,都是增加产热。因此“学习提示”从物理学的角度对该问题作了解释,一方面有利于学生形成正确的认识,另一方面有利于提高学生利用物理、化学等多学科交叉知识来解释某些生命现象、解决生物学问题的意识。立毛肌活动既受交感神经支配,也受肾上腺素调节。关于立毛肌收缩是增加产热还是减少散热,可以从以下两方面认识:①对于鸟类或哺乳动物来说,立毛肌收缩使羽毛或毛发竖起变得蓬松,可以提高保温能力,也就是减少散热。但对人来说,毛发稀疏,通过立毛肌收缩来减少散热的意义不大,只是进化过程中保留下来的一种生理活动;②立毛肌收缩的能量来源是ATP,那么在产生这些ATP时必然有些能量以热能的形式散失,这是增加产热,但这增加的量太少了,可以忽略不计。

(2) 广角镜“抗利尿激素参与血容量调节”

本栏目作为一种知识拓展,丰富学生的认知。激素往往有多效性,但教材正文主线限于篇幅和整体结构,不能做过多拓展,此处以抗利尿激素为例说明激素的多效性。抗利尿激素在水盐平衡的调节中起着非常重要的作用,而尿液形成与血容量密切相关,引导学生回忆初中已经学过的尿液形成的过程。同时,血容量与血压调节也有密切关系,有利于学有余力的学生可以沿着此线索深入探究。血容量的改变会影响抗利尿激素的释放:血量过多时,抗利尿激素的释放减少,从而引起利尿,排出过剩的水分,使血容量恢复正常;血容量减少时,抗利尿激素的释放增加,进而引起血容量恢复正常。

(3) 生物学与社会“精神压力与体液调节”

本栏目以现代社会中广受关注的“精神压力”为切入点,从科学的角度分析精神压力过大会导致精神障碍,而精神障碍与体液调节紊乱也有直接的联系。更重要的是,面对精神压力应该如何缓解。很多学生由于学习等方面的压力,精神障碍的发生率也有上升趋势,指导学生通过正确的方式解压有重要的现实意义。本活动旨在帮助学生正确认识精神压力导致的精神障碍,从体液调节的角度说明精神障碍既有外界影响,也有神经调节、体液调节失调的原因,希望学生在精神压力大的时候能合

理应对,缓解压力,保持健康生活。

三、拓展资料

1. 体温及其测量

人体体温是最基本的生命体征,是临床判断健康状况的重要指标。由于代谢水平和散热条件不同,在相同的环境温度下,人体各部分的温度并不完全相同,因此,通常将人体分为体壳和体核两部分。机体表层组织的温度称为体壳温度(shell temperature),其中最外层皮肤表面的温度为皮肤温度。机体深部组织的温度称为体核温度(core temperature)。

体壳和体核的温度范围并非固定不变,而是随环境温度的变化而变化。如图 3-5 所示,在寒冷环境中为减少散热,体壳部范围有所扩大而体核部则相对缩小,主要集中在头部和胸腹腔内脏,体壳和体核间的温度梯度增大;相反,在炎热环境中为增加散热,体壳部范围缩小,而体核部则相对扩大,体壳和体核间的温度梯度变小。

体壳各部位皮肤存在较大的温差,一般头部较高,胸腹次之,四肢末端最低。体壳温度也容易受环境温度的影响,随着气温的降低,各部位皮肤温度的差异逐渐增大,尤其是手、足部温度降低明显,头部温度的变化则相对较小。体核温度相对稳定,各部位间的温差很小,其中肝脏在全身器官中温度最高,约为 38 ℃;脑产热量较高,温度也接近 38 ℃;肾、胰等器官温度略低;直肠温度则更低,约为 37.5 ℃。体核部的血液温度可视为体核温度的平均值,生理学所说的体温,是指机体深部的平均温度,即体核温度。

由于体核温度不易测量,临幊上通常用腋窝、口腔和直肠等处的温度来代表体温。测量腋窝温度时需要让被测者将上臂紧贴胸腔,使腋窝紧闭形成人工体腔,测量需持续 5~10 分钟,保证机体内部的热量能够传导至腋窝。测量口腔温度时应将温度计含于舌下,测量直肠温度时温度计应插入直肠 6 cm 以上,才能获得比较准确的数据。

2. 体温调节的调定点学说

体温的调节类似于恒温器的调节,下丘脑的温度敏感神经元为调节体温而预示了一个温度值,也就是热敏神经元活动引起的散热速率和冷敏神经元活动引起的产热速率正好相等时的温度,即为调定点,生理状态下为 37 ℃左右。

体温变化信息由外周温度感受器或中枢温度感受器检测并经传入神经汇聚到下丘脑体温调节中枢,与调定点水平进行比较,如体核温度与调定点水平一致,说明机体的产热与散热处于平衡状态;如体核温度与调定点不一致,体温调节中枢就依据两者的差值调节产热和散热活动,使体温向着接近于调定点的温度变化。例如,当机体处于寒冷环境中,由于散热增加体温有所下降,此时冷感受

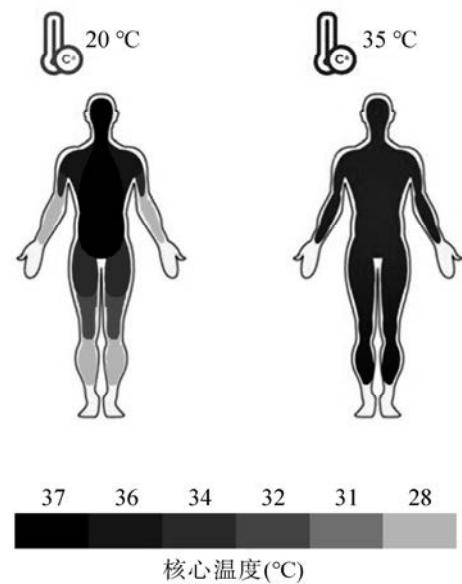


图 3-5 不同环境温度下人体体温分布示意图

器活动增强,传入神经将改变的温度信息传至下丘脑体温调节中枢,与调定点比较后,下丘脑体温调节中枢发出调节指令,通过不同途径引起内脏代谢增强和骨骼肌寒战来增加产热量,并使皮肤血管收缩、抑制汗腺分泌来减少散热量,最终使体温回升到调定点。

假如某原因引起调定点改变,热敏神经元和冷敏神经元的活动便发生相应改变,机体的产热和散热活动则在新的调定点水平达到动态平衡,体温被稳定于这一新的水平。如传染病、感染等引起感染性发热便是由于致热源(多种蛋白质、蛋白质分解产物和其他物质如脂多糖毒素等)作用于下丘脑体温调节中枢,引起体温调定点上移,如 39°C 。此时机体通过寒战、皮肤血管收缩等反应增加产热、减少散热,直至体温上升到新的调定点水平。因此,临床急性发热患者在发热前常出现寒战,如果制热因素未消除,体温则维持在高热水平。阿司匹林等解热药物能使升高的体温调定点降至正常水平,继而机体发生出汗、血管舒张等反应,通过增加散热,减少产热,最终使体温恢复到正常水平。

3. 水盐平衡的调节

人体的水盐平衡既受神经系统的调节,又受多种体液因素的调节。

在身体多处(如口咽部)有感受局部失水的感受器,可以引起饮水行为;渴觉中枢兴奋可以引起渴感,进而引起主动饮水,饮水后血浆渗透压回降,渴感消失。引起渴觉中枢兴奋的主要刺激是血浆晶体渗透压的升高,此外有效循环血量的明显减少和血管紧张素Ⅱ的增多也可以引起渴感。

体液因素对水盐平衡的调节主要是通过调节肾脏活动实现的。表3-8总结了影响肾脏活动的主要体液因素。

表3-8 主要体液因素对肾脏活动的影响

体液因素	产生的分泌物或引起的主要刺激	主要效应
血管紧张素Ⅱ	肾素	Na^+ 、水的重吸收增加
醛固酮	血管紧张素Ⅱ, 血浆 K^+ 浓度升高	Na^+ 重吸收增加, K^+ 分泌增加
抗利尿激素	血浆晶体渗透压升高, 循环血量减少	水的重吸收增加
前列腺素	交感神经兴奋, 肾素—血管紧张素系统活动增强	Na^+ 、水的重吸收减少
缓激肽	激肽释放酶	Na^+ 、水的重吸收减少
心房钠尿肽	血容量增多	Na^+ 、水的重吸收减少
内皮素	血管内皮切应力, 血管紧张素Ⅱ, 缓激肽	Na^+ 的重吸收减少
一氧化氮	血管内皮切应力, 乙酰胆碱, 缓激肽	滤过率增加
去甲肾上腺素、肾上腺素	血容量减少, 交感神经兴奋	Na^+ 、水的重吸收增加
多巴胺	血容量增多	Na^+ 、水的重吸收减少
甲状旁腺素	血浆 Ca^{2+} 浓度下降	Ca^{2+} 的重吸收增加, Na^+ 、 K^+ 的重吸收减少
肾上腺髓质素	交感神经兴奋, 体液增多, 内皮素, 血管紧张素Ⅱ	滤过率增加, Na^+ 的重吸收减少

第4章 人体的免疫调节

除神经调节和体液调节外,免疫调节也是人体维持内环境稳态的重要调节方式。本章主要围绕人体免疫系统的结构、功能和应用三个方面展开讨论。从系统水平介绍免疫系统的物质组成和结构基础;从细胞及分子水平介绍免疫系统的功能;最后,介绍免疫功能异常可能引发的疾病及免疫学的应用。通过图表分析、构建概念模型、科学实验结果分析等学习活动,基于实证和案例分析,运用归纳与概括、比较与分类、模型与建模、批判性思维等思维方法,以及观察实验现象、分析实验数据、得出实验结论等科学探究能力,进一步从系统分析的角度,认识人体如何通过免疫系统对机体内、外环境的变化做出应答,维持内环境的相对稳定,深入探讨身边的生物学议题并提出预防措施,认同健康文明的生活方式,加深对科学、技术与社会相互关系的认识。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“1.5 免疫系统能够抵御病原体的侵袭,识别并清除机体内衰老、死亡或异常的细胞,实现机体稳态”。教材结合学科内在体系和教学目标,分4节进行概述、阐明和举例说明(表4-1)。

表4-1 第4章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 免疫系统是免疫调节的基础	1.5.1 举例说明免疫细胞、免疫器官和免疫活性物质等是免疫调节的结构与物质基础
第2节 免疫系统具有防御功能	1.5.2 概述人体的免疫包括生来就有的非特异性免疫和后天获得的特异性免疫
第3节 B、T淋巴细胞参与特异性免疫应答	1.5.3 阐明特异性免疫是通过体液免疫和细胞免疫两种方式,针对特定病原体发生的免疫应答
第4节 免疫功能异常可能引发疾病	1.5.4 举例说明免疫功能异常可能引发疾病,如过敏、自身免疫病、艾滋病和先天性免疫缺陷病等

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够结合日常生活中的情境,分析说明人体通

过免疫系统的调节作用对内外环境的变化作出反应,以维持内环境稳态。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:通过读图、读表、案例分析等活动,举例说明人和高等动物体稳态的免疫调节的物质基础和结构基础,以及调节机制、方式和特点。学会从实证中构建“免疫调节的结构与物质基础”“非特异性免疫与特异性免疫协作关系”“细胞识别”“特异性免疫调节的方式”等概念,并能分别运用“结构与功能观”“进化与适应观”和“稳态与平衡观”等生命观念阐释生物体稳态维持和调节的机制。能结合日常生活情境,分析说明免疫系统通过调节作用对内、外环境的变化作出反应,以维持内环境稳态。

科学思维:通过构建炎症反应的概念模型、列表比较、案例分析等活动,能运用图示和模型等方法,表征并阐释免疫系统的相关概念和具体的调节过程,培养学生运用模型与建模、归纳与概括、批判性思维等方法解决问题的能力。通过对日常生活中的情境分析,能运用免疫调节的物质、结构基础和免疫调节的机制和特点等,阐释高等生物非特异性免疫及特异性免疫的相互关系,阐明机体抵御病原体侵染的过程。概述防控疾病的免疫学原理和措施,举例说明免疫功能异常所引发的常见疾病及危害等。

科学探究:通过设计调查方案,针对某一具体的免疫疾病的病因、症状、治疗方式等方面开展调查探究,尝试提出有价值的问题,增强学生发现问题的意识和对身边生物学现象的探知欲,提高学生运用多种合理的方式整理探究结果、分析讨论、形成结论,并与他人顺畅交流的团队合作能力。通过科学史、科研资料的分析,提高学生运用科学探究基本思路和方法设计实验的能力。

社会责任:通过调查、案例分析等活动,举例说明常见免疫功能异常引起的疾病,了解过敏、流感等疾病的预防措施。通过对新型冠状病毒感染、艾滋病等传染性疾病的流行事件分析,能提出科学合理且可行的防控措施,理性看待疾病对人类健康的影响,认同国家政策,关爱社会,积极采纳健康的生活方式。关注免疫学研究进展和相关的社会热点话题,如器官移植、疫苗等,关注免疫学研究成果在实践中的应用,加深对科学、技术与社会相互关系的认识。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章内容是在前三章的基础上,进一步阐明内环境的稳态不再局限于内环境的理化性质,而是延伸到细胞和分子水平、器官和系统水平的各种生理功能活动,始终维持在相对稳定的状态。一方面,本章与第2章“人体的神经调节”和第3章“人体的体液调节”相同,分别从系统、器官、细胞和分子各级水平逐一探讨人体如何通过自我调节来维持内环境的自稳态,以应对内、外环境的各种变化对生物体的影响。通过学习,让学生意识到神经、内分泌、免疫三大系统之间相互影响、相互调节,构成一个有机整体,共同维持机体内环境的稳态与平衡。另一方面,本章也是高中生物学必修2《遗传与进化》分册相关内容的延伸,帮助学生加深理解机体在长期进化过程中,进化出一整套机制来维持内环境和机体各个水平生理活动的稳态。此外,本章也为高中生物学选择性必修3《现代生物技术》分册关于生物技术在疾病治疗和预防等免疫学的应用做好铺垫。

2. 本章各节之间的关系

本章的主题是人体免疫系统的调节,主要帮助学生建立“免疫系统能够抵御病原体的侵袭,识别并清除机体内衰老、死亡或异常的细胞,实现机体稳态”的概念。教材以“病原体入侵人体时,可能引发炎症”“感冒时,人体出现的症状及如何恢复健康”“如何预防青霉素过敏”等学生熟悉的案例作为情境,通过问题引导学生进一步思考:当病原体入侵时,人体发出了哪些信号?感冒病毒入侵人体后,机体特异性免疫与非特异性免疫应答有何异同?为什么注射青霉素前要做皮下测试等问题。带着这些问题,教材分别从“免疫系统的结构与物质基础”“免疫系统的功能”和“免疫功能异常可能引发疾病”三条主线,分4节逐步进行阐述和举例说明(图4-1)。

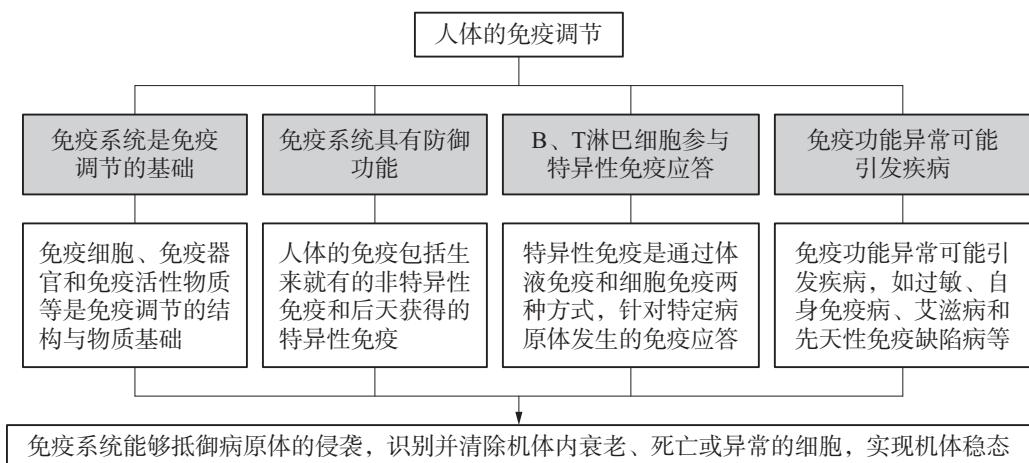


图4-1 第4章各节概念之间的关系

第1节分别从器官、细胞和分子三个生命系统的结构层次,通过举例说明免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质等是免疫调节的结构与物质基础,让学生概括免疫系统的组成。第2节从非特异性免疫与特异性免疫两种方式,分别介绍两者的免疫功能、特点,以及区别和联系,让学生明白人体免疫系统的三道防线相互协作,有序维持机体的自稳态。第3节通过阐明人体防御特定抗原入侵的特异性免疫的两种调节方式,让学生理解免疫系统的调节作用如何对内、外环境的变化作出反应,认识个体生命系统维持稳态的免疫学机制。第4节通过举例说明免疫功能异常可能引发疾病,让学生明白人体的免疫调节并不是越敏感越好,并认识到免疫学原理与人类健康的关系,了解疾病防控与治疗的有效措施,树立正确的生活观念,养成健康文明的生活习惯。

三、本章教学目标

运用“结构与功能观”“稳态与平衡观”等生命观念,概述免疫系统的组成,解释生活中的免疫学现象;通过构建炎症反应的概念模型,结合具体实例分析,阐释免疫系统的防御功能,说明非特异性免疫与特异性免疫的相互关系;通过建模、实验结果分析、图文分析等活动,运用“稳态与平衡观”阐述特异性免疫包括体液免疫和细胞免疫,阐明体液免疫和细胞免疫的主要过程、机制和两者之间的关联;举例说明青霉素过敏、艾滋病等免疫功能异常引起的疾病,了解过敏反应、自身免疫病等疾病的致病机理,认识疾病防控和治疗的措施,认同健康文明的生活方式。

四、本章课时建议

本章建议 7 课时,具体见表 4-2。

表 4-2 第 4 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 免疫系统是免疫调节的基础	1
第 2 节 免疫系统具有防御功能	2
第 3 节 B、T 淋巴细胞参与特异性免疫应答	2
第 4 节 免疫功能异常可能引发疾病	1
学习交流与评价	1

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能够运用“结构与功能观”,举例说明人和高等动物免疫调节的物质基础和结构基础,免疫调节的机制、方式和特点;从实证中构建“免疫调节的结构与物质基础”“非特异性免疫与特异性免疫的协作关系”“细胞识别”“特异性免疫的两种调节方式”等概念;运用“结构与功能观”“进化与适应观”和“稳态与平衡观”等生命观念,阐释生物体稳态维持和调节的机制;分析与说明免疫系统的调节作用能让机体对内、外环境的变化作出反应,以维持内环境的稳态与平衡。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能够运用图示和模型等方法,表征并阐释免疫系统的相关概念和具体的调节过程,提高建模、归纳与概括、批判性思维等能力;运用免疫调节的物质基础和结构基础、免疫调节的机制和特点,阐释高等生物非特异性免疫及特异性免疫的相互关联,阐明机体抵御病原体入侵的过程和机制;举例说明免疫功能异常所引发的常见疾病及危害等,概述过敏、流感、新型冠状病毒感染等疾病防控的免疫学原理和措施。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能够针对某一具体的免疫疾病提出有价值的问题,从病因、症状、治疗方式等方面设计并实施调查方案;能运用多种合理的方式整理探究结果、分析讨论、形成结论,并具有与他人顺畅交流的团队合作能力;能搜集、分析科学史和科研资料等,运用科学探究的基本思路和方法设计实验。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能够举例说明常见免疫功能异常引起的疾病,了解过敏、流感、新型冠状病毒感染等疾病的防控措施,理性分析疾病对人类健康的影响,认同国家政策、关爱社会、积极采纳健康的生活方

式;关注免疫学研究进展和相关的社会热点话题,如器官移植、疫苗等,关注免疫学研究成果在实践中的应用,加深对科学、技术与社会相互关系的认识。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完每节内容后检查相关学习目标达成情况,通常围绕各节聚焦的核心概念和学科核心素养进行。

第1节第1题运用“结构与功能观”,辨析免疫活性物质和抗原的概念(科学思维水平2)。第2题以小鼠移植手术的科学研究案例入手,培养学生运用免疫细胞的种类和功能推测实验结论的能力(科学思维水平3)。第3题通过运用抗原和抗体功能的概念,分析乙肝患者体内有三种抗体的生物学现象,培养由一般到特殊的演绎思维,形成“结构与功能观”(科学思维水平3)。第4题以流感作为情境引入,启发学生辩证地分析免疫活性物质的功能(生命观念水平3、科学思维水平3)。

第2节第1题以人体感染致病性大肠杆菌为情境,要求学生辨别出人体免疫系统的三道防线(科学思维水平2)。第2题以人感染白喉杆菌的案例,引导学生辨析特异性免疫与非特异性免疫的区别(科学思维水平3)。第3题以化脓现象为例,引导学生运用“稳态与平衡观”探讨在炎症反应中机体免疫系统免疫防御、免疫自稳和免疫监视的功能(生命观念水平4、科学思维水平3)。第4题以免疫系统攻击自身健康组织细胞为案例,分析免疫系统的功能及其对人类健康的意义(科学思维水平4、社会责任水平3)。

第3节第1题以丝虫寄生为例,引导学生运用免疫细胞的特点解释真实的生物学问题(科学思维水平3)。第2题以接种新型冠状病毒疫苗为例,引导学生运用免疫的本质及作用,探讨疫苗在内环境中可能出现的部位(科学思维水平3)。第3题指引学生运用“稳态与平衡观”阐述非特异性免疫与特异性免疫在维持内环境稳态中的重要意义,培养批判性思维(科学思维水平3)。第4题以病毒性感冒为例,引导学生运用免疫调节的规律和机制,采用批判性思维和演绎推理思维,以构建概念图的形式,阐明人体针对流行性感冒病毒的免疫调节机制,解释流行性感冒传播的问题,引发学生重视常见呼吸道传染病的预防(生命观念水平3、科学思维水平4、社会责任水平4)。第5题以新型冠状病毒感染为例,引导学生运用免疫学原理解释疾病检测的原理,阐述传染病防治和防控的免疫学原理和方法,培养学生养成积极健康的生活习惯,形成科学防控疾病的公民意识(生命观念水平4、科学思维水平3、社会责任水平4)。

第4节第1题列举各种生活实例,引导学生运用所学知识辨析免疫功能异常引发的各类疾病,提高比较与分类的科学思维能力(科学思维水平3)。第2题根据免疫应答机制,探讨疫苗的本质(科学思维水平2)。第3题以艾滋病的防治为例,探讨预防艾滋病的有效措施,养成健康的生活习惯(科学思维水平3、社会责任水平4)。第4题引导学生采用资料调查、问卷调查、宣传活动等形式,了解生活中的免疫疾病,并能列举科学合理的防控措施,提高社会责任意识(科学探究水平3、社会责任水平4)。

(2) 学业评价

本章设置了6道学业评价题,均以真实的情境为题干,并设计了若干小问题;问题的呈现形式有选择、填空、简答等。题目围绕核心概念,侧重对核心概念的掌握和生命观念的形成和应用。

第 1 题：从免疫调节的结构和物质基础角度,要求学生辨别免疫器官(科学思维水平 2)。

第 2 题：要求学生辨析特异性免疫和非特异性免疫的区别与联系(科学思维水平 3)。

第 3 题：从人体三道防线的角度,要求学生辨析三道防线的免疫防御功能(科学思维水平 3)。

第 4 题：以小儿白喉为情境,引导学生运用非特异性免疫和特异性免疫的免疫应答机制,阐述机体免疫系统抵御病原体入侵的过程。第(1)小题引导学生读图分析体液免疫与细胞免疫的部分免疫应答过程,比较各种免疫细胞对抗原的识别能力(科学思维水平 3)。第(2)小题从信息传递的角度,要求学生运用“结构与功能观”归纳抗原识别受体识别抗原的物质与结构基础,理解信息传递的本质(生命观念水平 2)。第(3)小题要求学生概述浆细胞的结构与功能,强化“结构与功能观”(生命观念水平 3)。第(4)小题引导学生运用特异性免疫和非特异性免疫的调节机制,分析与概括机体抵御白喉杆菌侵染的过程,提高学生运用科学思维的方法,分析与解释生物学问题的能力(科学思维水平 3)。第(5)小题要求学生以吞噬细胞为例,运用比较与分类的思维方法,阐明非特异性免疫与特异性免疫的区别和联系(科学思维水平 4)。第(6)小题要求学生通过比较与归纳机体对胞内、外细菌的免疫调节机制,提出疾病防控的措施,提高社会责任意识(科学思维水平 4、社会责任水平 4)。

第 5 题：以科学家对 DNA 疫苗开展的相关研究为情境,引导学生运用免疫调节的原理、方式和特点,分析 DNA 疫苗的作用机制和疾病防控措施的原理,提高解决问题的能力。第(1)小题引导学生从结构与功能相匹配的角度,说明疫苗的本质(科学思维水平 3)。第(2)小题要求学生归纳与概括免疫系统三道防线的功能和特点(科学思维水平 3)。第(3)小题和第(4)小题要求学生运用遗传信息的表达、免疫调节的机制等概念,演绎与推理 DNA 疫苗的作用机制(科学思维水平 3)。

第 6 题：以艾滋病的致病机理和预防为情境,引导学生通过分析曲线图,归纳与概括艾滋病病毒的致病机制,并运用免疫学原理提出预防艾滋病的举措,培养社会责任。第(1)小题要求学生获取和分析曲线图信息,运用免疫调节的机制来解释 T 淋巴细胞与 HIV 数量变化之间的关系(科学思维水平 3)。第(2)小题需要学生综合运用特异性免疫和非特异性免疫的功能与联系,分析人体防御艾滋病病毒的免疫调节机制,提高预防艾滋病的意识(科学思维水平 4、社会责任水平 4)。第(3)小题要求学生通过搜集资料、分析资料、小组合作探究、设计宣传方案等,向身边更多的人科普和宣传艾滋病的致病原因、传播途径、全球发病情况、对人体健康的严重危害、预防措施等,提高学生的社会责任意识(科学探究水平 3、社会责任水平 4)。

第1节 免疫系统是免疫调节的基础

一、教材分析

1. 学习目标

本章教材中的学习目标包括：

- (1) 从结构与功能相适应的角度,举例说明免疫系统是免疫调节的结构与物质基础。
- (2) 基于细胞具有识别能力的实验证据,概述免疫应答启动的原因。
- (3) 通过表格或图示,比较与概括人体主要的免疫器官、免疫细胞与免疫活性物质的分布、结构与功能。
- (4) 能运用免疫系统结构与功能的相关知识,通过逻辑推理,解释日常生活中的免疫学现象。

这四项目标是依据《课程标准》内容要求 1.5.1 及相关活动建议设定的。目标(1)要求从免疫器官、免疫细胞和免疫分子三个层面,从结构与功能相适应的角度,举例说明免疫系统是免疫调节的结构与物质基础(水平 3)。目标(2)要求分析实验探究的思路和方法,能基于细胞识别的科学实证,归纳与概括免疫应答启动的结构与物质基础(水平 2)。目标(3)要求运用比较与分类的思维方法,概括免疫系统的组成(水平 3)。目标(4)要求运用“结构与功能观”解释生命现象,探究生命活动的规律(水平 4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.5.1 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 4-3)。

表 4-3 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
免疫系统主要由免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质组成,它们协调统一的调节机体稳态	骨髓、胸腺、脾脏和淋巴结是主要的免疫器官,免疫器官是免疫细胞发生、成熟或集中分布的场所
	免疫细胞是免疫系统的功能单位,由骨髓造血干细胞分化而来
	免疫活性物质是由免疫细胞或其他细胞产生并发挥免疫作用的化学物质,包括细胞因子、抗体、溶菌酶等
	免疫应答的启动依赖于免疫细胞对“异己”的识别,免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质相互联系,免疫调节与神经和体液调节相互协调,共同维持机体内环境稳态

3. 学习内容

本节重点是免疫系统的组成,免疫系统是免疫调节的基础,而组成免疫系统的免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质是免疫系统的结构与物质基础。由于免疫系统组成的相关概念比较抽象,为此,本节的节引言设置拟人化的情境,将免疫系统比作“安保体系”,免疫器官比作“安保机构”,免疫细胞比作“安保人员”,生动地引出本节的学习内容。虽然学生通过初中阶段的学习及生活经验,对免疫系统的基本组成有所了解,但是“免疫系统的物质基础是什么? 结构基础是什么? 当病原体入侵时,免疫系统会发出哪些信号? 免疫系统如何调节机体的稳态与平衡”等,大部分学生还不能很好解答。

教材以此为切入点,课前活动设计了“生活中的免疫学现象”。呈现急性炎症患者扁桃体肿大模式图及血液化验结果,引导学生分析生活中的生物学现象,在化验单中寻找免疫系统发出“信号”的实证,初步了解免疫细胞的类型;通过分析扁桃体所处位置的生物学意义,初步认识免疫器官的功能;通过回忆初中所学的免疫系统的组成及功能,为学习新课奠定基础。有条件的学校,课前可以组织学生用显微镜观察血细胞涂片,对各种血细胞的占比进行估算,并与化验单上的数据进行比较与分析,从而更直观地了解各种血细胞的种类、数目、形态和结构。

第1目: 免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质组成人体的免疫系统。联系课前活动,教材围绕“免疫系统发出了哪些信号? 为什么会发出信号? 哪些器官、细胞和物质参与此过程?”等问题,分别从器官、细胞和分子水平,从宏观到微观的层次,帮助学生构建免疫系统的组成、物质与结构、结构与功能等。联系学生已有的生活经验和初中所学知识,结合人体的主要免疫器官及其功能图,教材首先引导学生举例说出免疫器官的主要种类和功能。接着,引导学生认识免疫细胞的来源,了解抗原的概念,并辨析免疫细胞的种类、形态结构与功能。随后,教材呈现主要的免疫活性物质的概念图,指导学生运用图示、文字的形式说明免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质的种类、结构和功能,构建免疫系统组成的概念模型。最后,呼应课前活动,以淋巴结为例,从结构与功能相适应的角度,培养学生运用不完全归纳法归纳免疫系统是免疫调节的结构与物质基础,阐述免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质在免疫系统中的功能和相互关联,加深学生对“结构与功能观”“稳态与平衡观”等生命观念的认识,提高运用生物学概念和原理,解释生活中的生物学现象的能力。

第2目: 免疫应答的启动依赖于免疫细胞对“异己”的识别。免疫细胞是怎样识别“异己”的? 教材首先呈现威尔逊的海绵实验,引导学生基于实证,归纳出动物细胞对“自己”和“异己”的细胞或物质具有一定的识别能力的生物学事实。接着,结合学生已有的细胞膜概念,启发学生思考: 免疫细胞是如何识别“异己”和“自己”呢? 引出主要组织相容性抗原的概念,并结合实例,启发学生理解免疫应答以机体免疫细胞对“异己”物质的识别为基础,进一步理解免疫系统中免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质的相互关联,认识到免疫系统的调节与神经和体液调节是相互协调的,共同在维持机体内环境稳态中发挥重要作用。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 创设生活情境,分析生命现象

通过急性炎症患者与正常人扁桃体的比较图,引导学生思考:为什么患者的扁桃体会肿大?为什么在临幊上,医生可以通过患者的血液化验结果来分析病症?接着,利用急性炎症患者的血液化验单,组织学生观察、分析、比较患者体内淋巴细胞的各项指标,根据生物学事实证据,初步说出免疫系統的基本组成。

(2) 绘制概念图,归纳与概括免疫系统的组成

组织学生阅读教材的图文信息,并通过免疫器官、免疫细胞的结构示意图,引导学生直观地了解免疫器官和免疫细胞的结构。接着,指导学生从器官、细胞和分子三个层面,说明免疫器官、免疫细胞、免疫活性物质的概念和三者在免疫调节中的相互关联,归纳免疫系统的结构与功能。最后,引导学生以文字或图示等形式绘制概念图,构建免疫系統组成的概念。还根据学情,充分利用广角镜“粒细胞的功能”等资料,引导学生更全面、系统地认识免疫系统的物质与结构组成。

(3) 运用结构与功能观,解释生命现象

联系课前活动,通过扁桃体的结构示意图,引导学生运用“结构与功能观”,探讨扁桃体所处位置和功能,及其对维持人体健康的意义,提高学生运用演绎与推理的科学思维方法来解释生命现象的能力,并引导学生认同健康文明的生活方式。接着,组织学生探讨:如果扁桃体反复出现炎症,是否需要切除?若切除会对人体造成什么影响;若不切除又会造成怎样的危害等,培养学生辩证运用系统的思想来分析身边的生物学问题,进一步构建“结构与功能观”“稳态与平衡观”“系統观”等生命观念,提高批判性思维能力。

(4) 结合科学史,探讨生命活动的规律

机体细胞会区分“自己”或“异己”吗?结合威尔逊海绵实验的图解,组织学生在实验分析中学习科学探究的思路和方法,根据实验现象推测实验结论。通过细胞膜结构模型图,帮助学生回忆细胞膜的主要组成及功能,并启发学生基于威尔逊实验的事实与证据演绎与推理免疫细胞识别“异己”物质,或尝试说出简单的验证实验的设计思路,提高实验设计的能力。随后,提出问题:为什么动物细胞器官移植容易出现排异现象?借助研究MHC分子的科学史,引导学生认识到MHC分子是免疫细胞识别“自己”和“异己”的关键,帮助学生构建MHC分子的相关概念。接着,组织学生讨论:目前,器官移植面临的主要问题有哪些?器官移植成功的关键是什么?器官移植的组织代用品存在哪些弊端?引导学生讨论器官移植与组织相容性抗原的关系,并探讨干细胞移植的价值。最后,可补充我国关于器官移植的管理政策,提高学生对器官捐赠的认识,增强对国家政策的认同和社会责任意识。

2. 栏目使用建议

(1) 广角镜“粒细胞的功能”

粒细胞是数量最多、吞噬活性最强的免疫细胞,占外周血细胞总数的60%~80%。也是非特异性免疫应答中最早对病原体发生效应的细胞。教师可结合教材图4-2“人体的主要免疫器官及其功能”和课前活动的炎症反应化验单,提出问题:急性炎症反应中,人体哪种免疫细胞的数量变化最大;

粒细胞有哪些种类,分别有什么功能等,让学生带着问题阅读广角镜。此栏目不仅能让学生了解粒细胞的功能,更能帮助学生认识到免疫细胞的多样性和复杂性,有助于学生系统、全面地认识免疫系统的组成与功能。

(2) 科学史话“器官移植与 MHC 分子”

MHC 分子是免疫细胞识别“自己”和“异己”的关键组成分子。此栏目呈现了器官移植的相关研究历史和 MHC 分子的相关研究成果,不仅是对细胞识别内容的拓展与补充,也为学生讨论器官移植与组织相容性抗原的关系,及干细胞移植的价值等问题提供了学习资料。此栏目有助于学生进一步厘清器官移植与 MHC 分子的关系,能尝试运用免疫学知识比较与分析采用异体移植和组织代用品进行器官移植的弊端,探讨干细胞移植的价值,提高学生运用批判性思维辩证分析生活中的生物学问题的能力。

三、拓展资料

1. 免疫器官

根据功能,免疫器官可分为中枢免疫器官和外周免疫器官。

(1) 中枢免疫器官

中枢免疫器官又称为初级淋巴器官。人类和哺乳动物的中枢免疫器官由骨髓和胸腺组成,发生较早。骨髓是造血器官,含有多能造血干细胞,是所有免疫细胞的发源地,也是人类和哺乳动物 B 淋巴细胞发育和成熟的场所。胸腺是 T 淋巴细胞分化、发育和成熟的场所。胸腺基质细胞以上皮细胞为主,还有少量来源骨髓的巨噬细胞和树突状细胞散布在胸腺,构成一个网络,是胸腺细胞发育的微环境,在初始 T 细胞分化为成熟 T 淋巴细胞的过程中发挥重要作用。

(2) 外周免疫器官

外周免疫器官又称为次级淋巴器官,由脾脏、淋巴结组成,其发生较晚。

脾脏是胚胎期的造血器官。自从骨髓执行造血功能后,脾脏演变为机体最大的外周免疫器官,是淋巴细胞的定居地。在免疫系统中,脾脏负责对血源抗原产生免疫应答。微生物一旦进入血液循环必然流经脾脏,其抗原可刺激脾脏内的 T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞活化,清除微生物。切除脾脏的个体对菌血症和败血症十分易感。

淋巴结是免疫应答发生的主要场所和 T 淋巴细胞的主要定居地。人体有 500~600 个淋巴结,其内的 T 淋巴细胞约占 75%,B 淋巴细胞约占 25%。淋巴结是淋巴系统的主要组成部分,可截获来自组织液和淋巴液中的抗原。在功能上,淋巴结主要是 T 淋巴细胞的定居地;是产生免疫应答的场所,能通过淋巴细胞再循环与整体免疫系统发生功能联系;同时淋巴结内的巨噬细胞还可以吞噬、清除抗原,发挥过滤作用。

2. 免疫细胞

免疫细胞是免疫系统的功能单位。绝大多数免疫细胞由造血干细胞分化而来。根据对抗原识别的特点,免疫细胞分为非特异性免疫细胞和特异性免疫细胞两类。

(1) 非特异性免疫细胞

非特异性免疫细胞包括吞噬细胞、树突状细胞、自然杀伤细胞、肥大细胞等。

吞噬细胞(phagocyte)是一类具有吞噬杀伤功能的细胞，主要由粒细胞和单核巨噬细胞组成。根据细胞的形态与染色情况，可将血液中的粒细胞分为中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞三类。中性粒细胞为外周血白细胞的主要组成，能吞噬和杀灭细菌，参与急性炎症反应。嗜酸性粒细胞可抗寄生虫感染和调节Ⅰ型超敏反应。嗜碱性粒细胞可参与Ⅰ型超敏反应。单核巨噬细胞吞噬病原微生物和内化抗原，发挥吞噬杀菌和抗原加工呈递的双重作用。

树突状细胞(dendritic cell)是吞噬细胞家族中的第三个成员，由2011年诺贝尔奖获得者斯坦曼(R. M. Steinman)于1973年发现。因其成熟时伸出许多树突样或伪足样突起而得名。树突状细胞由骨髓的髓样干细胞和淋巴样干细胞分化而来，它们通过血液迁移到组织，再到外周淋巴器官，能吞噬、消化和降解入侵的微生物。树突状细胞并不像巨噬细胞和粒细胞那样主要作为第二道防线直接杀伤病原体，它最大的特点是显著刺激初始T细胞的增殖，而巨噬细胞和B淋巴细胞仅能刺激已活化的或记忆T细胞。因此，树突状细胞是特异性T淋巴细胞免疫应答的始动者，在机体内分布十分广泛，是目前已知的机体内功能最强的专职抗原呈递细胞，能将非特异性免疫和特异性免疫有机联系起来。

自然杀伤细胞(natural killer cell, NK cell)的分化与发育依赖于骨髓，主要分布于外周血、骨髓、脾脏、肝脏和淋巴结。NK细胞比T淋巴细胞和B淋巴细胞大，并含有具细胞毒杀作用的胞质颗粒，是抗感染和抗肿瘤免疫的天然防线。它在识别某些肿瘤或病原体感染的靶细胞后，能释放含颗粒酶和穿孔素的细胞毒性颗粒，诱导靶细胞凋亡。与T淋巴细胞不同的是，NK细胞不表达抗原特异性的识别受体，其杀伤作用是通过生殖细胞编码的有限受体来识别被病原体感染的细胞或癌变细胞表面的特殊分子来发挥作用的。由于NK细胞识别受体不具特异性，被归为非特异性免疫细胞中。

(2) 特异性免疫细胞

特异性免疫细胞包括T淋巴细胞和B淋巴细胞。

T淋巴细胞在胸腺分化发育为成熟的T淋巴细胞，并获得多样性的抗原受体库、自身MHC限制性和自身免疫耐受。T淋巴细胞表面表达多种行使不同功能的分子，参与T淋巴细胞免疫应答的每个环节(抗原识别、活化、增殖和分化，以及效应功能的发挥)，同时也是区分T淋巴细胞各亚群的重要表面标志。根据T淋巴细胞的分化状态、表达的细胞表面分子以及功能的不同，可将它们分为三类：初始T细胞、效应T细胞和记忆T细胞。①初始T细胞是未接收过抗原刺激的T淋巴细胞，它们处于细胞周期的G₀期，存活期较短，能在外周淋巴器官内接受树突状细胞呈递的抗原刺激而活化，最终分化为效应T细胞。②效应T细胞是接受抗原刺激，获得活化，具有相应效应的T淋巴细胞(如细胞毒性T细胞、辅助性T细胞等)。与初始T细胞不同，效应T细胞不参与淋巴再循环，主要从外周淋巴器官向外周炎症部位或某些器官组织迁移，从而在炎症局部发挥效应功能。③记忆T细胞也处于G₀期，接受抗原刺激获得活化。记忆T细胞的时间较长，在抗原清除后可长期存活，有的可达数年，甚至几十年。记忆T细胞可能直接由初始T细胞活化后直接分化而来，也可能由效应T细胞分化而来。而根据T淋巴细胞在免疫应答中的功能不同，又可将其分为辅助性T细胞、细胞毒性T细胞和调节性T细胞等类型。辅助性T细胞是辅助B淋巴细胞、T淋巴细胞、巨噬细胞等产生免疫应答的类群；细胞毒性T细胞是具有免疫杀伤效应的类群；调节性T细胞是具有免疫抑制功

能的类群。

B 淋巴细胞具有产生抗体、呈递抗原、分泌细胞因子等功能。依据 B 淋巴细胞表面是否表达某些分子,可将 B 淋巴细胞分为 B_1 细胞和 B_2 细胞。 B_1 细胞在个体发育早期产生,主要存在于腹膜腔、胸膜腔和肠道固有层,在蛋白质抗原的免疫应答中没有重要作用。通常所指的 B 淋巴细胞属于 B_2 细胞。

3. 免疫活性物质

免疫活性物质包括细胞因子、抗体、补体、溶菌酶等。

(1) 细胞因子(cytokine)

细胞因子是由免疫细胞(如巨噬细胞、T 淋巴细胞、B 淋巴细胞、自然杀伤细胞等)和某些非免疫细胞(如内皮细胞、表皮细胞等)经刺激而合成、分泌的一类具有广泛生物学活性的小分子蛋白质。可作为细胞间的信号传递分子,主要参与调节免疫反应、免疫细胞分化发育、组织修复、炎症反应介导、刺激造血等功能。细胞因子基本为蛋白质,某些为糖蛋白。细胞因子有很多种类,如白细胞介素、干扰素、趋化因子、生长因子等,能通过结合相应的受体来调控免疫应答,以及修复损伤组织等多种功能。然而,细胞因子也是一把“双刃剑”,既能有助于免疫系统清除感染,同时在特定条件下也会造成机体器官、细胞等严重损害。临幊上,细胞因子多与感染或非感染的炎症反应过程密切相关。例如,在免疫应答时,免疫细胞分泌大量的细胞因子会刺激免疫细胞引起“细胞因子风暴”。“细胞因子风暴”可发生于多种疾病,如新型冠状病毒感染、呼吸窘迫综合征、SARS(重症急性呼吸综合征)、禽流感和甲型流感等突发性传染病,对人类健康造成严重危害。

(2) 抗体

抗体的化学本质是免疫球蛋白,所有抗体的单体结构非常类似,由两种不同的多肽链组成,一种分子量约为 50 kDa,称为重链;另一种分子量约为 25 kDa,称为轻链。每一个天然的抗体单体都由两条重链和两条轻链组成,重链之间、重链和轻链之间由二硫键连接,形成四肽链结构,其构象与英语大写字母 Y 形状类似(图 4-2)。氨基酸序列高度变化的区域称为可变区(V),重链可变区标记为 V_H ,轻链可变区标记为 V_L 。相对于可变区而言,靠近肽链 C 端的氨基酸序列相对恒定、变化较少,称为恒定区(C)。重链和轻链的恒定区,分别标记为 C_H 和 C_L 。抗体的轻链恒定区(C_L)长度基本一致,但不同类抗体重链恒定区(C_H)的长度不一样,可包括 $C_H1 \sim C_H3$ 或 $C_H1 \sim C_H4$ 。

抗体重链由 450~550 个氨基酸残基组成,分为 μ 、 δ 、 γ 、 α 和 ϵ 链,据此可将抗体分为以下 5 类:
①免疫球蛋白 G(IgG),是血清和体液中主要的一类免疫球蛋白;
②免疫球蛋白 D(IgD),是 B 淋巴细胞发育分化成熟的重要标志;
③免疫球蛋白 M(IgM),主要存在于血液中,其单体主要以膜蛋白的形式和膜 IgD 一起在初始 B 细胞上表达,构成了初始 B 细胞的抗原受体库;
④免疫球蛋白 A(IgA),主要分布与乳汁、唾液、泪液、消化道、呼吸道等黏膜表面;
⑤免疫球蛋白 E(IgE),可参与抗寄生虫感染。

抗体是体液免疫应答的重要效应分子,担负着识别、结合和清除抗原的作用。抗体与抗原的识别和结合是特异性的,即针对 A 抗原的 A 抗体只能识别和结合 A 抗原,而不能结合其他特异性的抗原。

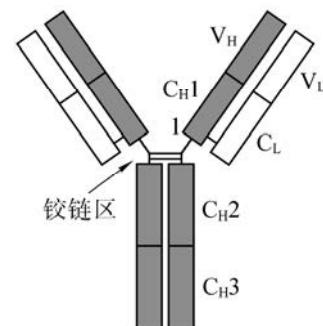


图 4-2 抗体结构示意图

这种结合或相互作用有其特定的结构特点，并产生包括清除外来抗原在内的各种免疫生物学效应。

(3) 补体

19世纪末，博尔代(J. Bordet)发现人和动物新鲜免疫血清中存在一种不耐热的成分，可辅助特异性抗体所介导的溶菌作用。由于这种成分是抗体发挥溶解细胞作用的必要补充条件，故被称为补体。补体包括30多种可溶性蛋白和膜结合蛋白，还具有增加吞噬细胞的吞噬功能、有助于清除抗原和抗体结合形成的可溶性免疫复合物、介导炎症反应等功能。

4. 抗原

抗原是指能刺激机体产生特异性免疫应答，并与免疫应答产物抗体和致敏淋巴细胞结合，产生免疫效应的物质。抗原一般具有两种性质：①免疫原性，即与B淋巴细胞和T淋巴细胞抗原受体结合，刺激淋巴细胞激活、增殖和分化，产生抗体等性能；②抗原性，即与抗体或致敏淋巴细胞发生特异性结合。一般认为低分子量化合物(分子量低于5~10 kDa)没有免疫原性，但后来发现少数低分子量的化合物也有免疫原性，如对-偶氮苯砷酸-N-乙酰-L-酪氨酸，最低分子量仅为450 Da。具有免疫原性的物质一般均为完全抗原。具有抗原性而不具有免疫原性的抗原称为不完全抗原，又称半抗原，如一些小分子物质，如青霉素等。半抗原与蛋白质类物质结合，可具有免疫原性。

根据不同抗原刺激B淋巴细胞产生不同的体液免疫应答，可将抗原分为T细胞依赖性抗原(T-dependent antigen, TD-Ag)，如蛋白质抗原，以及非T细胞依赖性抗原(T-independent antigen, TI-Ag)，如多糖和脂类抗原。病原体的蛋白质抗原需要辅助性T细胞分泌细胞因子，来促进B淋巴细胞的增殖和分化，以及T淋巴细胞表达共刺激分子提供B淋巴细胞活化的第二信号。然而，来源于革兰阴性菌细胞壁的脂多糖(TI-1抗原)和荚膜细菌多糖、聚合物鞭毛蛋白(TI-2抗原)等，可在没有T淋巴细胞的帮助下就能产生相应的抗体。

5. 主要组织相容性复合体

主要组织相容性抗原(Major Histocompatibility Antigen, MHA)是研究者在进行同种器官移植实验中发现的一组与移植排斥反应相关的蛋白质，是由主要组织相容性复合体(Major Histocompatibility Complex, MHC)编码的产物。MHC编码的产物在胚胎发育中产生，存在于脊椎动物(除无颌类外)有核细胞的细胞膜表面。除同卵双胞胎外，任何两个人的MHC都不相同。

MHC结构复杂，包含基因数目众多，且基因座位相近，所编码的产物具有相似的结构或功能，具有多基因性的特点。MHC按编码蛋白结构和功能不同可分为3类：MHCⅠ类、MHCⅡ类和MHCⅢ类基因。MHCⅠ类和MHCⅡ类基因还可以进一步分为经典和非经典MHC基因，其中经典的MHCⅠ类基因和MHCⅡ类基因编码的蛋白质主要参与抗原的加工和递呈，决定组织相容性。而MHCⅢ类和非经典的MHC基因所编码的蛋白质分子则与炎症应答和免疫调节相关。

需要注意的是，在整个MHC中的绝大多数基因，无论在结构上还是在功能上，都是与经典的MHC基因完全无关的基因。我们常说的MHC基因(分子)往往是指经典的MHCⅠ类和MHCⅡ类基因(分子)，而不包括MHC复合体内任何其他的基因。

第2节 免疫系统具有防御功能

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

(1) 概述非特异性免疫和特异性免疫的特点,举例说明免疫系统具有抵御病原体入侵、维持机体稳态的功能。

(2) 运用免疫系统功能方面的知识,采用概念建模的方法解释炎症反应。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.5.2 及相关活动建议设定的。目标(1)要求从结构与功能、进化与适应等角度,运用比较与分类的思想,概述人体的免疫包括生来就有的非特异性免疫和后天获得的特异性免疫;结合生活实例,运用稳态与平衡观,阐明免疫系统的防御功能(水平 3)。目标(2)要求学生运用抽象与概括思维,结合免疫系统的功能,构建炎症反应的概念模型,认识生活中的生物学现象的本质(水平 4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.5.2 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 4-4)。

表 4-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
非特异性免疫是人体生来就有的免疫防御能力	人体的第一、二道防线是人生来就有的,并能对众多“异己”发挥防御作用,属于非特异性免疫
	当病原体侵入组织时,巨噬细胞能非特异性识别、吞噬并清除病原体
特异性免疫是人体后天获得的免疫能力	成熟的 B、T 淋巴细胞能针对特定病原体产生免疫应答
	人体 B、T 淋巴细胞及其产生的免疫活性物质构成机体免疫的第三道防线,属于特异性免疫
免疫系统通过非特异性免疫和特异性免疫发挥防御功能	巨噬细胞能对抗原进行加工,并呈递给 T 淋巴细胞,启动特异性免疫
	T 淋巴细胞在抗原呈递细胞、细胞因子等协助下,能通过特异性抗原受体识别抗原,并引起特异性免疫应答
	B 淋巴细胞能通过特异性抗原受体识别抗原,并在 T 淋巴细胞、细胞因子等辅助下,引起特异性免疫应答

3. 学习内容

教材围绕“人体免疫的三道防线”作为主线展开,以人体非特异性免疫与特异性免疫切入,从宏观到微观层面,深入剖析免疫系统的防御功能以及非特异性免疫与特异性免疫在维持人体稳态与平衡方面的相互联系与作用,帮助学生树立“结构与功能观”“稳态与平衡观”“进化与适应观”等生命观念。由于初中已宏观地学习了人体免疫系统的三道防线,但对于非特异性免疫与特异性免疫在保护人体健康方面各自发挥着什么作用?在抗原识别方面,它们之间存在怎样的关联等问题,大部分学生并不清楚。

教材以此作为切入点,节引言和课前活动设置“人体免疫系统三道防线的作用与联系”的情境。课前可充分调动学生,借助初中已构建的人体免疫系统有三道防线这一概念,让学生填写教材表4-1,培养比较与归纳的科学思维;通过举例说明三道防线的组成、功能和特点等,了解学生初中阶段对免疫学相关概念的掌握程度;通过思考与讨论,阐述免疫系统三道防线在免疫防御中的功能与联系,为进一步理解学习免疫系统三道防线的功能,以及对人体维持内环境稳态的重要意义做铺垫。

第1目:非特异性免疫是人体生来就有的防御能力。结合学生已有的学习经历和生活经验,教材首先举例说明了第一道防线的防御功能。接着,以巨噬细胞清除病原体为例,启发学生根据巨噬细胞的结构来概括其免疫功能,建立“结构与功能观”。最后,教材从进化与适应相匹配的角度,引导学生认识到非特异性免疫是人类在长期进化过程中逐渐形成,并通过遗传巩固下来的防御机制,是人类适应环境的一种表现。

探究·建模4-1:构建炎症反应的概念模型。教材呈现了机体炎症反应示意图,引导学生运用免疫学知识构建炎症反应的概念模型,提高模型与建模的思维能力。接着,根据炎症反应的模型,尝试举例说出生活中的炎症实例,并解释机体出现炎症反应的原因。最后,运用炎症反应的概念,辨析生活中的炎症现象,培养学生通过构建概念模型解释生活现象的思维习惯。

第2目:特异性免疫是人体后天获得的防御能力。结合上一节“MHC分子”的前概念,教材呈现了巨噬细胞对抗原的加工和呈递示意图,帮助学生直观地理解非特异性免疫能帮助特异性免疫的启动,通过与非特性免疫能对几乎所有“异己”发挥免疫防御的功能进行比较,引导学生理解特异性免疫针对特定抗原产生免疫应答,从而归纳特异性免疫的概念和功能。最后,引导学生探讨非特异性免疫与特异性免疫在抗原识别方面的关联,为接下来学习特异性免疫的调节机制,理解非特异性免疫与特异性免疫共同在维持机体稳态与平衡中的重要作用做好铺垫。

二、教学建议

本节内容建议2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 调动前概念,构建新概念

学生在初中阶段已经宏观地了解了人体免疫系统的三道防线。为此,建议通过课前活动以复习来导入新课,调动学生的前概念,并结合生活实例,列表比较和概述人体免疫系统三道防线的组成和

功能。接着,教师提出问题:第二道防线中的免疫细胞是如何防御病原体呢?教师播放巨噬细胞吞噬病原体的视频,组织学生结合教材图4-9“巨噬细胞吞噬并清除病原体的过程示意图”,用科学术语阐述巨噬细胞吞噬病原体的过程。充分调动学生的前概念,教师提出问题:在巨噬细胞清除病原体的过程中,依赖细胞膜的哪些结构与功能?还依赖哪些细胞器的共同协作?培养学生以“结构与功能观”阐明巨噬细胞吞噬、清除病原体的一般规律。

(2) 分析科研资料,探讨生命活动的规律

教师可提供“固有免疫模式识别学说”及“抗原呈递细胞协助T淋巴细胞识别抗原”等获诺贝尔奖的研究成果,帮助学生深入理解教材图4-11“巨噬细胞对抗原的加工和呈递示意图”,阐述特异性免疫的概念及防御功能,培养学生运用“稳态与平衡观”和“结构与功能观”来阐释免疫系统中非特异性免疫与特异性免疫互相协作来防御病原体入侵的一般规律。随后,教师启发学生从系统的角度出发,对课前活动免疫系统三道防线的比较表格进行完善和补充,归纳三者间的相互关系及防御功能等。教师还可以引导学生以文字、图表的形式构建免疫系统三道防线的概念图,阐明三道防线在维持机体稳态与平衡中的重要作用和意义,提高学生运用生命观念和科学思维方法探讨生命活动规律的能力。

2. 实验与活动建议

探究·建模4-1 构建炎症反应的概念模型

教师创设问题情境:生活中会遇到针刺、碰伤等意外,伤口处会发生哪些变化?伤口处为什么会出现红、肿、痛现象?人体哪道防线起了主要作用?引导学生从生物学现象和事实出发,将日常生活经验、零散事实与抽象术语之间产生关联,构建炎症反应的概念模型。随后,让学生根据生活经历,列举出炎症反应的例子,并解释出现炎症反应现象的原因。最后,迁移与应用炎症反应的概念模型,辨析生活中的炎症现象。通过建模活动,提高学生运用模型与建模的科学思维方法探讨、审视生活中可能遇到的各种炎症反应,并运用“结构与功能观”“稳态与平衡观”解释炎症反应发生的一般规律。活动建议如下。

活动目标:①学会用概念图的形式呈现炎症反应的概念模型。②运用炎症反应的概念模型,举例说明生活中的炎症反应现象。

活动资源:磁性贴纸、案例资料等。

活动过程:

课前:①教师布置学生阅读教材正文并完成思考与讨论。②以小组为单位构建炎症反应概念模型。

课上:①交流、完善概念模型。②教师组织学生运用炎症反应的模型,探讨、辨析生活中的炎症反应现象。③引导学生举例说明应对急性炎症反应科学、有效的急救措施。

3. 栏目使用建议

(1) 广角镜“抗原呈递细胞协助T淋巴细胞识别抗原”

可作为教材第2目的补充资料。通过问题:T淋巴细胞能直接识别抗原吗?有哪些抗原呈递细

胞？引导学生带着问题阅读广角镜，有助于学生了解抗原呈递细胞的种类和功能，深入理解T淋巴细胞对抗原的识别机制；有利于学生阐释非特异性免疫与特异性免疫的区别与联系，从系统的角度建立“稳态与平衡观”。

（2）生物学与社会“滥用抗生素对机体免疫力的影响”

抗生素的使用为提高人类寿命作出了巨大的贡献。然而，滥用抗生素会引发一系列副作用，其中包括对机体免疫系统的影响。以贴近学生生活的“抗生素”为情境，让学生了解滥用抗生素的危害，培养学生用辩证的思想来看待生物技术发展对人类生活带来的利与弊。同时，也激发学生关注生物学社会议题，正确使用抗生素，关爱生命健康。

三、拓展资料

1. 非特异性识别

（1）固有免疫模式识别学说

1989年，美国免疫学家杰纳维(C. Janeway)提出了固有免疫模式识别学说。其中心思想是固有免疫细胞(巨噬细胞或树突状细胞等)可以通过其表面的模式识别受体(pattern recognition receptor, PRR)识别病原体及其产物所共有的高度保守的分子结构，称为病原体相关分子模式(pathogen associated molecular pattern, PAMP)。完成识别后，激发非特异性免疫细胞的活化信号通路，使非特异性免疫细胞活化，并将此过程向特异性免疫细胞传递，最终启动特异性免疫应答。

（2）模式识别受体

根据细胞定位和相关功能，非特异性免疫系统可通过模式识别受体有效识别“自己”和“异己”。模式识别受体主要可分为以下四类：

① 分泌型模式识别受体。主要包括：甘露聚糖结合凝集素(MBL)，其在肝脏中合成，作为急性应答反应成分释放入血清，可识别并结合致病性细菌、某些病毒、酵母及寄生虫表面的甘露糖组成，激活补体或发挥调理作用；C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)，也是急性时相蛋白，可通过结合细菌细胞壁磷脂酰胆碱来发挥效应。

② 内吞型模式识别受体。巨噬细胞表面表达多种跨膜受体，可识别并结合相应相关分子模式，介导吞噬细胞对病原体的摄取和运输，参与病原体的降解及病原体蛋白的加工和处理。清道夫受体、甘露糖受体就属于这种类型。

③ 膜结合的信号转导型模式识别受体。此类型主要有Toll样受体(Toll-like receptor, TLR)。

④ 胞质的信号转导型模式识别受体。这种类型的受体在非特异性免疫应答中起重要作用。有些功能类似于Toll样受体，有些则主要在抗病毒感染中发挥作用。

2. 抗原呈递细胞

抗原呈递细胞(antigen presenting cell, APC)能捕获、加工蛋白抗原，装载在MHC分子上，并呈现在细胞表面的过程被称为抗原呈递。这些抗原可以是内源性的，如胞内病毒或胞内菌抗原，经剪切加工后由MHC I类分子呈递给CD8⁺细胞毒性T细胞；也可以是外源性的，如从胞外通过吞噬或

胞饮作用内化的病原微生物及其分子,经加工后由 MHC II 类分子呈递给 CD4⁺ 辅助性 T 细胞。

① 专职性抗原呈递细胞。树突状细胞、巨噬细胞及 B 淋巴细胞就属于这种专职性抗原呈递细胞。它们能把抗原肽—MHC 分子复合体呈递给 T 淋巴细胞,成为 T 淋巴细胞活化的第一信号。这类细胞还表达与 T 淋巴细胞活化相关的其他分子,并与 T 淋巴细胞表面的物质结合后产生第二信号,第二信号对于激活初始化 T 淋巴细胞尤为重要。此外,这类抗原呈递细胞还分泌细胞因子,有时也被称为第三信号。其中,树突状细胞最能有效活化初始状态的 T 淋巴细胞,从而启动特异性免疫反应;巨噬细胞和 B 淋巴细胞通常呈递抗原给 CD4⁺ 辅助性 T 细胞,活化的 CD4⁺ 辅助性 T 细胞反过来促进巨噬细胞的杀伤功能、增进 B 淋巴细胞分化及抗体分泌。

② 非专职性抗原呈递细胞。一般指一些不能表达或表达低水平 MHC II 类分子的细胞,但能表达 MHC I 类的细胞,属于非专职性抗原呈递细胞。由于所有有核细胞可能受病毒感染或产生致瘤突变,需要免疫系统能够识别胞质内抗原,如病毒抗原和突变蛋白抗原。因此,所有有核细胞均能表达 MHC I 类分子,能呈递细胞质内蛋白抗原(内源性抗原)给 CD8⁺ 细胞毒性 T 细胞。CD8⁺ 细胞毒性 T 细胞能够识别有核细胞呈递的细胞质来源的抗原肽,从而清除被感染或癌变的细胞。被吞噬的微生物抗原在有些情况下会从吞噬体渗漏至细胞质中,也能被 CD8⁺ 细胞毒性 T 细胞识别。

3. 特异性识别

(1) T 淋巴细胞表面的抗原识别受体及抗原识别

T 细胞受体(T cell receptor, TCR)是所有 T 淋巴细胞表面的特征性标志,可用作区别其他免疫细胞。T 细胞受体的作用是识别抗原,然而,它不能识别蛋白质抗原表面的表位,只能特异性识别抗原呈递细胞表面的抗原肽—MHC 分子复合体,这是与 B 淋巴细胞识别抗原的主要区别。因此,T 淋巴细胞的抗原识别具有双重特异性:抗原特异性和 MHC 限制性,既要识别抗原肽也要识别自身 MHC 分子的多态性。T 淋巴细胞在胸腺中发育成熟的过程中,T 细胞受体基因按照一定的顺序发生重排,其重排顺序和表达与免疫球蛋白基因的重排和表达十分相似。成熟的 T 淋巴细胞一般只表达 CD4⁺ 和 CD8⁺ 分子,即 CD4⁺ T 细胞或 CD8⁺ T 细胞。CD4⁺ T 细胞识别 MHC II 类分子,CD8⁺ T 细胞识别 MHC I 类分子。

抗原呈递与 T 淋巴细胞的效应密切相关。在免疫系统中,T 淋巴细胞的主要功能是杀死被病毒感染的靶细胞、激活巨噬细胞以杀灭被其吞噬的胞内病原体、活化 B 淋巴细胞使其增殖并分化为浆细胞产生抗体,以中和清除胞外病原体。因此,T 淋巴细胞需要通过与其他细胞相互作用而发挥其功能。CD8⁺ 细胞毒性 T 细胞通过抗原呈递识别并杀伤靶细胞;CD4⁺ 辅助性 T 细胞识别吞噬细胞呈递的特异性抗原,辅助其吞噬杀伤功能;CD4⁺ 辅助性 T 细胞也能通过识别 B 淋巴细胞呈递的抗原,促进抗原特异性 B 淋巴细胞分化和产生抗体。

(2) B 淋巴细胞表面的抗原识别受体及抗原识别

B 细胞受体(B cell receptor, BCR)具有抗原结合特异性。在同一个体内,其多样性高达 $10^9 \sim 10^{12}$ 种,构成巨大的 B 细胞受体库,赋予个体识别各种抗原、产生特异性抗体的巨大潜能。B 细胞受体胚系基因以片段形式存在,需经重排才能表达功能性 B 细胞受体,所以重排是该受体多样性形成的重要机制。B 淋巴细胞在骨髓中经历祖 B 细胞、前 B 细胞、未成熟 B 细胞和成熟 B 细胞 4 个发育

阶段,其间完成功能性B细胞受体的表达并形成中枢免疫耐受。在成熟B细胞表面,Ig α 、Ig β 总是和B细胞受体共同表达,形成BCR-Ig α /Ig β 复合体。Ig α 识别抗原,Ig β 转导B细胞受体识别的抗原刺激信号。

B细胞受体对抗原的识别与T细胞受体识别抗原有以下不同:①B细胞受体不仅能识别蛋白质抗原,还能识别多肽、核酸、多糖类、脂类和小分子化合物类抗原;②B细胞受体能特异性识别完整抗原的天然构象,或识别抗原降解所暴露表位的空间构象;③B细胞受体对抗原的识别不需要抗原呈递细胞的加工和呈递,也无MHC限制性。

4. 炎症反应

炎症通常按其病程分为急性炎症和慢性炎症。急性炎症启动急骤,持续时间几天至1个月,以血浆渗出和中性粒细胞浸润为病变的主要特征。慢性炎症可持续数月至数年,以淋巴细胞和单核细胞、巨噬细胞浸润以及小血管和结缔组织增生为主要特征。

当大量病原微生物进入机体,机体的屏障作用被破坏,不能完全抵御微生物的入侵,局部形成感染灶,微生物复制并扩散,非特异性免疫应答启动。抗感染的非特异性免疫应答是机体免疫系统识别和清除病原体的一系列生理性防御机制中最早出现的,是机体生来就有的抵抗病原体侵袭的一种防御能力,是由多细胞、多分子协同作用的炎症反应过程。在感染部位,炎症反应由巨噬细胞对病原体的非特异性免疫应答所启动。参与炎症反应的介质包括细胞因子、血浆酶介质和脂类炎症介质。当病原体不能被清除时,机体启动特异性免疫应答。

炎症反应的主要作用是:①将效应分子和效应细胞输送到感染部位,以增强巨噬细胞对入侵病原体的杀伤作用;②提供微血管血液凝集的一个生理屏障,防止感染通过血液扩散(抗感染炎症屏障);③促进损伤组织的修复。

第3节 B、T淋巴细胞参与特异性免疫应答

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 基于B、T淋巴细胞在免疫应答中的作用特点,阐释人体特异性免疫有体液免疫和细胞免疫两种方式。
- (2) 读图分析,概括细胞免疫与体液免疫应答的过程,并归纳两者的区别和联系。
- (3) 阐释特异性免疫应答在抵御病原体和维持机体稳态中的重要作用,养成健康文明的生活习惯。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求1.5.3及相关活动建议设定的。目标(1)要求能基于给定的事实和证据,说明细胞免疫和体液免疫的内涵(水平3)。目标(2)要求采用归纳与概括、比较与分类等方法,以文字、图示或模型的形式,从主要过程、区别和联系等方面比较机体针对不同抗原的特异性免疫应答方式(水平3)。目标(3)要求运用“稳态与平衡观”,阐明特异性免疫针对特定病原体的调节机制,阐释其对人体自稳态的意义(水平4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求1.5.3而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表4-5)。

表4-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
人体T淋巴细胞通过细胞免疫方式抵御病原体、机体病变细胞或移植到体内的异体组织细胞等	细胞免疫是免疫细胞通过密切接触的方式,针对病原体或靶细胞产生免疫应答 T淋巴细胞在抗原呈递细胞的协助下,可通过直接接触被病原体感染的细胞、机体病变细胞等靶细胞,以及移植到体内的异体组织等产生特异性免疫应答,发挥细胞免疫的功能
人体B淋巴细胞通过体液免疫方式抵御体液内的病原体等	体液免疫是通过免疫细胞释放到体液中的免疫活性物质产生免疫应答 B淋巴细胞被活化后产生并释放抗体到体液中,抗体针对体液中进行繁殖与扩散的病原体或有毒物质产生特异性免疫应答,发挥体液免疫的功能

3. 学习内容

许多病毒会引发人类疾病。例如,有些病毒会直接或间接损伤免疫细胞,导致人体免疫功能下降,诱发许多其他疾病;有些病毒还会引起正常细胞转化为肿瘤细胞。那么,人体免疫系统如何清除它们?人类如何运用免疫学原理预防疾病?本节教材围绕上述现实生活中遇到的生物学问题展开讨论。通过第2节的学习,学生已初步构建特异性免疫与非特异性免疫的概念。为此,节引言设置“少量病原体突破非特异性免疫屏障,特异性免疫如何清除病原体”的问题情境,结合课前活动“特异性免疫与非特异性免疫的关系”以人患病毒性感冒这一生活实例作为情境引入,呈现“人体针对病毒感染的免疫应答过程示意图”,引导学生结合曲线图分析特异性免疫与非特异性免疫如何针对病毒入侵进行免疫应答,共同协作来维持机体稳态。通过课前活动,培养学生运用演绎与推理的科学思维方法,比较非特异性免疫应答与特异性免疫应答的异同,为进一步学习特异性免疫的两种应答方式、初步形成“稳态与平衡观”奠定基础。

教材分3个目,从概述人体特异性免疫有两种方式,到阐明细胞免疫应答的主要过程,最后到阐明体液免疫的主要过程。

第1目:特异性免疫包括细胞免疫和体液免疫两种应答方式。教材通过呈现实例,对B、T淋巴细胞针对特定抗原引发免疫应答进行了比较与分类,有助于学生辨析细胞免疫和体液免疫的概念,阐明特异性免疫应答的两种方式。

第2目:T淋巴细胞执行细胞免疫功能。通过课前活动,学生了解到当人体感染感冒病毒时,非特异性免疫与特异性免疫共同参与免疫调节。那么,两者是如何协作、共同清除病毒呢?教材通过呈现“细胞免疫的主要过程示意图”,引导学生归纳与概括T淋巴细胞执行细胞免疫的主要过程,培养学生对图、文信息的加工和处理能力。在此基础上,教材从“稳态与平衡观”的角度,凸显了免疫系统清除病原体并恢复稳态,以及当机体再次遇到相同抗原时,免疫系统会快速启动免疫应答来保护机体健康。

第3目:B淋巴细胞执行体液免疫功能。首先,教材呈现了探究B淋巴细胞活化的科学史,引导学生基于实证,通过演绎与推理,认识到B淋巴细胞的活化除抗原刺激外,还需要T淋巴细胞的协助。接着,教材呈现“体液免疫的主要过程示意图”,引导学生分析图文信息,归纳与概括B淋巴细胞发挥体液免疫的主要过程。最后,教材一方面从系统的角度突出免疫系统在清除病原体时,特异性免疫与非特异性免疫之间、B淋巴细胞与抗原呈递细胞以及T淋巴细胞之间的相互协作共同清除病原体。另一方面,从稳态与平衡的角度,再次凸显了免疫系统防御内、外刺激,恢复机体内环境自稳态的机制。

二、教学建议

本节内容建议2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 联系生活,探寻生命现象的规律

结合课前活动,可提出问题:感冒时,人体会出现打喷嚏、流涕甚至发热等症状,有同学说应该立

即打针、吃药，也有同学认为只要休息几日就能痊愈。根据你的生活经验，你支持哪种说法？请说说理由。教师充分调动学生已有的生活经验，让学生畅所欲言，培养学生的批判性思维。接着，以人患感冒痊愈为例，引导学生分析图 4-12“人体针对病毒感染的免疫应答过程示意图”，除比较特异性免疫与非特异性免疫针对病毒入侵进行的免疫应答的异同外，分析特异性免疫中细胞毒性 T 细胞和抗体的功能，并结合教材第 1 目，区分 B、T 淋巴细胞分别针对哪些类型的抗原发挥免疫应答，为学生进一步学习特异性免疫包括细胞免疫和体液免疫两种应答方式，以及形成“稳态与平衡观”奠定基础。同时，也培养学生基于事实和证据，通过演绎与推理的科学思维方法，对生活中的生物学现象展开探讨并培养社会责任意识。最后，教师还可以组织学生讨论流感病毒如何传播、如何防治和防控等问题，养成健康文明的生活习惯。

随后，教师提出问题：当机体组织细胞被流感病毒感染后，T 淋巴细胞如何进行免疫应答？引导学生结合教材图 4-13“细胞免疫的主要过程示意图”，教师设计问题串：初始 T 细胞怎样识别病原体？初始 T 细胞会分化出哪些类型的 T 淋巴细胞？这些 T 淋巴细胞怎样清除病原体？细胞毒性 T 细胞是怎样识别入侵靶细胞的病原体？如果遇到相同的病原体入侵，机体二次免疫有何特点？机体免疫系统如何恢复稳态……由简入难，循序渐进地引导学生用概念图的形式阐明细胞免疫的调节机制。

根据学情，教师可呈现诺贝尔奖“树突状细胞的结构与功能”相关研究成果，结合第 2 节广角镜“抗原呈递细胞协助 T 淋巴细胞识别抗原”的相关内容，引导学生运用“结构与功能观”，说明抗原呈递细胞在细胞免疫应答中的功能及意义。教师还可以帮助学生回忆 MHC 分子和细胞识别等概念，并提问：除教材介绍的几种抗原呈递细胞外，还有哪些细胞也能呈递抗原？这些抗原呈递细胞有何区别？它们在 T 淋巴细胞发挥细胞免疫应答的过程中发挥哪些作用……鼓励感兴趣的学生课后进一步探究抗原呈递细胞的类型和功能等，激发学生关注免疫学前沿科技的求知欲和热情。

（2）善用科学史，发展实证思维

教师可呈现 T 淋巴细胞协助 B 淋巴细胞增殖分化的体内实验探究资料（见本节“拓展资料”），设计问题串：小鼠体内实验的结果是什么？实验组和对照组分别是什么？为什么选用同系小鼠？为什么选择骨髓细胞、胸导管细胞……组织学生总结探究实验的步骤、方法，并得出结论。然后，引导学生小组讨论“T 淋巴细胞协助 B 淋巴细胞增殖分化的体外细胞验证实验”的设计思路、预测结果等。初步培养学生设计实验、运用科学术语精确阐明实验结果等能力。接着，启发学生根据实验结果，结合教材图 4-14“体液免疫的主要过程示意图”，以概念图的形式阐明体液免疫的机制。随后，教师组织学生通过列表比较细胞免疫和体液免疫的概念、作用方式、免疫应答的机制等，归纳与概括两者的区别和联系。最后，教师再次组织学生针对“感冒病毒感染”的实例，构建完整的免疫调节概念图，加深学生对 B、T 淋巴细胞的免疫应答机制、特异性免疫与非特异性免疫相互关联等生命现象规律的理解。

（3）关注生活经历，培养社会责任感

教师可设计生活情境：许多病毒会引起人体疾病，而且由病毒引起的人体疾病一般都是传染病。病毒对宿主细胞具有选择性，如肝炎病毒针对肝细胞、流行性感冒病毒和 SARS 病毒针对呼吸道黏膜细胞、艾滋病病毒针对免疫细胞。作为病原微生物的病毒，一般通过空气、体液等途径传播。传染病的传染链由哪几部分组成？预防和控制传染病需要采取哪些策略和措施？引导学生先从控制传

染源、切断传播途径两方面展开讨论。接着,通过思维训练“人类如何运用免疫学原理预防疾病?”联系学生接种疫苗的生活经历,教师呈现乙肝疫苗、新冠病毒疫苗等案例,并提出问题:疫苗是什么?疫苗为什么能起到免疫预防的作用?引导学生运用归纳与概括、演绎与推理等科学思维方法分析疫苗的本质,阐明疫苗的作用机制,提高学生知识迁移与运用、解决问题的能力。随后,教师展示科学家研制疫苗的艰辛历程,让学生感悟人类在与疾病斗争的过程中所作出的努力,并追问:并不是针对所有病毒都研制出了疫苗,那么,我们应该通过哪些健康的生活方式和习惯来提高免疫力呢?培养学生认识健康文明生活方式的重要性。最后,教师指出,少数病毒还会引起正常细胞转化为肿瘤细胞。那么,人类如何运用免疫学原理预防癌症呢?为学习第4节“免疫功能引发的疾病”做好铺垫。

2. 栏目使用建议

思维训练“人类如何运用免疫学原理预防疾病?”以“结合个人接种疫苗的经历,探讨免疫制剂的作用”为主题,学生通过分析“乙肝疫苗的接种过程示意图”曲线,推测疫苗的本质,阐明疫苗作用的机制,提高演绎与推理能力。通过呈现我国儿童免疫接种单,介绍我国免疫规划的政策与流程,引导学生采用比较与分类、归纳与概括的方法,阐述各种免疫制剂的作用,总结疾病预防的措施,增强健康生活的社会责任意识。

三、拓展资料

1. 细胞免疫

(1) T 淋巴细胞的种类

T 淋巴细胞由不同功能的若干 T 细胞亚群组成,具有高度异质性。根据所处的活化阶段,可分为初始 T 细胞、效应 T 细胞和记忆 T 细胞;根据是否表达 CD4 或 CD8 分子,可分为 CD4⁺ 和 CD8⁺ T 细胞,CD4⁺ T 细胞分化为多种辅助性 T 细胞亚群,CD8⁺ T 细胞分化为细胞毒性 T 细胞;根据其免疫效应,可分为辅助性 T 细胞、细胞毒性 T 细胞、调节性 T 细胞等,辅助性 T 细胞还可分为不同功能亚群,如 Th1、Th2、Th17、Tfh。

(2) T 淋巴细胞对内源性和外源性抗原的识别

内源性抗原是指在抗原呈递细胞内新形成抗原,如被病毒感染的细胞内合成的病毒蛋白、肿瘤细胞内合成的肿瘤抗原等。此类抗原在细胞内加工处理为抗原肽,与 MHC I 类分子结合成复合物,可被 CD8⁺ T 细胞的受体识别。

外源性抗原是指来自抗原呈递细胞以外的抗原。抗原呈递细胞可通过胞噬、胞饮和受体介导的内吞等作用摄取外源性抗原(如吞噬的细胞或细菌等),经加工为抗原短肽后,与 MHC II 类分子结合为复合物,可被 CD4⁺ T 细胞的受体识别。

(3) T 淋巴细胞的主要功能

① 初始 T 细胞,是未活化的 T 细胞,在胸腺发育,进入外周参与淋巴细胞再循环,主要功能是识别抗原。初始 T 细胞在外周淋巴器官内大多接受树突状细胞呈递的抗原刺激而活化,最终可分化为效应 T 细胞和记忆 T 细胞。教材图 4-13“细胞免疫的主要过程示意图”中的 T 淋巴细胞是指初始 T

细胞；抗原呈递细胞主要是树突状细胞。

② 效应 T 细胞。效应 T 细胞是接受抗原刺激获得活化，具有相应效应功能的 T 淋巴细胞。与初始 T 细胞不同，效应 T 细胞不参与淋巴细胞再循环，主要从外周淋巴器官向外周炎症部位或某些器官组织迁移，从而在炎症局部发挥效应功能。效应 T 细胞包括辅助性 T 细胞和细胞毒性 T 细胞。

辅助性 T 细胞(Th)均表达 CD4，具有分泌多种细胞因子的功能。根据其分泌的细胞因子不同，可分为 4 种：Th1 主要通过分泌 IFN- γ ，增强巨噬细胞的功能，介导抗感染细胞免疫，特别是抗胞内病原体感染。在病理情况下，Th1 参与多种慢性炎症和自身免疫性疾病的发生和发展；Th2 主要分泌 IL-4、IL-5 和 IL-13，促进 B 细胞分泌 IgE 抗体，以及肥大细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞的活化，介导抗寄生虫感染。在病理情况下，Th2 参与过敏性疾病的发生和发展；Th17 主要通过分泌 IL-17 和 IL-22，促进中性粒细胞的招募和活化，介导多种急性和慢性组织炎症；Tfh 全称为滤泡辅助 T 细胞。与上述 3 种 Th 不同，Tfh 细胞存在于外周免疫器官淋巴滤泡，是辅助 B 细胞活化的关键细胞，主要通过分泌细胞因子和细胞接触作用，促进 B 细胞增殖、分化，产生高亲和力抗体并在 Ig 类型转化中发挥重要作用。

细胞毒性 T 细胞(CTL)特指活化的 CD8 $^{+}$ T 细胞，能特异性识别表达抗原肽—MHC I 类复合体的靶细胞（主要为病毒感染的细胞或肿瘤细胞），分泌和上调表达多种细胞杀伤分子，导致靶细胞凋亡，可连续对多个靶细胞进行杀伤，但在杀伤过程中对 CTL 自身不产生伤害。

③ 调节性 T 细胞(Treg)，绝大多数为 CD4 $^{+}$ T 细胞。此类细胞不发挥效应功能，而是以效应细胞为作用对象，负调控后者介导的免疫应答的强度和持续时间。调节性 T 细胞发挥免疫负调控主要通过两种方式：直接接触抑制靶细胞的活化或是分泌免疫抑制因子，抑制免疫应答。调节性 T 细胞在免疫应答的负调节及自身免疫耐受中发挥重要作用，参与自身免疫性疾病、过敏性疾病、感染性疾病、器官移植及肿瘤等多种疾病的发生和发展。

④ 记忆 T 细胞，是接受抗原刺激获得活化，处于功能静止的 T 淋巴细胞。然而，目前不清楚记忆 T 细胞是直接从活化的初始 T 细胞分化而来，还是从已分化的效应细胞发展而来。记忆 T 细胞在抗原清除后长期存活，有规律地进行自发增殖来补充数量，使其维持在一定水平。记忆 T 细胞表型与效应 T 细胞相似，介导再次免疫应答，接受相同抗原刺激后可迅速活化从而清除抗原。与初始 T 细胞活化不同，再次抗原接触活化的记忆 T 细胞不依赖抗原呈递细胞提供的共刺激信号，保证记忆 T 细胞对再次感染可做出迅速应答。针对某一特定抗原的记忆 T 细胞数量远多于初始 T 细胞，约为 10~100 倍。因此，再次免疫比初次免疫能产生更强的免疫应答。记忆 T 细胞的数量与初始 T 细胞接受抗原刺激的数量相关。但决定单个 T 淋巴细胞是变成短寿命的效应 T 细胞还是长久存在的记忆 T 细胞的分子机制，目前尚不清楚。

（4）细胞免疫的过程

① T 淋巴细胞活化。在外周淋巴器官，初始 T 细胞特异性识别由活化的树突状细胞所呈递的抗原肽—MHC 复合体，并同时接受来自树突状细胞的共刺激信号，获得活化。

② 抗原特异性 T 淋巴细胞克隆性增殖分化。T 淋巴细胞克隆扩增后进一步分化为效应 T 细胞。其中，在多种细胞因子的作用下，CD4 $^{+}$ T 细胞分化为具有不同效应功能的 Th 细胞，主要为 Th1、Th2、Th17、Tfh。CD8 $^{+}$ T 细胞全部分化为可杀伤靶细胞的细胞毒性 T 细胞(CTL)。根据是否需要 Th 细胞的参与，初始 CD8 $^{+}$ T 细胞完全活化和分化成 CTL 有两种方式：如果病原体直接感

染专职的抗原呈递细胞(APC),或者进行有效的交叉呈递,提供较强的共刺激信号直接刺激 CD8⁺ T 细胞产生白介素(IL-2),诱导 CD8⁺ T 细胞自身增殖并分化为 CTL,可以不需要 Th 细胞;但对于潜伏病毒感染、器官移植和肿瘤等情况,CD8⁺ T 细胞的活化需要 Th 细胞提供的第二信号。Th 细胞通过多种机制促进 CD8⁺ T 细胞的活化,如通过分泌 IL-2 等细胞因子,通过增强共刺激信号,使其更有效地诱导 CD8⁺ T 细胞分化为 CTL。

③ 细胞毒性 T 细胞对靶细胞的识别。当靶细胞被病毒等感染后,细胞内产生的内源性抗原会与合成于内质网的 MHC I 分子结合,通过高尔基体到达细胞膜表面,使靶细胞的细胞表面分子发生变化。细胞毒性 T 细胞主要靠特异性抗原识别受体(TCR)来识别这一信号。而来源于胞外的外源性抗原经过抗原呈递细胞处理后变成氨基酸短链,与合成于内质网的 MHC II 类分子结合,达到细胞膜表面呈递给辅助性 T 细胞。

④ 细胞毒性 T 细胞杀伤靶细胞。细胞毒性 T 细胞(CTL)在趋化因子作用下可以向受感染细胞或肿瘤部位聚集。细胞毒性 T 细胞可高效、特异地杀伤靶细胞,表现为只杀伤能表达用以活化细胞毒性 T 细胞的相同抗原肽—MHC I 类分子复合体的靶细胞,而不杀伤不表达该抗原的临近的正常细胞。细胞毒性 T 细胞特异性杀伤靶细胞的效应过程包括识别与结合靶细胞、细胞毒性 T 细胞的极化和攻击。

⑤ 识别与结合靶细胞。CD8⁺ T 细胞识别抗原呈递细胞呈递的抗原,在外周淋巴组织内获得活化、增殖、分化为效应细胞毒性 T 细胞。在趋化因子作用下离开淋巴组织向感染灶或肿瘤部位集聚。一方面,有效结合表达相应配体的靶细胞;另一方面,识别表达特异性抗原的靶细胞。特异性抗原识别受体的激活信号可增强细胞毒性 T 细胞与靶细胞表面黏附分子与其相应配体结合的亲和力。这样,使活化的细胞毒性 T 细胞分泌的效应分子在局部形成很高的浓度,从而选择性杀伤所接触的靶细胞。

⑥ 细胞毒性 T 细胞的极化。细胞毒性 T 细胞与抗原特异性的靶细胞接触后,其胞内的某些细胞器也会发生极化。例如,细胞骨架系统(肌动蛋白、微管等)、高尔基复合体及胞质颗粒等与靶细胞接触的部位重新排布和分布,从而保证细胞毒性 T 细胞分泌的效应分子有效作用于所接触的靶细胞。

⑦ 攻击。细胞毒性 T 细胞识别靶细胞后,传递致死性攻击给靶细胞,导致靶细胞的凋亡(破坏细胞 DNA 同时也降解病毒 DNA),阻止了病毒子粒的包装以及感染性病毒的释放,最终达到根除感染源的目的。细胞毒性 T 细胞对靶细胞进行特异性杀伤,主要是在其细胞浆内形成了许多膜结合的颗粒,如穿孔素和颗粒酶等。穿孔素可对靶细胞打孔,使颗粒酶迅速进入靶细胞胞浆,它进入胞浆后通过激活凋亡相关的酶系统而使靶细胞凋亡;细胞毒性 T 细胞还可以通过死亡受体途径等来毒杀靶细胞。当靶细胞死亡后病原体暴露,从而有可能被抗体消灭,细胞毒性 T 细胞特异地识别下一个靶细胞,发挥细胞毒杀效应。除了通过直接接触靶细胞诱导其凋亡,发挥细胞毒杀效应外,细胞毒性 T 细胞还可以释放多种细胞因子参与免疫防御。

2. 体液免疫

(1) B 淋巴细胞增殖分化需要 T 淋巴细胞的辅助

1967 年,克拉曼(H. N. Claman)和米切尔(G. F. Mitchell)等科学家证明了诱导 B 细胞产生 IgG

类抗体必须要有 T 淋巴细胞的辅助。下面列举当时所进行的主要实验。

小鼠体内实验：近交系小鼠在实验开始前先接受大剂量 X 射线照射以摧毁其免疫功能；随机分为四组，每组分别注入同系小鼠骨髓细胞、胸导管细胞及骨髓细胞十胸导管细胞；同时用绵羊红细胞免疫，检测脾脏抗体形成的情况。

体外细胞培养：在体外分别培养小鼠脾脏细胞；从上述细胞中分离纯化的 B 淋巴细胞、T 淋巴细胞以及 B 淋巴细胞十 T 淋巴细胞；分别用绵羊红细胞作为抗原刺激，检测各组经抗原刺激后抗体形成的情况。

(2) B 淋巴细胞特异性识别的抗原类型

激活 B 淋巴细胞产生不同类型体液免疫应答的抗原可分为 T 细胞依赖性抗原(TD-Ag)以及非 T 细胞依赖性抗原(TI-Ag)。在外周淋巴组织 B 淋巴细胞区和生发中心，TD-Ag 激活 B 淋巴细胞的免疫应答需要辅助性 T 细胞的辅助，并经历抗体的超突变类别转换和亲和力成熟等生物学过程。同时，机体产生免疫记忆，能够对再次免疫的同一抗原迅速产生免疫应答。TI-Ag 则不需要辅助性 T 细胞的辅助，也不产生免疫记忆。

(3) 体液免疫的过程

体液免疫的过程可分为抗原识别、B 淋巴细胞活化及增殖分化、合成分泌抗体并发挥效应三个阶段。

① 抗原识别。B 淋巴细胞对抗原的识别是通过其表面的 B 细胞受体来进行的。B 淋巴细胞识别抗原的方式不同于 T 淋巴细胞，能够识别未经处理的完整抗原。

② B 淋巴细胞活化及增殖分化。B 细胞受体识别抗原是产生 B 淋巴细胞活化的第一信号。B 淋巴细胞也可作为抗原呈递细胞，通过加工、处理、呈递抗原的形式进一步激活辅助性 T 细胞，但不能激活初始 T 细胞。辅助性 T 细胞表面表达共刺激分子 CD40L，与 B 淋巴细胞表面的 CD40 结合，提供 B 淋巴细胞活化的第二信号。同时，辅助性 T 细胞产生一些细胞因子，如白细胞介素-2、 γ 干扰素等，这些细胞因子与活化的巨噬细胞分泌的 IL-1、IL-7 等共同作用于 B 淋巴细胞，成为 B 淋巴细胞活化的第三信号。因此，B 淋巴细胞作为抗原呈递细胞将抗原呈递给抗原特异性 T 细胞后，获得使其活化的第二和第三信号，进一步增殖和分化。需要指出的是，抗原特异性 B 淋巴细胞和 T 淋巴细胞所识别的抗原决定簇是不同的，但两者必须识别同一抗原分子不同的抗原决定簇，才能相互作用。

③ 合成分泌抗体。B 淋巴细胞最终分化为浆细胞和记忆 B 细胞。浆细胞是产生抗体的工厂，但通常失去了增殖和生长的能力，大部分迁移至骨髓，并在较长时间范围内持续产生抗体。事实上，B 淋巴细胞分化为浆细胞是一个复杂的过程，依赖树突状细胞、T 淋巴细胞、B 淋巴细胞三者之间的复杂相互作用。抗体可变区与病原微生物及其产物结合后，能够封闭病原体和毒素的毒力结构，起到中和毒素以及阻止病原微生物侵袭和感染的作用。抗体还能激活补体系统，最终生成攻膜化合物，介导溶细胞和溶菌效应。此外，抗体还能在抗感染过程中，具有促进巨噬细胞和中性粒细胞吞噬外来病原微生物抗原的功能，以及增强 NK 细胞和巨噬细胞对肿瘤细胞和病毒感染靶细胞的杀伤作用等。

(4) 记忆 B 细胞

记忆 B 细胞产生后，部分留在淋巴滤泡，其余大部分进入血液参与循环。当再一次遇到同一抗

原刺激时,能够在记忆性辅助 T 细胞协助下迅速活化,产生大量抗原特异性抗体。记忆 B 细胞的表型和功能与其他 B 淋巴细胞存在明显差别,其寿命较长,不分裂或分裂非常慢,膜表面表达抗原特异性 B 细胞受体,但不分泌抗体,活化阈值低,在遇到很低浓度的抗原即可被迅速激活,发生再次免疫应答。

(5) 体液免疫应答产生抗体的普遍规律

外来抗原初次刺激机体所诱发的体液免疫应答称为初次应答;在初次应答中所产生的记忆细胞,当再次接触相同抗原刺激后会产生快速、高效、持久的应答,称为再次应答或记忆应答。

① 初次应答。在初次应答中,B 淋巴细胞产生的针对特异性抗原的抗体数量少且亲和力低,其抗体产生过程可分为潜伏期、对数期、平台期和下降期。

② 再次应答。当同一种抗原再次进入机体时,因为初次应答所产生的记忆性 T 细胞和 B 细胞的存在,机体能够产生特异、迅速且高效的再次应答。相比于初次应答,再次免疫应答时抗体的产生有以下特征:潜伏期持续时间短,约是初次应答潜伏期时长的一半;血清中抗体浓度增加迅速,能够快速到达平台期,且平台高度相比初次应答可高 10 倍以上;血清抗体在机体内维持时间长;小剂量抗原即可诱发再次免疫应答;相比初次应答中主要产生低亲和力的 IgM,再次免疫应答主要产生高亲和力的抗体 IgG。

3. 疫苗

疫苗的发展之路是漫长的,16 世纪时,我国已经有记载预防天花的方法,这实际上是免疫学的开端。1980 年,世界卫生组织宣布天花疾病已经被彻底消灭,天花成为人类用疫苗消灭的第一种传染病。随着巴斯德对病原体致病学说的建立和疫苗的研制,他建立的各种免疫制备方法,成为人类对抗传染病的工具之一。1934 年,我国著名免疫学家谢少文教授首次用鸡胚培养立克次体获得成功,为人类认识立克次体作出了重大贡献。1964 年,我国科学家顾方舟教授在脊髓灰质炎疫苗的研制中作出了突出贡献,验证了脊髓灰质炎活疫苗的效果和安全性。

虽然接种疫苗并不能 100% 有效,任何疫苗都会有小部分人低应答或无应答,但只要大多数人都接种疫苗并建立起群体免疫力,那么小群体低应答或无应答人群感染的概率也会大大降低。随着科学技术的不断发展,预防性疫苗的种类也不断在发展,主要介绍以下 4 种。

(1) 灭活疫苗。制备此疫苗的一个常见方法是灭活病原体,用热或化学手段使它失去在宿主中复制的能力,但依然保持表面抗原结构。灭活疫苗往往需要多次接种来维持机体的免疫力。此外,灭活疫苗主要诱导体液免疫应答。

(2) 减毒活疫苗。减毒活疫苗的制备通常是通过改变致病细菌或病毒的培养条件,使它们在不正常的条件下生长,长时间在不正常条件下生长的病原体将会发生突变而不适合在正常的人体环境中生长。减毒疫苗的优点是有复制能力,使这些病原体的抗原表位长时间暴露于免疫系统,从而增强机体的免疫力并促进记忆性细胞的增殖。

(3) 基因重组疫苗。利用 DNA 重组技术可以将任何编码免疫原性蛋白的基因克隆并表达于细菌、酵母、哺乳动物细胞系统中,表达的抗原蛋白产物可以用于疫苗开发。第一个批准的重组抗原疫苗是乙型肝炎疫苗,这种疫苗是由乙型肝炎病毒表面抗原基因克隆后在酵母细胞中表达而生产制备的。主要过程是将重组质粒转入酵母后大规模发酵,使得表面抗原蛋白在细胞中累积。这种重组乙

型肝炎疫苗在机体内能够诱导保护性抗体的产生。

(4) DNA 疫苗。在 20 世纪 90 年代初,科学家在用人类生长素基因进行基因治疗时,用基因枪将 DNA 导入皮肤,发现这个技术能对转入的抗原蛋白产生特异性抗体。1992 年,有研究表明 DNA 重组载体在体内能促进对病原体和肿瘤抗原的体液和细胞免疫应答,DNA 疫苗可诱导细胞毒性 T 细胞(CTL)。目前,DNA 疫苗在新型疫苗研发领域是一个重要进步,已经应用在抵御各种病原体和肿瘤中。

第4节 免疫功能异常可能引发疾病

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 基于平衡与稳态观,举例说明免疫功能异常可能引发疾病。
- (2) 基于事实和证据,说明免疫学相关原理与健康的关系。
- (3) 尝试对日常生活中的免疫学现象进行分析,养成珍爱生命的观念和健康文明的生活习惯。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.5.4 及相关活动建议设定的。目标(1)要求运用“稳态与平衡观”,举例说明与免疫功能异常相关的疾病(水平 3)。目标(2)要求学生能基于过敏反应、自身免疫病及免疫缺陷病等事实和证据,运用免疫学原理说明治疗和防控疾病的措施与建议(水平 3)。目标(3)要求运用免疫学知识解释过敏反应、自身免疫病、免疫缺陷病及肿瘤等免疫学现象,养成健康文明的生活方式(水平 4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.5.4 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 4-6)。

表 4-6 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
免疫功能异常可能会引起过敏、自身免疫病及免疫缺陷病等	机体再次遇到同种抗原可能会导致过敏反应
	免疫系统可能会攻击自身组织导致自身免疫病
	由于遗传因素或先天性免疫系统发育不全,可能引发先天性免疫缺陷病
	出生后可能因感染或自体病变等因素导致后天性免疫缺陷病

3. 学习内容

免疫系统的调节能力是有限的,免疫功能异常可能会引发疾病。有许多这类疾病与日常的生活息息相关。为此,本节的节引言设置“人类常见的免疫疾病有哪些?”的问题情境,激发学生的思考。虽然根据学生已有的生活经历,对过敏现象、肿瘤、艾滋病等有所了解,但这些疾病的发病机理、危害、防治和防控措施,大部分学生不甚了解。教材以此为切入点,课前活动设计了“预防青霉素过敏”。青霉素过敏是免疫功能异常的一种表现,也是生活中不容小觑的医学常识。可事先搜集关于

青霉素发现史的学习资料,组织学生结合高中生物学必修1《分子与细胞》关于细菌的相关知识,思考:为什么注射青霉素前要做皮下测试?使用青霉素会引发怎样的过敏现象?为什么会引起过敏反应?对青霉素不过敏的人还需要在注射前做皮下测试吗?引发学生运用批判性思维辩证地对身边的生物学问题作出判断和分析,培养学生的社会责任意识。学生在思维碰撞的过程中,明确了青霉素的使用方法,提高运用所学的免疫学知识,理性地分析问题的能力,也激发学生学习免疫功能异常可能引发疾病的探究欲,为接下来学习过敏反应做好铺垫。

教材分3个目,从举例说明各种过敏反应,到列举自身免疫病,最后比较和探讨先天性免疫缺陷病与后天性免疫缺陷病。

第1目:机体再次遇到同种抗原可能会导致过敏反应。学生对过敏反应并不陌生,为此,教材以图示的形式呈现了日常生活中常见的过敏反应类型及主要症状。接着,教材呈现广角镜“过敏反应的机制”,帮助学生运用免疫学原理理解过敏反应的发病原因,阐述预防过敏反应的措施。

第2目:免疫系统可能会攻击自身组织导致自身免疫病。学生可能并不熟悉自身免疫病,为此,教材呈现了红斑狼疮图片。此外,教材还列举了多种自身免疫病且致病机制至今尚不明确,激发感兴趣的学生自主学习和探究,充分发挥学生的学习能动性。

第3目:免疫系统发育障碍或损伤可能会导致免疫缺陷病。教材先列举了多种先天性免疫缺陷病,并以原发性T淋巴细胞缺陷和联合免疫缺陷胎儿为例,引导学生探讨先天性免疫缺陷病可能的发病原因及危害。接着,教材重点以艾滋病为例,引导学生运用免疫调节的机制,概述艾滋病的发病机理、传播途径及预防措施,培养学生健康文明的生活方式。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 结合生活经历,说明疾病防治的措施,树立健康的生活方式

课前活动以“预防青霉素过敏”作为引入,探讨青霉素的作用原理、使用方法等,提高学生运用批判性思维解决生活问题的能力,培养学生正确使用抗生素的意识。由于过敏反应的机制比较复杂,教师可以根据学情,利用广角镜引导学生了解过敏现象背后的免疫学原理,认识机体的稳态与平衡对于机体维持正常生命活动的重要意义。接着,教师组织学生交流课前查找的相关资料或开展免疫功能异常引发疾病的调查,并结合自身的生活经历,举例说明生活中常见的免疫功能异常引发的疾病。课上,教师带领学生运用分类与比较、归纳与概括等科学思维方法,针对各类免疫功能异常引发的疾病症状、发病机制、预防及治疗措施等展开讨论,培养学生运用科学思维的方法对身边的生物学现象开展探讨与审视,并运用生物学原理说明疾病的预防及治疗措施,树立健康文明生活方式的理念。

(2) 探讨艾滋病的发病机制和防控措施,培养社会责任

可指导学生设计调查问卷,以不记名的形式调查学生对HIV、艾滋病等知识的了解情况。课上,

教师引导学生结合高中生物学必修2《遗传与进化》中基因表达的相关知识,以概念图的形式表述HIV侵染T淋巴细胞的过程,帮助学生深入理解艾滋病的发病机制,了解获得性免疫缺陷综合征。接着,教师引导学生思考:蚊虫叮咬是否会感染HIV?共用马桶是否会传染艾滋病等,启发学生明确艾滋病的传播途径及预防措施。随后,教师组织学生结合“中心法则”、艾滋病的发病机制等知识,分析艾滋病阻断药物的作用机理,培养学生运用科学思维方法探讨、审视生物学社会议题的能力。

2. 栏目使用建议

(1) 广角镜“过敏反应的机制”

由于过敏反应机制较复杂,教材通过科学家的实证资料,介绍部分过敏反应的机制,帮助学生运用免疫调节的原理,初步理解引起过敏反应的物质(过敏原)和引发过敏反应的原因,有助于学生理解过敏现象的本质,并能提出科学的防治措施。

(2) 前沿视窗“肿瘤的免疫治疗”

肿瘤是严重危害人类健康的疾病之一。目前针对肿瘤的免疫治疗研究发展迅速,本栏目介绍了近期与肿瘤研究相关的诺贝尔奖获奖成果,让学生了解免疫学的前沿发展及其与人类健康的关系。此外,也让学生了解到目前肿瘤治疗在临幊上应用的三大方法,提高学生对生物学研究的关注度和兴趣,有助于学生运用“稳态与平衡观”归纳免疫系统具有“免疫监视”的功能。

三、拓展资料

1. 过敏反应

(1) 过敏反应的类型

根据反应发生的速度、发病机制和临床特征,将过敏反应分为I~IV型。I~III型过敏反应由抗体介导,可经血清被动转移;而IV型过敏反应由T淋巴细胞介导,可经细胞被动转移。

① 常见的I~III型过敏反应的相关疾病。主要包括药物性过敏性休克和血清过敏性休克。青霉素、链霉素、普鲁卡因等药物可能引发药物性过敏性休克。血清过敏性休克包括:临幊上用动物免疫血清进行治疗或紧急预防时,可能会发生过敏性休克;因吸入植物花粉、细菌、动物皮毛和尘螨等抗原物质后可能引起的呼吸道过敏反应,主要表现为过敏性哮喘等过敏性鼻炎等;有些人摄入鱼、虾、蟹、蛋、奶等食物或服用某些药物后,可能产生肠道过敏症的消化道过敏反应,主要表现为恶心、呕吐、腹痛、腹泻等症状;以及常因食物、药物、花粉、羽毛及冷热刺激等引起的皮肤过敏反应,如荨麻疹、湿疹、血管性水肿等。

② 常见的IV型过敏反应的相关疾病。传染性迟发型过敏反应,主要是机体对胞内寄生虫、病毒和真菌等病原体的感染而产生的细胞免疫应答反应;接触性迟发型过敏反应,主要指皮肤接触油漆、燃料、农药、化妆品、药物或某些化学物质后发生接触性皮炎;移植排斥反应,如器官移植的排斥反应。

(2) 过敏原及其检测

常见的引起过敏反应的抗原物质有2000~3000种,通常分为吸人性过敏原、食入性过敏原、接

触性过敏原等。过敏原的检测一般可以使用体内试验和体外试验两种方法。体内试验主要包括皮内试验、点刺实验和斑贴试验3种。体外试验利用抗原和抗体特异性结合的性质,使用经典的免疫组织化学方法来进行。主要包括IgE抗体检测、IgG抗体检测等。

(3) 过敏反应的防治原则

以下主要介绍Ⅰ型超敏反应的防治原则。

① 预防原则。可以从三方面入手:通过询问家族过敏史以及临床检测等方法来查明变应原并避免与变应原接触;特异性变应原脱敏疗法,主要是针对已查明而难以避免接触的变应原,如花粉、尘螨等,将该变应原制成变应原提取液并配制成各种不同浓度的制剂,经反复注射或通过其他给药途径与患者反复接触,计量由小到大、浓度由低到高,从而提高患者对该种变应原的耐受性。当再次接触此种变应原时,机体不再发生过敏现象或过敏现象得以减轻;异种免疫血清脱敏疗法,主要采用多次、小剂量、短时间间隔注射抗毒素血清来进行脱敏治疗。

② 药物治疗方法。主要包括四类:抑制活性介质释放的药物,如阿司匹林、肾上腺素、异丙肾上腺素、前列腺素E以及色甘酸二钠等;生物活性介质拮抗药,如苯海拉明、扑尔敏、异丙嗪等抗组胺药物;改善效应器官反应性的药物,如肾上腺素、氢化可的松、葡萄糖酸钙及维生素C等药物可减低毛细血管通透性,减少渗出;某些调节免疫反应的中药等。

③ 免疫抑制剂疗法。主要包括四类:IL-12与变应原协同使用可以使Th2型免疫应答向Th1型转换;将变应原制成DNA疫苗,可诱导Th1型免疫应答;制备针对IgE的人源化单抗,可以抑制肥大细胞和嗜碱性粒细胞释放介质;重组可溶型IL-4受体,阻断IL-4生物学效应,可以降低Th2型免疫应答。

2. 常见自身免疫病

已经发现的人类自身免疫性疾病共有近百种。比较常见的自身免疫病包括系统性红斑狼疮、类风湿性关节炎、桥本甲状腺炎、胰岛素依赖性糖尿病、重症肌无力等。科学家研究发现,在人或小鼠体内自身免疫病的发生都与调节性T细胞有关。此类T淋巴细胞不发挥效应功能,而是以效应细胞为作用对象,负调控效应细胞介导的免疫应答的强度和持续时间。这种调节性T细胞的缺失,可以导致器官特异性或非器官特异性的自身免疫病,如系统性红斑狼疮、类风湿关节炎等。增加这种调节性T细胞在体内的数量可以有效预防或延缓这些疾病的发生。

(1) 系统性红斑狼疮

系统性红斑狼疮(SLE)是一种好发于青年女性的累及多脏器的自身免疫病的研究原型。临床表现为面部蝴蝶形红斑、发热、皮肤和黏膜损伤、关节肿痛、胸膜炎、心包炎、血小板减少性紫癜、溶血性贫血、雷诺现象和肾脏损伤等,半数患者还表象为狼疮肺炎、精神障碍等,最终因器官功能衰竭而死亡。系统性红斑狼疮的病因尚不明确,多种遗传和环境因素参与或影响系统性红斑狼疮发病,如激素、药物、病毒感染、紫外辐射以及其他尚未发现的环境因素和遗传因素共同作用,打破自身免疫耐受诱发系统性红斑狼疮疾病。

目前认为,系统性红斑狼疮发病的主要机制是持续的外源刺激、免疫清除功能障碍或免疫调节功能缺陷等因素使凋亡细胞清除障碍,大量自身核抗原释放并诱导B淋巴细胞过度活化,产生多种

自身抗核抗体,从而导致免疫复合物沉积或原位形成,激活补体,造成组织细胞损伤。损伤细胞释放的核抗原物质可进一步刺激机体产生更多的自身抗体,形成更多的免疫复合物沉积,加重病理损伤,最终引起全身多器官系统的慢性炎症和B、T淋巴细胞共同介导的组织损伤。

(2) 类风湿性关节炎

类风湿性关节炎(RA)是好发于中年女性的不明原因引起的,以慢性进行性关节滑膜以及关节软骨损坏为特征的炎症性疾病。最新研究表明,T淋巴细胞和B淋巴细胞均参与类风湿性关节炎的发病。患者的自身反应性CD4⁺T细胞被DC或巨噬细胞分泌的促炎因子活化后,进而辅助B淋巴细胞活化并分化为浆细胞,产生致关节炎的自身抗体,包括传统的类风湿因子,还有抗Ⅱ型胶原抗体、抗角蛋白抗体等多种自身抗体。Ⅱ型胶原、蛋白聚糖、聚集蛋白聚糖等被认为是可能引起类风湿性关节炎的自身抗原。活化的自身反应性CD4⁺T细胞可产生细胞因子,进而刺激单核—巨噬细胞、内皮细胞和成纤维细胞产生更多的促炎细胞因子、趋化因子和金属蛋白酶,导致组织损伤和炎症。

(3) 桥本甲状腺炎

桥本甲状腺炎(HT)又称慢性淋巴细胞性甲状腺炎或自身免疫性甲状腺炎。桥本甲状腺炎是一种好发于中年女性,以自身甲状腺组织为抗原诱导自身抗体产生所引起的器官特异性的慢性自身免疫性疾病。甲状腺过氧化物酶可能是主要的自身抗原,此外甲状腺球蛋白也可作为自身抗原诱导抗甲状腺球蛋白抗体的产生。临床常表现为无痛性甲状腺肿、甲状腺功能减退或全身乏力等症状,男女发病比例为约为1:8。该病为多基因遗传,环境因素如感染和高碘饮食可诱导发病。目前认为该病的发病机制主要是甲状腺组织的TPO等自身抗原诱导机体产生抗TPO自身抗体,通过免疫复合物激活补体、ADCC作用和致敏T细胞杀伤作用等机制引起甲状腺滤泡细胞损伤,导致甲状腺功能减退。随着甲状腺组织逐步被破坏,甲状腺可能逐渐缩小。许多患者可伴有恶性贫血、类风湿性关节炎、系统性红斑狼疮、干燥综合征等其他自身免疫性疾病及胰岛素依赖型糖尿病等其他自身免疫内分泌病。早期实验室检测可见正常T3、T4和TPOAb效价增高,部分患者血清中TGAb及抗微粒体抗体(TMAb)阳性,甲状腺放射性碘吸收增高。疾病后期发展成甲状腺功能减退伴有T4降低,甲状腺放射性碘吸收降低和TSH增高。

自身免疫性疾病的治疗主要是控制诱发因素、免疫抑制和调节、重建免疫和对症处理等。

3. 艾滋病

(1) 侵染人体的主要过程

如图4-3所示:①当HIV病毒越过黏膜屏障,病毒表面蛋白便与T淋巴细胞表面的CD4蛋白共受体和趋化因子受体同时结合,促进病毒进入宿主细胞;②HIV包膜蛋白与细胞膜融合;③病毒衣壳蛋白被宿主细胞的酶去除;④病毒基因组及相关蛋白被释放到细胞质中,病毒的逆转录酶便开始将病毒RNA基因组逆转录为DNA;⑤病毒DNA与病毒自带的整合酶结合后被转运到宿主细胞的细胞核;⑥在细胞核内,整合酶催化病毒DNA插入到宿主细胞基因组中形成重组DNA分子;⑦经过很长的一段时间,重组DNA分子转录;⑧形成病毒RNA;⑨病毒RNA迁移到细胞质后,有些RNA成为病毒基因组;⑩其他病毒RNA翻译产生包装病毒基因组和组装子代病毒所必需的病毒蛋白;⑪子代病毒通过宿主细胞膜出芽;⑫新的病毒获得包膜离开宿主细胞。

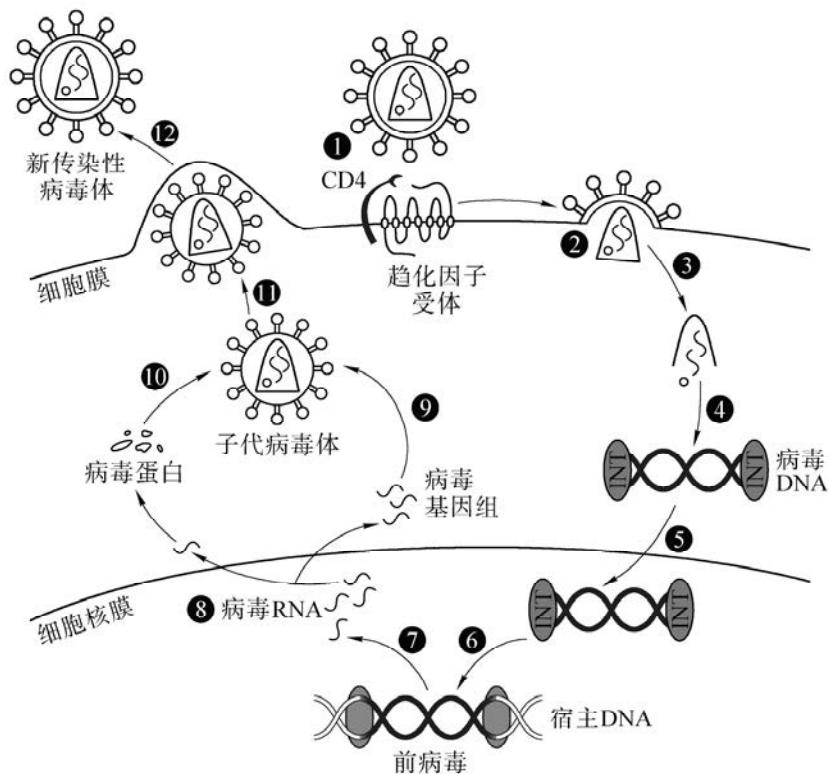


图 4-3 HIV 感染机体过程示意图

(2) 艾滋病的治疗思路

① 阻止病毒逆转录，降低病毒的增殖速度。WHO 对现阶段已投入使用的各类抗逆转录病毒药物用于防治艾滋病的使用建议：作为 HIV 暴露前、后的预防措施，通过及时(72 h 内)或短期(28 d)药物治疗处理，可极大降低感染 HIV 的风险。

② 发明一种能够与 HIV 病毒的结合位点结合的蛋白质，从而使病毒丧失识别、侵染免疫细胞的能力。2015 年，美国科学家通过对细胞进行“转基因”操作，使动物肌肉细胞不断分泌某种保护性蛋白质，保护 T 淋巴细胞免受 HIV 攻击。

③ 用限制性核酸内切酶将已整合入人体细胞核 DNA 的病毒序列“剪除”。2016 年，德国的研究人员研发出一种名为 Brec1 的重组酶。试管细胞标本和实验鼠实验显示，这种重组酶可以准确定位识别 90% 以上常见的 HIV 病毒株，并能安全准确地在受感染细胞的染色体组中完全“剪除”整合的原病毒(指存在与宿主染色体内的、潜在的病毒基因组)。实验还显示，这种方法并没有破坏寄主细胞和正常基因的功能。原病毒被清除后，受 HIV 遗传物质干扰而失灵的免疫系统有望恢复正常。

(3) 预防艾滋病的重要性

艾滋病是一种恶性传染病，是由免疫缺陷病毒感染引起的。传播方式包括血液传染、性传染和母婴传染。艾滋病会引发人体免疫损伤，晚期免疫缺陷，导致严重的机会性感染或肿瘤，以致全身各系统器官功能障碍和衰竭而死亡，严重威胁人民生命和健康，给社会和家庭带来严重的不良影响。目前，世界上还没有可以根治艾滋病的特效药和有效预防疫苗，但是艾滋病传播途径的特殊性、单一性，为预防控制艾滋病提供了有利条件。采取以切断传播途径为主导的综合性预防措施、健康教育，及早发现和监控，行为干预等是目前最有效的预防手段。

① 切断传播途径。例如,禁止卖淫、嫖娼及吸毒,控制性接触传播的艾滋病病毒感染,减少吸毒中的艾滋病病毒感染;避免不必要的血液暴露(如美容、文身、扎耳朵眼、修脚等),避免破损的皮肤接触他人的血液或体液,防止医源性艾滋病病毒感染;在日常生活中,注意不共用牙刷、剃须刀等生活用品,女性月经期要注意卫生等。

② 加强防控宣传及健康教育。有计划、有组织、有系统地进行艾滋病知识宣传,对不同类型的人群采取针对性较强的宣传教育方式,使人们了解并掌握艾滋病知识,减少对艾滋病的恐惧。使人们减少发生艾滋病高危行为,是控制艾滋病的治本之策。同时,也要加强对艾滋病患者的关心、帮助,善待艾滋病感染者和患者,提高他们的生活质量。在校园里加大宣传力度,让同学们知道预防艾滋病很重要的一条就是每一个人要对自己的行为负责,倡导健康的生活方式,形成重视艾滋病防治工作的良好氛围。

③ 及早发现与监测。尽早发现艾滋病传染源,加强规范化管理和监测,及时控制艾滋病的传播与流行,建立免费艾滋病检测机制,最大限度地发现艾滋病病毒感染和艾滋病患者,控制艾滋病流行和传播。

④ 行为干预。性传播是艾滋病传播的主要途径,正确使用安全套能减少艾滋病的传播,起到预防的作用。其次,母婴传播也是艾滋病传播的途径之一。阻断母婴传播应先预防育龄妇女感染,防治已感染妇女非意愿的妊娠,通过药物阻断孕期、分娩期和产后阶段的母婴传播。

第5章 植物生命活动的调节

在前4章人体内环境稳态与调节的基础上,本章主要学习植物生命活动的调节。本章首先概述了生长素对植物生长的调节作用,然后举例说明了植物激素及其类似物对植物生命活动的调节作用,最后概述了环境因素对植物生命活动的调节作用。各节以情境创设和问题驱动的形式引导学生梳理生长素发现历程中的研究思路,探究植物激素及环境因素对植物生命活动的调节作用,有助于学生认识到归纳与概括、演绎与推理等科学思维是“稳态与平衡观”形成的重要途径。通过科学思维形成的深刻认知增强学生提出问题、科学论证等科学探究素养,树立科学使用植物生长调节剂的社会责任感。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“1.6 植物生命活动受到多种因素的调节,其中最重要的是植物激素的调节”。教材结合学科内在体系和教学目标,分3节进行概述和说明(表5-1)。

表5-1 第5章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 生长素对植物生长的调节作用	1.6.1 概述科学家经过不断的探索,发现了植物生长素,并揭示了它在调节植物生长时表现出两重性,既能促进生长,也能抑制生长
第2节 植物激素及其类似物调节植物的生命活动	1.6.2 举例说明几种主要植物激素的作用,这些激素可通过协同、拮抗等方式共同实现对植物生命活动的调节 1.6.3 举例说明生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸和乙烯等植物激素及其类似物在生产上得到了广泛应用
第3节 环境因素参与植物生命活动的调节	1.6.4 概述其他因素参与植物生命活动的调节,如光、重力和温度等

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了2个学生实验(表5-2)。

表 5-2 第 5 章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验名称	实验性质	《课程标准》要求
探究乙烯利对香蕉的催熟效果	学生实验	探究乙烯利对水果的催熟作用
探究植物生长素类似物对扦插枝条生根的作用	学生实验	探究植物生长调节剂对扦插枝条生根的作用

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够：基于植物激素在生产生活中应用的相关资料，结合植物激素和其他因素对植物生命活动的调节，分析并尝试提出生产实践方案。对此，教材从以下几个方面进行落实。

生命观念：本章主要培养学生运用“结构与功能观”“进化与适应观”和“稳态与平衡观”等生命观念，分析和解释较为复杂情境中的生命现象。教材通过比较植物的“向光性”“顶端优势”及“向地性”等生物学现象，形成“结构与功能观”；通过分析环境因素对植物生命活动的调节，认识到植物对自然环境的适应性改变是符合自然进化规律的；通过学习植物生长素作用的两重性及不同植物激素间存在的协同、拮抗等相互作用，认识到植物的生命活动也是趋于稳态和平衡的。

科学思维：本章在概念构建过程中注意用科学的思维模式，如通过学习生长素的发现史，引导学生利用归纳与概括、演绎与推理等科学思维方法概述科学家的研究思路。通过思维训练“植物开花的秘密”引导学生利用批判性思维、创造性思维等方法探讨、阐述生命现象与生命活动规律。

科学探究：本章主要通过实验“探究乙烯利对香蕉的催熟效果”“探究植物生长素类似物对扦插枝条生根的作用”培养科学探究能力。实验中需要学生分组协作、查阅资料、设计并实施实验、根据研究结果展开交流汇报。该过程有助于培养学生提出问题、科学论证等科学探究素养。

社会责任：通过鼓励学生查阅植物激素及其类似物在生产中的应用资料，引导学生积极运用生物学的知识和方法，通过提出清晰的、有价值的、可探究的生产实践方案解决生产实践中的难题。通过“探究乙烯利对香蕉的催熟效果”等实验的开展，引导学生关注植物激素类似物相关社会热点话题并作出理性的解释，从而树立科学合理使用植物激素类似物的社会责任感。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章对应《课程标准》内容要求“1.6 植物生命活动受到多种因素的调节，其中最重要的是植物激素的调节”，并同其他 5 个概念共同支撑稳态与调节模块“概念 1 生命个体的结构与功能相适应，各结构协调统一共同完成复杂的生命活动，并通过一定的调节机制保持稳态”。通过本册前四章的学习，学生已基本能够运用“结构与功能观”“物质与能量观”“稳态与平衡观”等生命观念举例说明生物体结构和功能之间的关系，以及高等动物机体稳态的维持和调节机制。植物生命活动的调节与动物生命活动的调节之间既有相似之处，又存在着显著的差异。通过本章的学习，有利于学生从“结构

与功能观”“稳态与平衡观”的角度认识植物生命活动的稳态调节,进而理解动植物都是作为一个整体完成复杂的生命活动并适应多变的环境。

2. 本章各节之间的关系

本章共3节,第1节“生长素对植物生长的调节作用”,以学生熟悉的自然现象——植物向光性作为节引言和课前活动,引导学生探究科学家对生长素的研究思路和探索历程、生长素的主要运输方式及调节机理。通过第1节的学习,学生能对植物激素有初步了解,为进一步学习第2节“植物激素及其类似物调节植物的生命活动”的相关内容奠定了基础。第2节首先借助课前活动简单介绍了赤霉素的功能,结合第1节植物生长素的功能,学生可以初步构建植物激素的概念,此后正文介绍了植物激素分类,并讨论主要植物激素的作用及不同植物激素间的相互作用,最后通过举例说明及探究实验的形式介绍了植物激素及其类似物在农业生产中的广泛应用。第3节“环境因素参与植物生命活动的调节”以植物根向下、茎向上生长的自然现象引入正文,激发学生学习光、重力和温度等环境因素对植物生命活动调节的兴趣,通过举例说明环境因素对植物生命活动的调节,帮助学生形成“结构与功能观”,及外界环境和植物激素共同调节植物生命活动的“稳态与平衡观”。本章各节概念之间的关系如图5-1所示。

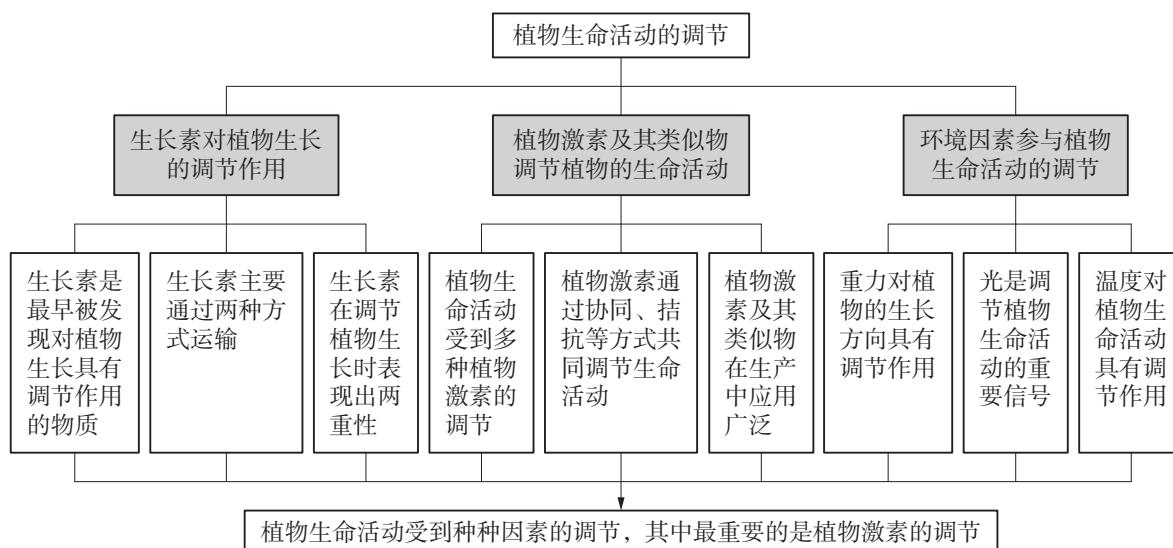


图5-1 第5章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

通过概述科学家发现植物生长素的探索历程,能够运用归纳与概括、演绎和推理等方法说明植物生长素调节植物生长具有两重性。基于事实和证据,归纳和概括植物激素的生理作用,通过分析实验数据,运用“稳态与平衡观”阐述植物激素能够通过协同、拮抗等方式共同实现对植物生命活动的调节。通过查阅植物激素及其类似物在生产中的应用资料,提出清晰的、有价值的、可探究的生产实践方案,并运用多种方法如实记录并分析实验结果,树立科学合理使用植物激素类似物的社会责

任。通过举例说明环境因素如光、重力和温度等对植物生命活动的调节,运用“结构与功能观”“进化与适应观”“稳态与平衡观”等生命观念分析环境因素对植物生命活动的调节,进而在此基础上利用其中的科学原理服务于农业生产。

四、本章课时建议

本章建议 7 课时,具体见表 5-3。

表 5-3 第 5 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 生长素对植物生长的调节作用	2
第 2 节 植物激素及其类似物调节植物的生命活动	3
第 3 节 环境因素参与植物生命活动的调节	1
学习交流与评价	1

其中,第 2 节的探究·实验 5-1“探究乙烯利对香蕉的催熟效果”1 课时,探究·实验 5-2“探究植物生长素类似物对扦插枝条生根的作用”1 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生能否运用生物体“结构与功能观”阐释植物的“顶端优势”等生命现象。能否运用“平衡和稳态观”描述植物作为复杂的生命体同时受到植物激素等生物因素和光、重力、温度等非生物环境因素的共同调节。

(2) 学生科学思维的发展

学生能否基于生长素的发现历程,运用归纳与概括、演绎与推理等科学思维概述科学家的研究思路。能否运用辩证的思维方式看待生长素的两重性,进而解释植物的向光性、向地性等生命现象。

(3) 学生科学探究的能力

学生能否正确开展“探究乙烯利对香蕉的催熟效果”实验,如实记录实验结果并对结果进行分析讨论进而得出结论。能否通过小组合作的形式查阅资料,设计实验探究生长素类似物对扦插枝条生根的作用,并根据实验结果开展交流汇报。

(4) 学生的社会责任意识

学生能否基于植物激素的作用特点,通过科学实践,尝试解决现实生活中的生物学问题,并对相关的社会问题作出理性的解释,从而树立科学合理使用植物激素类似物的社会责任意识。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完每节内容后检查相关学习目标达成情况,通常围绕各节聚焦的核心概念和学科核心素养进行。

第1节第1题运用“结构与功能观”,辨析生长素横向运输的方式(生命观念水平2)。第2题引导学生根据胚芽鞘向光生长的现象,比较胚芽鞘向光侧和背光侧细胞中生长素含量的差异,从而解释胚芽鞘向光弯曲的原因(科学思维水平3)。第3题以果农修剪果树的情境为例,引导学生运用生长素调节植物生长具有两重性的特征,采用辩证思维和演绎推理思维,解释果树去顶后便于采摘和增产的原因,从而使学生将所学知识与生产实践相互联系(生命观念水平2、科学思维水平3)。第4题通过概述生长素的发现历程,引导学生思考科学家研究过程中的实验探究方案,培养学生的科学探究能力(科学探究水平3)。

第2节第1题以荔枝在成熟过程中容易变质为情境,考查学生对植物激素——乙烯相关知识的认识(科学思维水平2)。第2题引导学生分析“植物生长过程中各种激素相对浓度变化”图中的相关信息,运用“归纳和概括”等科学思维,阐释植物生长过程中植物激素的变化规律(科学思维水平3)。第3题以乙烯利及膨大剂在农业生产上的应用为情境,引导学生辨析植物激素和植物激素类似物的概念,并运用演绎与推理的科学思维将本节所学知识应用于生产实践,以解决农业生产中花生秧苗生长过旺的问题。通过引导学生查阅资料等形式,了解植物激素类似物应用于农业生产时应注意的事项,从而列举科学合理使用植物激素类似物的方法,提高社会责任意识(科学思维水平3、社会责任水平3)。

第3节第1题以高山上的植物普遍矮小为情境,引导学生运用环境因素调节植物生长发育的相关知识解释常见的生活现象(生命观念水平2)。第2题以倒伏后植物的生长变化为情境,引导学生结合生长素的作用特征等相关知识,并运用“结构与功能观”解释倒伏后植物根部向地性及茎部背地性生长的原因(生命观念水平3)。第3题以“天宫二号”空间站中种植蔬菜为例,引导学生分析植物生长相关的环境因素,并要求学生根据所学知识设计出一款可以在太空中使用的植物培养箱,从而进一步提高学生的科学探究能力(科学探究水平4)。

(2) 学业评价

本章设置了5道学业评价题,问题的呈现形式有选择、填空、阐述等,题目围绕核心素养,侧重对科学思维、科学探究等学科核心素养的理解和应用能力。

第1题:本题的情境是生长素对茎生长的作用效果呈现两重性,学生需要结合题干中的情境并充分提取出教材图5-27所蕴含的信息,利用“稳态与平衡观”认识到生长素对植物的调节是有最适浓度的,并用推理与演绎的科学思维方法解决实际问题。本题有助于培养学生基于事实和证据辩证分析事物的能力(科学思维水平2)。

第2题:本题需要理解探究实验中的变量单一原则,此外需要利用植物生长素的两重性解决真实情境下的问题(科学探究水平2)。

第3题:本题首先呈现五大类植物激素的部分生理效应,学生需要从表格中获取有用信息,利用“稳态与平衡观”认识到植物激素在调节植物生长发育过程中是相互作用的,然后根据题中涉及的真

实情境探寻问题的答案(科学思维水平 3)。

第 4 题: 本题的情境为植物激素类似物氯吡脲促进黄瓜坐果, 氯吡脲的合理使用不会对人体健康产生影响, 因此需要探究如何科学合理地使用氯吡脲。学生需要掌握实验设计的基本原则: 对照原则、单一变量原则等(科学探究水平 3)。

第 5 题: 该题以食品安全问题相关的社会热点话题为情境, 学生需积极运用生物学的相关知识关注社会议题, 查阅关于乙烯利催熟水果残留物检测的相关文献, 通过正反两方面讨论植物生长调节剂的应用, 树立正确使用植物生长调节剂的社会责任意识(社会责任水平 3)。

第1节 生长素对植物生长的调节作用

一、教材分析

1. 学习目标

本节教学中的学习目标包括：

- (1) 学习生长素的发现史,概括科学家的研究思路,尝试归纳科学家采用的思维方法。
- (2) 概述生长素对植物生长的调节作用,说明其作用特点。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.6.1 设定的。目标(1)要求学生通过归纳与概括科学家研究生长素的思路,学习生长素的发现探索历程,是科学思维和科学探究等学科核心素养培养的需要(水平 3)。目标(2)要求学生揭示生长素调节植物生长表现出低浓度促进、高浓度抑制的两重性,是生命观念和科学思维等学科核心素养培养的需要(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.6.1 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 5-4)。

表 5-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
科学家经过不断地探索,发现了生长素	植物向光性实验推测胚芽鞘尖端产生了生物活性物质
	温特的实验证明了胚芽鞘尖端产生促进植物生长的物质,即生长素
生长素在调节植物生长时表现出两重性,既能促进生长,也能抑制生长	生长素具有低浓度促进、高浓度抑制生长的两重性
	植物不同的器官对生长素的敏感性不同

3. 学习内容

本节在节引言提出问题：植物为什么会出现向光弯曲生长的现象？科学家是如何探究其中原因的？课前活动“小麦胚芽鞘伸长区的细胞形态变化”，通过分析教材图 5-1，学生很容易得出胚芽鞘伸长区背光侧和向光侧细胞长度上的差异，从而引发学生思考胚芽鞘向光弯曲的原因。通过推测植物弯曲生长的外部因素和内部因素，培养学生探索未知事物的兴趣。

第 1 目：生长素是最早被发现对植物生长具有调节作用的物质。教材从生长素的发现史引入，基于植物向生长的现象，达尔文父子、杰逊、拜尔、温特、郭葛等科学家从生命现象到本质的接力探究，终于成功分离出了生长素。整个生长素的发现过程充分体现科学家缜密的科学思维和不断追求

真理的精神。为学生概括科学家的研究思路,归纳科学家的思维方式提供了丰富的素材,有助于培养学生的科学思维和科学探究素养。

第2目:生长素主要通过两种方式运输。既有类似于其他激素的被动运输,也有独特的极性运输方式。植物生长素从形态学的上端到下端的极性运输方式是其所特有的,该运输方式和植物顶端优势有着密切的联系,体现“结构和功能观”。

第3目:生长素在调节植物生长时表现出两重性。植物生长素的生理作用十分广泛,主要是通过影响细胞分裂、伸长和分化来调节茎的伸长、侧根形成及果实发育等。植物所表现出的向光性、向重力性及顶端优势等现象均与植物生长素的调节作用紧密相关。必须指出的是,植物生长素的促进作用与其浓度、植物的器官及植物种类均密切相关。教材图5-7就体现了植物生长素作用机制的两重性,植物生长素的两重性与植物的向重力性、顶端优势等的密切联系体现了任何事物都是对立统一的辩证唯物主义观点,有助于培养学生基于事实和证据辩证地分析事物的能力。

二、教学建议

本节内容建议2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 创设情境,导入学习

向日葵等植物为什么朝向太阳?植物的向光性是怎么产生的?科学家是如何设计实验一步一步探明其中的原因?想要了解植物的向光性,学生首先要对胚芽鞘的结构有较为明确的认识。胚芽鞘是胚芽外的一层保护套,其主要的作用就是保护胚芽,避免胚芽遭受土壤的摩擦。学生理解了胚芽鞘的结构后,教师应有意识地引导学生观察胚芽鞘发生弯曲的部位以及弯曲部位向光侧和背光侧细胞的差异,并鼓励学生对观察结果进行总结和归纳。通过胚芽鞘背光侧和向光侧细胞相对长度的比较,学生能够直观地理解植物向光弯曲部位发生的变化以及植物发生向光弯曲的原因,即胚芽鞘向光侧和背光侧细胞生长的不均。教师在此基础上应该引导学生在发现问题后更为深入地思考问题,如胚芽鞘两侧细胞为什么会生长不均?是向光侧的细胞生长被抑制,还是背光侧细胞生长被促进?

(2) 结合生长素的发现史,归纳概括科学家的研究思路及主要结论

结合课前活动,引导学生思考如下问题:为什么胚芽鞘的伸长区会发生弯曲?胚芽鞘的尖端是否在该现象中起到了关键作用?教师引导学生观察教材图5-2达尔文父子进行的植物向光性实验结果,学生能够得出胚芽鞘的尖端是感光部位,胚芽鞘尖端下部的伸长区是向光弯曲的部位。那么学生心中又会产生新的疑问,为什么胚芽鞘的尖端感光而弯曲的部位在伸长区呢?两个部位之间肯定存在某种信息的交流,教师进一步引导学生探究两者之间是否存在信号物质的联系,如利用云母片或者是玻璃片将胚芽鞘尖端和伸长区分开。为了证明这个操作不会损伤胚芽鞘细胞的正常生命活动,利用可以透过化学物质的琼脂块作为对照实验来进行对比,结果如教材图5-3(A),进而可以推测出胚芽鞘的尖端确实产生了某种物质。如果利用云母片将胚芽鞘尖端和伸长区隔开,胚芽鞘的

伸长区在单侧光照射下就不会发生弯曲,而利用透过化学物质的琼脂块进行相同的实验就能够观察到相关弯曲现象。那么,如何获得这种信号物质呢?获得的物质是促进背光侧伸长还是抑制向光侧细胞的生长呢?带着这样的疑问,教师可以引导学生学习拜耳进行的相关实验,如教材图5-3(B)。通过分析拜耳的实验结果,学生很容易的证实胚芽鞘尖端产生的物质能够让相应的区域出现生长较快的现象,因此这种物质应该是促进植物细胞的生长。那么,如何分离并验证这种信号物质及其生理功能呢?我们可以在以上实验的基础上利用琼脂具有化学物质透过的特性将胚芽鞘的尖端置于琼脂块之上,那么胚芽鞘尖端产生的物质就会滞留在琼脂块中,然后琼脂块就具有了类似胚芽鞘尖端的作用。教材图5-4温特的实验就更为直观地证明了这种物质的存在,也为后期生长素的分离鉴别工作奠定了基础。

(3) 利用教材中的生长素极性运输示意图,帮助学生理解生长素的运输方式及特点

植物生长素的运输过程比较复杂,正确认识生长素的运输过程有助于增强学生对植物顶端优势、向光性及向重力性机制的理解。根据生长素的发现历程,学生很容易得出生长素能够从胚芽鞘的尖端运输到胚芽鞘的伸长区。教师可以提问学生,生长素的运输是否能从胚芽鞘伸长区反向运输到胚芽鞘尖端呢?然后引导学生根据之前的同位素示踪实验法进行实验方案的设计,其结果如教材图5-5,学生很容易得出生长素存在单方向的极性运输。教师还应该提醒学生注意,生长素的极性运输只是其运输的一种方式,主要局限于胚芽鞘、幼芽或幼根的薄壁细胞间。生长素在植物的其他组织中,如成熟的叶片中,生长素的运输主要以韧皮部的被动运输为主。

(4) 通过实例分析,帮助学生理解生长素在调节植物生长中的两重性

教师可以利用真实的情境进行设问,如成语“物极必反”“否极泰来”,那么生长素的调节作用是否也具有物极必反的特征呢?教师引导学生观察和分析教材图5-6的实验现象,我们可以看出正常浓度下生长素确实是明显促进植物的生长,但是如果植物体内的生长素浓度过高,就表现出抑制植物生长的效应。这是从植物的个体水平分析的,那么对于植物的不同器官如根、芽或茎,对生长素的表现是否都存在类似的现象呢?带着这样的问题教师引导学生分析教材图5-7,从图中我们可以得知生长素对植物的根、芽或茎都表现出明显的两重性,即低浓度促进生长、高浓度抑制生长。值得注意的是根、芽或茎对生长素的敏感性是不同的,根较为敏感,茎是较不敏感的。因此植物体中的生长素浓度很容易达到抑制根生长的浓度范围,但是茎却不然,因为抑制茎生长的生长素浓度需要高于 10^{-2} mol/L,而植物激素具有微量而高效的特性,在正常的植物体内通常不能够产生如此高浓度的生长素。这对解释植物的向地性和背地性是极为重要的。另外学生对于芽的敏感性的学习也可以帮助理解植物的顶端优势产生的原因。

2. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节有2个“学习提示”。第1个提出了植物如何通过木质部和韧皮部来实现物质运输。植物的木质部和韧皮部是初中生物中涉及的知识,教师可引导学生复习植物的木质部和韧皮部,以加强对生长素运输方式的理解。第2处提出了生长素单方向极性运输是其特有的特征,只能从形态学的上

端到下端运输。教师应引导学生区分植物形态学的上下端。

(2) 广角镜“植物株型受到生长素的调控”

介绍了植物顶端优势现象的成因。通过分析科学家主流的“生长素假说”使学生了解植物顶端产生的生长素，通过极性运输往下运到侧芽，侧芽对生长素比顶芽敏感而使生长受抑制。教师可引导学生查阅资料分析关于植物顶端优势的“营养假说”“营养转移假说”等说明不同假说间的差异，及“生长素假说”被科学家普遍认可的原因。

三、拓展资源

1. 植物生长素极性运输的原因

植物生长素的极性运输是以蛋白载体为媒介的主动运输过程，只能从形态学的上端(如芽尖、根尖等植物的终端)向下端(如主干)运输，科学家利用同位素标记法(¹⁴C 标记生长素)证明了上述结论。具体的作用机制可以利用化学渗透假说(chemiosmotic hypothesis)进行解释。生长素 IAA 在植物中有两种存在形式，结合态(IAAH)具有亲脂性可自由扩散通过细胞膜，自由态(IAA⁻)只能通过主动运输通过细胞质膜，大多报道认为只有自由态的生长素才能发挥其生理作用，但近年来也有一些学者认为结合态生长素也具有生理功能。植物细胞内外的 pH 存在明显的差异，胞外的 pH 偏向酸性(约为 5.0)，胞内的 pH 偏向中性(约为 7.0)。因此在胞外 IAA 主要以 IAAH 的形式存在，在胞内因 pH 升高导致大多数的 IAAH 解离为阴离子型的 IAA⁻。值得注意的是，植物细胞膜上生长素输出载体蛋白(如 PIN 蛋白、MDR 蛋白等)只存在于膜的基部，因此只能将自由态的生长素通过主动运输的方式释放到细胞基部的胞外，进入胞外的 IAA⁻在低 pH 环境中主要以 IAAH 形式存在，IAAH 以自由扩散的形式进入下一个细胞，小部分的自由态的生长素也可在生长素输入载体(如 AUX1)的协助下进入下一个细胞。如此反复进行，就形成了生长素的极性运输。

2. 植物顶端优势现象

植物的顶端优势比较普遍，如松树、向日葵、烟草等均有较强的顶端优势，只有在主茎顶端被剪掉，临近的侧枝才加速生长。早期科学家认为其形成的原因是顶芽优先获得了根部和叶片提供的营养物质，侧芽因得不到充足的养分而使生长受阻(即营养学说)。

目前科学家大多认同的是“生长素抑制学说”，如果去顶后立即涂抹上含有生长素的羊毛脂，侧芽就不生长，该实验证明了尖端产生的生长素抑制了侧芽的生长。如果利用生长素运输抑制剂三碘苯甲酸(TIBA)或 NPA 处理，就能有效地促进侧芽的生长。以上实验证明了生长素从合成部位(顶芽)向下运输，大量积累在植物侧芽部位，导致距顶芽越近的侧芽部位的生长素浓度越高，当生长素超过一定的浓度后就抑制侧芽的生长，从而保证了顶芽的优先生长；距离植株顶芽较远的侧芽，由于生长素浓度较低，相对距顶芽近的侧芽则能较为充分生长，从而形成宝塔状株型。

第2节 植物激素及其类似物调节植物的生命活动

一、教材分析

1. 学习目标

本节教学中的学习目标包括：

(1) 基于事实和证据,概括并归纳植物激素的生理作用。举例说明植物激素及类似物在生产实践中的应用,形成科学合理使用植物生长调节剂的意识。

(2) 查阅资料,设计并实施实验探究植物激素类似物对植物生命活动的调节作用。

(3) 举例说明各种植物激素相互作用、共同调节植物生命活动是植物有序生长发育过程的保障。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.6.2 和 1.6.3 而设定的。目标(1)要求学生举例说明几种植物激素的生理作用及植物激素类似物在生产实践中的应用,是科学思维和社会责任等学科核心素养培养的需要(水平 3)。目标(2)要求学生通过查阅资料,小组合作设计探究植物激素作用的实验方案,是科学探究学科核心素养培养的需要(水平 4)。目标(3)要求学生认识到植物激素的调节作用不是孤立的,通过分析植物激素的相互作用,可以培养学生的归纳和概括的科学思维(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.6.2 和 1.6.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 5-5)。

表 5-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
植物激素通过协同、拮抗等方式调节植物的生命活动	植物激素是对植物生命活动具有显著调节作用的微量化学物质,植物生命活动受到多种植物激素的调节。常见的植物激素主要包括:生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸和乙烯五大类,均具有调节植物生命活动的作用
	两种或多种植物激素共同作用的效果大于单独一种的现象被称为协同作用;一种激素的效果被另一种激素所抑制的现象称为拮抗作用
	不同植物激素的浓度和比例也会对植物的生理效应起到调节作用
生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸和乙烯等植物激素及类似物在生产上得到了广泛应用	植物激素类似物具有天然植物激素相似的作用,广泛应用于农业生产中。生长素及类似物具有促进果实发育的作用,可用于培育无籽果实;细胞分裂素及类似物具有促进细胞分裂的作用,对蔬菜或鲜花具有保鲜的效果;赤霉素及类似物能打破种子休眠,促进节间的伸长生长,常用来促进种子的萌发;乙烯类似物乙烯利常用来催熟水果;脱落酸及类似物能够抑制种子发芽,增加植物的抗逆能力

3. 学习内容

教材节引言通过第1节中植物的生长素生理功能引出问题：是否还存在其他物质在植物生命活动的调节中发挥作用？它们之间的关系是什么？从而引出本节的教学重点即植物激素及其类似物在农业生产上的应用。课前活动“赤霉素对植物生长的影响”，引导学生通过类比和推理演绎的方式了解植物激素的概念及种类，为第1目的内容开展做铺垫。

第1目：植物生命活动受到多种植物激素的调节。结合已学习过的动物激素有关知识和第1节中生长素发现历程及作用机理，以及课前活动中赤霉素对植物生长的影响等，学生已经初步能够概括出植物激素的概念。因此这里首先引入植物激素的概念，并通过教材图5-11以豆科植物的整个生命周期受到各种植物激素的影响为例，阐述了植物激素的主要生理功能，引导学生建立“结构与功能观”。

探究·实验5-1：引导学生探究乙烯利对香蕉的催熟效果，在培养学生科学探究能力的同时，能使学生认识到事物的辩证统一性，培养其辩证分析问题的能力并树立科学合理使用植物生长调节剂的社会责任意识。

第2目：植物激素通过协同、拮抗等方式共同调节生命活动。植物是复杂的生命体，其保持稳态的调节机制往往不是孤立的。不论是在器官水平还是在分子水平上，植物生命活动的稳态都是由各种因素共同协调统一完成的复杂生命活动。植物激素可以通过协同、拮抗及改变浓度和比例等方式共同调节生命活动。体现了“结构与功能观”，有助于学生形成“稳态与平衡观”。

第3目：植物激素及其类似物在生产中应用广泛。植物生长调节剂的使用已发展为现代化农业的重要措施，教材从传统的植物激素含量低、不稳定等方面引入植物激素类似物的概念，并通过广角镜“植物激素类似物的种类”和生物学与社会“植物激素类似物与绿色农业”阐述了植物激素及其类似物在农业生产中有广泛的应用。

探究·实验5-2：通过鼓励学生查阅资料了解植物激素在农业生产中的广泛的应用，引导学生设计、实施实验探究植物生长调节剂对扦插枝条生根的作用，并针对农业生产中难题进行分析和尝试提出生产实践方案。

二、教学建议

本节内容建议3课时，其中课堂教学1课时，实验与活动教学2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 设计情境，引入教学

联系动物激素，请学生思考：植物体内调节生长的激素只有生长素吗？接下来可引入1930年科学家发现赤霉素对禾本科植物生长的影响。从教材图5-10中发现赤霉素处理后的植物的节间生长有明显增加。而生长素的作用也是促进植物细胞的伸长生长，因此单独使用生长素也会促进植物的节间生长。那么两种激素同时使用会产生什么样的效果呢？从图中我们发现两种激素具有协同作用，能够让植物节间生长得更加明显。因此可以得出，从赤霉菌中分离到的赤霉素能够和生长素一

样对植物的生长起到明显的调节作用,可以把赤霉素也可以归为植物激素。那么什么是植物激素,植物激素的种类有哪些呢?教师可以让学生带着这些问题开始本节的学习。

(2) 通过比较、分析、归纳,建立“植物生命活动受到多种植物激素调节”的概念

借助课前活动,通过学生相互讨论和补充来引入植物激素的定义。经过讨论形成的共识是,能够在植物体内合成,需要从合成部位运输到作用部位的,能够调节植物生命活动的微量有机物质称为植物激素。近年来,研究比较透彻的植物激素主要包括生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸和乙烯五大类。此外,油菜素内酯、茉莉酸甲酯及水杨酸作为新的植物激素其作用的研究也不断深入,鉴于大多数新的植物激素的研究还在进行,所以教材中没有过多的赘述其生理功能。其实植物激素的来源可以是植物本身合成的,也可以是动物的代谢产物或环境中的一些化学物质。

植物是一个有机的整体,植物激素对植物生命活动的调节也不是单独发挥作用的。教材中图5-11体现了植物激素所发挥的主要作用,应当让学生认识到植物生理活动的调节往往是需要多种激素共同调节才能完成的。为了让学生理解植物激素共同作用于植物的整个生命周期,图中用大豆的生长周期作为示意图,将各植物激素串联起来,目的是让学生明确植物激素的协调作用,共同调节植物的生命活动。

(3) 通过具体案例,阐明植物激素通过协同、拮抗等方式共同实现对植物生命活动的调节

教学过程中,教师可以设置真实的情境帮助学生理解五大类植物激素是如何通过彼此的相互作用共同调节植物的生命活动。本节针对协同作用的教学,可以利用课前活动中生长素和赤霉素共同促进节间伸长的现象进行引导,也可以利用生长素和细胞分裂素在延缓叶片衰老的作用进行说明。拮抗作用可以利用教材图5-14进行详细说明,即生长素造成的顶端优势可以被细胞分裂素所打破。此外,教材图5-15还体现了不同植物激素的浓度和比例对植物生理效应的调节作用。如图所示,只有在合适的浓度比例时原始的外植体才能形成愈伤组织,如果生长素的比例偏高,则愈伤组织分化出根;如果细胞分裂素的比例偏高则愈伤组织就分化出芽。值得注意的是,两种激素的比例是相对的比例并非绝对含量。因为即使细胞分裂素比例偏高的时候,在含量上也仅仅为生长素的 $\frac{1}{4}$,这一点应该向学生交代清楚。通过植物激素相互作用共同调节植物生命活动环节的学习,学生能够利用“稳态与平衡观”阐释植物激素之间的联系,解释植物稳态的维持和调节机制。

(4) 结合生命现象,合理设问,引导学生主动思考植物生长调节剂的概念

结合植物激素的种类、作用特点及相互作用方式,分析人们是如何制备并利用植物激素的呢?因为植物激素的含量较低,如果从植物中提取后大规模使用明显不太现实,而且有的植物激素非常不稳定,如生长素见光易分解,乙烯作为气体形式存在的激素,其应用也受到了极大限制。教师可以引导学生思考如何获得稳定且价廉的植物激素或类似物?教师可以引导学生理解植物激素和动物激素的化学本质,如果探明了其基本化学结构后,就可以通过有机化学合成的方法合成出来。这样通过人工合成的方法可以大量合成植物激素,克服了植物体内激素含量低的缺点;针对部分植物激素存在不稳定或易扩散的缺点,是否有更好的化合物可以替代内源性的植物激素呢?科学家经过研究发现每一种植物激素其实都是有其衍生物或者类似物的,这些衍生物生理作用和植物激素类似。因此,科学家将人工合成的、与天然植物激素作用相似的化合物称为植物生长调节剂,即植物激素类

似物。

(5) 结合生物学与社会,说明植物生长调节剂在生产实践中的广泛应用

为了让学生更容易的了解植物生长调节剂的应用,教师可以先对植物生长调节剂的种类做一个初步的介绍。然后结合生物学与社会中给出的抗倒伏水稻、花菜保鲜、培育无籽果实、杀除双子叶杂草等具体案例,说明植物激素类似物与绿色农业的关系,促使学生认识到植物生长调节剂已广泛应用于农业生产的各个领域。在此基础上,教师可以追问:植物生长调节剂是否会对环境或者是人体健康产生影响?引发学生的讨论,在学生思考、交流过程中发展辩证思维,最后强调科学合理地使用植物生长调节剂,提高学生的社会责任意识。

2. 实验与活动建议

探究·实验 5-1 探究乙烯利对香蕉的催熟效果

本实验从实验的设计、实施到实验结果的记录均需要学生以小组合作的方式进行较长周期的探究活动。本实验能够培养学生的合作精神,通过观察和解释实验现象,提高学生的科学探究能力。

本实验的实验周期较长,香蕉的整个成熟过程在室温下可能需要一周左右的时间。学生在一节课上显然是无法完成该实验的全部过程,因此相关的辅助工作需要教师提前准备,如材料的选择、不同浓度的乙烯利溶液配制等,这些准备工作可以录像以供学生了解;同时,可通过课外探究形式,让学生通过分工合作在课间完成实验的处理及每天定时观察、拍照及完成 TSS 的测定工作等。在实验课上,教师可通过录像展示实验材料的处理,引导学生思考并回答其原理和意义;学生对每组的日常记录进行结果分析,引导学生发现和分析问题,依据实验的基本原则,结合日常生活现象,设计新的探究实验方案、开展实验可行性论证等。

(1) 准备实验

① 未成熟的青香蕉若干。学生小组讨论后由实验指导老师通过专门渠道购买未经激素处理、无明显病虫害或机械损伤的香蕉,切忌从水果店直接购买未成熟的香蕉,因为市售的香蕉出库前可能已使用乙烯利处理过,会干扰实验结果。

② 40%的乙烯利溶液。教师可以购买后配制成母液,便于学生根据需要进行稀释使用。

(2) 实验材料处理

利用蒸馏水、适宜浓度及高浓度乙烯利溶液处理香蕉时可以统一采用浸泡法,处理时间应保持一致,晾干后利用保鲜袋密封置于常温箱内。需要提醒的是,因乙烯利稀释后会释放出乙烯气体,为了避免不同组间的干扰,需要在通风良好的环境中独立完成各组实验。

(3) 实验结果的记录

通过同一台相机、相同设置和拍摄条件,每天定时对香蕉的果皮颜色进行拍照记录。应当引导学生掌握正确的拍照方法,避免因光线、相机设置或人为因素等引起色差。香蕉可溶性糖含量的测定建议由两位学生协同进行,一位学生负责将香蕉压榨过滤出汁液(尼龙布包裹香蕉块后,利用迷你榨汁机或捣蒜器进行挤压,如果香蕉泥出现侧漏的情况则该样品不能使用);另一位同学取一滴过滤液测定即可。需要注意的是,为了提高数据的可信度,需要多次重复并求平均值。

(4) 实验报告

在配套的《实验与活动部分》中,要求学生记录香蕉可溶性糖含量的数值。部分学生可能在压榨获取香蕉汁液时有困难,指导老师可以鼓励学生通过小组合作的方式获得纯净的香蕉汁液,进而通过手持折光仪测量出可靠的数据。指导老师还可引导有兴趣的学生进行“拓展探究”。

探究·实验 5-2 探究植物生长素类似物对扦插枝条生根的作用

本实验中学生会经历科学探究的完整过程,首先通过查阅资料获取植物生长素类似物使用时的大致浓度范围,然后进行设计实验、实施实验、分析数据、得出结论完成探究实验。通过该探究活动学生的科学思维及科学探究能力能够得到较大的提升。本实验的实验周期较长,需要充分利用课余时间、合理安排实验进程。建议可分两阶段进行:第一阶段以实验室为主,学生的主要任务是明确实验目的,通过查阅文献得出不同植物激素类似物使用时的大致浓度范围,教师提供待扦插的枝条,然后学生分组对待扦插枝条进行处理。因生根所需的时间较长,第二阶段由教师在课后引导学生定期为扦插枝条浇水、观察生根情况,收集数据并分析。最后,在课堂中汇总讨论各组得出的实验结论。此实验后,还建议教师将分组处理后的枝条分发给学生,征得学校同意后将枝条种植在校园某处以长期观察不同处理组的植物的生长状况。

(1) 准备实验

① 植物:校园内易生根的花卉或绿化树木的半木质化枝条,如月季。教师也可以征求学生的意见,选择学生喜欢的植物以增强参与积极性。

② 植物生长素类似物:吲哚丁酸(IBA)、 α -萘乙酸(NAA)、2,4-D等任一种。教师购买后配制成母液,便于学生根据需要进行稀释使用。

③ 扦插基质:可以选择松软的沙土或蛭石+珍珠岩(3:1)。

(2) 实验材料处理

选择半木质化、生长健壮、无病虫害的当年生绿枝;枝条一般长为7~10 cm,留上部的2片叶子,下部叶片摘除;枝条及插床用0.5%高锰酸钾消毒。处理液应淹没基部约3 cm,并保持30 min左右。处理时的温度保持在26~28℃,每组处理20个枝条,3次重复。

(3) 实验培养

扦插后的前7天,为保持较湿润状态,可每天喷雾浇水数次;以后每两天浇水一次。扦插10天后学生统计扦插枝条的生根情况,需要测定的数据应包括生根数、总的生根长度、平均生根长度和生根率。

(4) 实验结果记录与分析

小组分工记录并整理实验数据,绘制成表格或图形。学习利用统计软件对各组间的数据差异进行显著性分析,最后分析实验结果与实验预测是否一致,得出探究实验的结论。

(5) 实验报告

鉴于该实验为学生自主设计实验方案进而实施探究性实验,指导老师可参考表5-6引导学生制作表格记录生长素类似物对扦插枝条生根的影响,记录的数据主要包括生根的数目、生根的长度及生根率等。

表 5-6 生长素类似物对扦插枝条的影响记录表

组别	浓度	生根数(条)	总的生根长度(mm)	平均生根长度(mm)	生根率(%)

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

主要目的是帮助学生理解手持折光仪测定水果成熟程度的原理。总可溶性固形物是指液体或流体食品中所有溶解于水的化合物的总称,包括糖、酸、维生素、矿物质等。果蔬中的总可溶性固形物主要是指可溶性糖类,包括单糖、双糖、多糖(除淀粉,纤维素、几丁质、半纤维素不溶于水)。测定可溶性固形物可以衡量水果成熟情况,以便确定采摘时间。果蔬中的 TSS 含量与折光率在一定的温度、压力条件下成正比。由于果蔬中的 TSS 除糖以外,还含有较高的有机酸、果胶等可溶性物质,因此手持折光仪测定的结果只能估计果蔬的成熟度。

(2) 广角镜“植物激素类似物的种类”

简略介绍了农业上常用的植物激素类似物的种类,包括植物生长促进剂、植物生长延缓剂和植物生长抑制剂。通过了解具体的植物激素类似物的种类,便于学生后期进行植物激素类似物在农业生产中应用的探究活动。教师可以引导学生在专业网站上查找具体的植物激素类似物种类其使用方法和应用范围。

(3) 生物学与社会“植物激素类似物与绿色农业”

该栏目主要介绍了植物激素类似物在农业生产上的具体应用。虽然植物激素已经应用于农业生产过程的各个领域之中,但是从“使用乙烯利催熟香蕉存在食品安全问题”及“膨大剂催大的西瓜会致癌”等博人眼球的报道中能够看出广大人民群众对植物激素及植物生长调节剂还缺乏全面地了解。在生物学与社会栏目中着重介绍了植物激素类似物与绿色农业的关系,引导学生关注植物激素在农业生产上的广泛应用,并基于生物学的基本观点辨别伪科学,积极参与并宣传正确的科学知识,树立正确的社会责任感。

三、拓展资源

1. 植物激素与动物激素的区别和联系

植物激素和动物激素既有相似之处,又存在着明显的差异。相似点主要体现在作用特点上均具有特异性和高效性,作为调节生命活动的信号物质,两大类激素均能以微量的分子与靶细胞或靶器官相互作用,进而调节生物体的新陈代谢。但是,植物激素与动物激素在来源、化学成分、作用受体等方面均存在显著的差异。植物激素通常是植物自身体内产生的,能对其生命活动产生显著调节作用的小分子有机物质。动物激素是由动物和人体特定分泌细胞或内分泌腺产生的,通过血液循环运输到靶细胞或靶器官进而发挥调节作用的化学物质。表 5-7 为部分植物激素的分子式、相对分子量及结构式。

表 5-7 部分植物激素的分子式、相对分子量及结构式

植物激素名称	分子式	相对分子量	分子结构式
生长素(吲哚-3-乙酸)	C ₁₀ H ₉ O ₂ N	175.19	
赤霉素(GA ₃)	C ₁₉ H ₂₂ O ₆	346.37	
细胞分裂素(6-BA)	C ₁₂ H ₁₁ N ₅	225.26	
乙烯	C ₂ H ₄	28.05	
脱落酸	C ₁₅ H ₂₀ O ₄	264.32	

生长素类似物还包括：吲哚-3-丁酸(IBA)、萘乙酸(NAA)、苯乙酸(PAA)、2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)等。赤霉素的基本结构为赤霉素烷，根据碳原子的不同，可将赤霉素分为C₁₉和C₂₀两类，市售的赤霉素主要是生理活性较高的C₁₉类赤霉素(GA₃)。细胞分裂素是腺嘌呤的衍生物，若腺嘌呤第6位的氨基、第2位碳原子或第9位氮原子上的氢原子被取代，就形成了不同种类的细胞分裂素，如二氢玉米素、反式玉米素、玉米素核苷等。乙烯是简单的不饱和碳氢化合物，在生理环境的温度和压力下表现为气体形态。脱落酸是一种以异戊二烯为基本单位含15个碳的倍半萜羧酸，简称ABA。曾称为“脱落素Ⅱ”“休眠素”，后证实两者为同一物质，于是统一命名为脱落酸。

相较于植物激素，动物激素的分子量较大，大多数动物激素的化学成分为氨基酸衍生物或蛋白质，也有部分为类固醇类激素(如性激素、肾上腺皮质激素等)。除了化学成分存在较大差异外，植物激素和动物激素的作用机制也存在显著的区别。植物激素和动物激素的受体不同，因此植物激素进入人体后不能引起类似于植物体中的调节作用的。

2. 主要植物激素的作用及相关机理

(1) 生长素的作用

生长素有广泛的生理作用,但最基本的作用是促进植物细胞的伸长生长。生长素是如何促进植物细胞伸长生长的呢?大家都知道植物有细胞壁,细胞想要伸长,细胞壁就必须相应扩大,细胞壁扩大的前提是软化、松弛,增加可塑性。酸生长学说和生长素促进核酸、蛋白质的合成理论对此问题作出了解释:生长素可促进所作用的细胞中 H^+ 由细胞内向细胞外运输使细胞壁酸化,从而使一些水解酶的活性增加,分解细胞壁内与强度有关的氢键,因此细胞壁松弛使得细胞容易扩张。另外生长素能促进核酸、蛋白质的合成,从而实现细胞的生长。有实验表明,生长素促进 H^+ 的分泌速率与细胞伸长是同步的。

(2) 赤霉素的作用

赤霉素参与植物生长发育的多个生物学过程,主要作用是促进种子萌发和茎的伸长生长。关于赤霉素的作用机理研究较为透彻的是其对大麦种子萌发的促进作用。大麦种子内的储藏物质主要是淀粉,发芽时淀粉在 α -淀粉酶的作用下水解为糖以供胚生长的需要。如果种子无胚则不能产生淀粉酶,但外加赤霉素可替代胚的作用,诱导无胚种子产生淀粉酶。具体的作用机制是大麦种子在萌发时储藏在胚中的束缚型的赤霉素水解释放出游离的赤霉素,通过胚乳扩散到糊粉层并诱导糊粉层细胞转录并合成淀粉酶,淀粉酶扩散到胚乳中催化淀粉水解,水解产物供胚生长。此外,GA₃ 还刺激糊粉层细胞合成蛋白酶,促进核糖核酸酶及葡聚糖酶的分泌。

(3) 细胞分裂素的作用

细胞分裂素的主要作用是促进细胞分裂,此外,细胞分裂素还可以使细胞体积扩大。其作用机理主要是促进蛋白质的合成,因细胞分裂素存在于核糖体上,它促进核糖体与 mRNA 结合形成多核糖体加快翻译速度,形成新的蛋白质。需要注意的是生长素、赤霉素和细胞分裂素虽然都有促进细胞分裂的效应,但它们各自所起的作用不同。细胞分裂包括核分裂和细胞质分裂两个过程,生长素是促进核的分裂(因促进了 DNA 的合成),而与细胞质的分裂无关。细胞分裂素主要是对细胞质的分裂起作用,所以细胞分裂素促进细胞分裂的效应只有在生长素存在的前提下才能表现出来,而赤霉素促进细胞分裂主要是缩短了细胞周期中的 G₁ 期和 S 期的时间,从而加速了细胞的分裂。

(4) 乙烯的作用

乙烯具有加速成熟、脱落、衰老以及促进开花的生理效应。在一定条件下,乙烯利不仅能自身释放出乙烯,而且还能诱导植株产生乙烯。值得注意的是,黄化豌豆幼苗对乙烯的生长反应是“三重反应”,即抑制伸长生长(矮化)、促进横向生长(加粗)、地上部分失去负向重力性生长(偏上生长)。这种三重反应是植物对乙烯的特殊反应。

(5) 脱落酸的作用

脱落酸(ABA)是在研究棉桃的脱落和槭树的休眠过程发现的。它在成熟萎蔫的叶片和根冠细胞中合成最多,能促进花、果实、衰老的叶片脱落,促进休眠、抑制生长,从而提高植物的抗逆性,如自然界中的“秋风扫落叶”,冬季来临前落叶树的芽进入休眠等,有利于植物度过不良的季节。此外,脱落酸可以促进气孔关闭,降低蒸腾速率。脱落酸促进气孔关闭的原因是它可以使保卫细胞中的 K⁺

外排造成保卫细胞的渗透压高于周围细胞的渗透压,引起保卫细胞失水。一般来说,干旱、寒冷、高温等逆境环境都会使植物体内的脱落酸迅速增加,同时抗逆性增强。

(6) 其他的植物激素

除了上述五大类植物激素以外,随着研究的深入,近年来发现植物体内还存在其他天然生长物质,如油菜素内酯、水杨酸和茉莉酸等,对植物的生长发育有促进或抑制作用。油菜素内酯的生理作用主要是增强DNA聚合酶和RNA聚合酶的活性,从而促进细胞伸长和分裂。水杨酸在植物抗病过程中起着重要的作用,一些抗病植物受病原微生物感染后会诱发水杨酸的形成,进一步形成致病相关蛋白,抵抗病原微生物,提高抗病能力。茉莉酸的生理作用有促进的,也有抑制的。促进作用体现在促进乙烯的合成、叶片衰老、叶片脱落、气孔关闭、呼吸作用、蛋白合成等;抑制作用包括抑制种子萌发、营养生长、花芽形成、叶绿素形成、光合作用等。此外,茉莉酸还能提高植物的抗逆性,增强对病虫害和机械伤害的防御能力。

3. 植物激素类似物的种类

植物激素类似物是植物生长调节剂的通俗叫法,植物生长调节剂是人工合成的具有天然植物激素生理功能的有机化合物,有的调节剂如2,4-D、GA₃及6-BA等本身就是植物内源就已经存在的激素,有的调节剂是内源植物激素的类似物或衍生物,如乙烯利、青鲜素等。除了五大类植物激素或类似物外,植物生长调节剂中还包含能够阻断或抑制植物内源激素发挥功能的试剂,如多效唑主要抑制赤霉素的作用,三碘苯甲酸(TIBA)主要抑制生长素的运输等。表5-8为在农业上应用的各种植物生长调节剂举例,教师可以引导学生查阅相关资料,鼓励学生根据植物激素类似物的用途尝试提出生产实践方案。

表5-8 植物生长调节剂在农业生产上应用的举例

植物激素类似物	施用作物	作用	使用方法及浓度范围
GA	马铃薯块茎	打破休眠	浸泡10~15 min;0.5~1 mg/L
TIBA	大豆	抑制营养生长	开花期喷施;200~400 mg/L
NAA	甘薯	插条生根	定植前沾根;500 mg/L 浸苗基部12 h;50 mg/L
乙烯利	菠萝	促进开花	营养生长成熟后,从株心每株灌入1 mL;400~1 000 mg/L
乙烯利	香蕉	果实催熟	浸果1~2 min;1 000 mg/L
6-BA	水稻	延缓衰老	抽穗后10天喷施;30 mg/L
2,4-D钠盐	大白菜	防止落叶	采收前3~5天喷施;25~50 mg/L

4. 植物激素相关的研究历史

表5-9列出了植物激素研究历史上的重要事件。

表 5-9 植物激素研究历史上的重要事件

时间	人物	研究历史上的重要事件
1880 年	达尔文(C. R. Darwin, 英国)父子	发现植物胚芽鞘受单侧光照射后,能引起胚芽鞘伸长区的生长弯曲
1901 年	奈刘波(D. Neliubow, 俄国)	发现泄漏的煤气和燃烧废气中的成分能够损害植物叶片的正常生长
1910 年	卡曾斯(H. H. Cousins, 德国)	发现橘子产生的气体能催熟同船混装的香蕉——首次发现植物能产生气体,并对邻近植物有影响
1913 年	杰逊(B. Jensen, 丹麦)	实验认为胚芽鞘尖端可能向下传递了某种物质
1919 年	拜尔(A. Paál, 匈牙利)	胚芽鞘尖端产生的某种物质可以影响胚芽鞘的生长
1926 年	黑泽英一(E. Kurosawa, 日本)	发现水稻恶苗病与赤霉菌有关
1926 年	温特(F. Went, 荷兰)	从胚芽鞘中分离出了一种生理活性物质,并命名为生长素,这正是引起胚芽鞘伸长的物质
1934 年	郭葛(F. Kögl, 荷兰)	从人尿、胚芽鞘中得到生长素的结晶,鉴定出其化学成分为吲哚-3-乙酸
1934 年	甘恩(R. Gane, 英国)	确定乙烯是植物代谢的自然产物,而且对植物的生长发育具有显著影响
1938 年	薮田贞次郎(T. Yabuta, 日本)等	从赤霉菌的分泌物中分离出具有生理活性的物质,并将其命名为赤霉素
1948 年	崔激(中国)、斯库格(F. Skoog, 美国)	在烟草髓细胞培养时发现腺嘌呤的衍生物对细胞分裂和芽的分化有促进作用
1955 年	斯库格(F. Skoog, 美国)等	DNA 的降解物能够促进细胞分裂,后证明其中含有一种能诱导细胞分裂的成分——6-呋喃甲基氨基嘌呤,将其命名为激动素
1959 年	伯格(S. P. Burg, 美国)等	利用气相层析仪从未成熟的果实中检测出极微量的乙烯,并被公认为植物天然激素
1963 年	阿迪科特(F. T. Addicott, 美国)	从脱落的棉花幼果分离出脱落素Ⅱ,即脱落酸
1964 年	莱瑟姆(D. S. Letham, 澳大利亚)	从未成熟的玉米种子中分离出天然细胞分裂素
1965 年	—	乙烯被公认为是植物天然激素
1967 年	韦尔林(P. F. Wareing, 英国)	从桦树叶片中分离出了促进休眠的物质——休眠素,其化学成分与脱落素Ⅱ一致,最后定名为脱落酸

第3节 环境因素参与植物生命活动的调节

一、教材分析

1. 学习目标

本节教学中的学习目标包括：

- (1) 分析自然现象,概述光、重力和温度等环境因素参与植物生命活动的调节。
- (2) 举例说明外界环境因素对植物生命活动的调节作用是植物长期适应和进化的结果。
- (3) 了解生产实践中应用环境因素调节植物生命活动的案例,关注植物生理学在生产中的应用。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.6.4 设定的。目标(1)要求学生结合具体事例,概述环境因素对植物生命活动的调节(水平 2)。目标(2)要求学生通过识别环境因素对植物生命活动的调节作用,建立“遗传与进化观”“稳态与平衡观”(水平 2)。目标(3)要求学生通过生产实践中的案例理解环境对植物生命活动的影响(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.6.4 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 5-10)。

表 5-10 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
环境因素参与植物生命活动的调节	重力通过改变生长素的浓度影响植物的生长方向
	光可以作为刺激信号决定植物生长的方向、生长周期,诱导叶绿素形成等
	温度除通过影响酶的活性影响植物生命活动外,还可以作为信号调节植物发芽或开花

3. 学习内容

教材节引言提出两个问题,引发学生思考:植物的根为什么能深植于地下?植物是如何适应外界多变的自然环境?课前活动“植物生长方向受到环境因素的影响”承接节引言提出的问题,通过教材图 5-19 直观展示了植物的生长方向,引导学生认识地球上无处不在的重力对植物生命活动起着重要的调控作用,培养“结构与功能观”,从而展开第 1 目的正文内容。

第 1 目:重力对植物的生长方向具有调节作用。所有的生命系统都存在于一定的环境之中,在不断变化的环境条件下,依靠自我调节机制维持机体的稳态。植物激素对植物生长发育的调节无疑具有十分重要的作用,但是作为复杂生命体的植物其生命活动的调节必然受到外界环境的影响。植

物通过平衡石的结构感受重力,呈现出根向下生长、茎向上生长的植物向重力性现象。

第2目:光是调节植物生命活动的重要信号。在漫长的进化过程中,植物可以利用色素蛋白复合体(光受体)感受光波、光强及光周期的变化。光作为信号分子通过光受体的感应对植物的叶绿素形成、向光性及开花等生理过程发挥至关重要的作用。

第3目:温度对植物生命活动具有调节作用。温度除了影响酶的活性外,还能够影响植物基因的表达,通过信号转导的形式改变其基因表达状态,进而影响植物种子萌发、营养生长及生殖生长阶段。此外,其他生物因素如微生物、寄生物及非生物因素如水、肥、大气及机械刺激等共同影响植物的生长发育。

本节将植物激素和外界环境进行了有机的结合,有助于学生从整体水平理解高等生物个体生命活动的规律。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 用学生熟悉的生活情境创设问题,激发学生学习热情

众所周知,油菜的花期通常在春季,而菊花的花期却在秋季,这是为什么呢?一场暴风雨往往会引起农作物的倒伏,农作物倒伏后如何继续保持根的向地性和茎的背地性生长呢?植物在太空微重力环境下是否就没有方向地肆意生长呢?从教材图5-19中能够明显看到玉米的种子在黑暗条件下,无论摆放方向如何改变,总是出现根向下生长、芽向上生长的现象。学生在分析这些熟悉的情境中,逐渐认识到重力、光对植物的生命活动具有调节作用,激起深入学习的欲望。

(2) 利用教材示意图,帮助理解“重力对植物的生长方向具有调节作用”的概念

通过课前活动学生已经理解了植物的向重力性,包括根的向地生长和茎的背地生长现象。那么植物为什么会出现向重力性呢?这是由于重力引起的生长素分布不均。植物体内也有和动物一样感受重力的平衡石,在重力的刺激下平衡石的下移会引发细胞内一系列的信号转变,最终导致生长素在细胞下侧积累。由于植物生长素的作用具有两重性,即高浓度抑制细胞生长,低浓度促进细胞生长。因此对于敏感性高的根来说,近地侧细胞因生长素浓度过高而被抑制,背地侧因生长素浓度低而促进生长,最终呈现根的向地性生长。而茎对生长素的敏感性较低,植物很难产生足以抑制茎生长的生长素浓度,所以茎的近地侧生长素浓度高而促进作用较背地侧更为明显,因此出现了横放的植物茎向上弯曲生长的现象。理解了重力对植物生长方向的影响,就不难推测在微重力情况下植物的生长方向。若在微重力情况下,植物生长素没有出现分布不均,则水平放置的植物应该继续水平生长。如果加以光照或营养成分的诱导,植物的茎会呈现向光生长,根会呈现趋化性生长的现象。其原因也是因为以上环境信号造成了生长素在植物体内的分布不均。

(3) 通过分析实例,构建“光是调节植物生命活动的重要信号”的概念

学生在高中生物学必修1《分子与细胞》中已经学习过植物的光合作用,教师可以引导学生回忆

光合作用过程中植物是如何利用并转化光能的。然后,通过举例说明光信号可以诱导叶绿素的形成及影响种子萌发等现象,让学生总结归纳出光合作用的光与调节植物生命活动的光信号之间存在的差异和联系。从而引导学生构建“光是调节植物生命活动的重要信号”的概念。

(4) 结合具体案例,说明温度对植物生命活动具有调节作用

可以先设置问题:一年四季中有哪些环境因素发生了显著的变化?学生经过讨论分析能够认识到四季中不仅光照的时间有明显的变化,温度也发生了明显的变化,由此引出温度这一环境因素。教师还可以对一些常见的自然现象进行设问,如为什么只有春天才能看到油菜花?为什么北方小麦的收割通常在每年的六七月份?从而引导学生构建“温度对植物生命活动具有调节作用”的概念。

2. 栏目使用建议

(1) 广角镜“植物如何感受重力信号?”

本栏目是对重力调节植物生长方向相关内容的补充和说明。学生通过阅读广角镜内容及分析教材图5-21中植物根尖的显微结构图,可以发现在根冠细胞中存在具有感受重力的平衡石结构。通过结构和功能的联系,学生就很容易将重力引起的植物根向地生长、茎背地生长的现象与植物激素——生长素的调节建立起联系。

(2) 广角镜“植物如何感受光信号?”

本栏目是对光调节植物生命活动具体机制的补充,通过广角镜的介绍,学生能够发现植物可以通过微量的色素蛋白复合体(光受体)感受光信号。因为光受体存在光敏色素、隐花色素、向光素及UV-B受体等,学生很容易理解正文中所描述的“光的不同波长、强度及周期变化均能影响植物的生长发育”等相关的知识。此外,该广角镜也为思维训练做了铺垫,提示光照可以影响植物的花期,从而激发学生探究植物开花秘密的积极性。

(3) 思维训练“植物开花的秘密”

该栏目介绍了植物依据开花所需日照长短被人为划分为短日植物、长日植物和日中性植物。虽然光期对植物的开花是必不可少的,但经研究发现暗期才在植物开花过程中起决定性的作用。只有在适当的光暗交替条件下植物才能正常开花。“植物开花的秘密”以植物的光周期现象为背景,重点培养学生辩证分析问题,以严谨的逻辑性实现归纳与概括、演绎与推理的相互统一,聚焦了归纳与概括、演绎与推理的科学思维。这里需要学生根据文中的长日植物和短日植物分别进行的3次实验的结果,推理出控制植物开花的是临界日长还是临界暗期。在思考与讨论中,教师可引导学生还原出“菊桂同台”的实验方案,并鼓励学生将课本知识应用于解决现实生活问题之中。

三、拓展资源

1. 向重力性的原因

科学家将植物细胞感受重力的物质称为平衡石,平衡石原指甲壳类动物器官中一种起平衡作用的沙粒,但植物的平衡石是淀粉体,一个细胞内有4~12个淀粉体,每个淀粉体外有一层膜,内有1~8个淀粉粒。植物体内平衡石的分布因器官而异,根部的平衡石在根冠中,茎部的平衡石分布在纤维

束周围的1~2层细胞内。平衡石受重力影响下沉至细胞底部时,刺激内质网释放出钙离子,钙离子会和钙调蛋白结合激活细胞下侧的钙泵和生长素泵,于是细胞下侧就会积累过多的钙和生长素,进而影响该侧细胞的生长。

2. 光受体与光形态建成

植物中含有一些微量的色素蛋白复合体,能够感受光信号,进而引起植物形态结构的变化,该类蛋白复合体统称为光受体。光受体主要包括光敏色素、隐花色素、向光素及UV-B受体等。其中光敏色素主要感受红光和远红光;隐花色素主要吸收蓝光和UV-A,因此其也被称为蓝光受体。植物依赖光控制细胞的分化、结构和功能的改变,最终汇集成组织和器官的建成,被称为光形态建成。在光形态建成过程中,光只作为信号激发光受体,推动细胞内相关基因的表达最终表现为形态结构的变化。

不同的光质、光照长度均能影响植物的开花、种子萌发及休眠的开始和结束等重要过程。植物的生长发育等生命活动主要受到光谱中远红光、红光、蓝光、UV-A(长波紫外线)和UV-B(中波紫外线)的影响。因此在农业生产中,利用浅蓝色的塑料薄膜能够吸收大量的红橙光,使大棚内温度升高,此外浅蓝色薄膜能够透过紫外线,抑制秧苗的过快生长,从而使植株长得健壮。

3. 植物花期与植物的光周期

一天中白天和黑夜的相对长度称为光周期,植物对白天和黑夜的相对长度的反应称为光周期现象。早在1912年,法国科学家就发现大麻的开花和日照长度有关,1913年德国科学家发现人工加长每日照光时间,可使通常在6月开花的长春花属(*Catharanthus*)植物能在冬季开花。1920年,美国的园艺学家加纳(W. W. Garner)和阿拉德(H. A. Allard)观察到华盛顿地区的一个新品种烟草在夏季长日照条件下,植株即使高达3~5m也不能开花,但是在冬季温室中,株高不足1m就能开花。他们猜想这种烟草的开花可能与不同季节的某种因素相关,于是对多种气候因子进行了大量的实验。他们在夏季利用黑布人为的缩短日照长度,发现烟草不足1m时就能开花;另外他们在冬季利用日光灯人为的延长日照长度,发现烟草一直保持生长状态而不开花。而其他的环境因素对植物的开花无决定性的影响,由此他们得出结论:影响植物开花的决定性因素是日照长度,短日照可以促进该烟草开花。

植物的开花、种子的萌发以及休眠的开始和结束,都是在一年之中某个季节或时间段发生的。植物经过数亿年的演化发展出众多物种,如短日植物、长日植物及日中性植物。实际上,控制植物开花是黑暗长度而非日照长度。短日植物(更确切的应为“长夜植物”)必须在长于一定时间的黑暗下才会开花,而夜间只要有一个短时间的闪光,就不能开花;长日植物(更确切的应为“短夜植物”)只有黑暗时间短于一定长度时才会开花,黑暗时间延长则不会开花,但若用短暂的闪光打断黑暗,植物便能够开花。此外,区分长日植物与短日植物的不是绝对的夜长,而是临界日长(critical daylength)。植物的临界日长并不是一成不变的,而是因物种而异的。通过人为地控制日照长度和黑暗长度,人们可以使植物的开花期提前或延迟,人为地控制植物的花期。利用这种技术,人们在任何季节均能购买到菊花(短日照花卉)、凤仙花(长日照花卉)等常见鲜花。

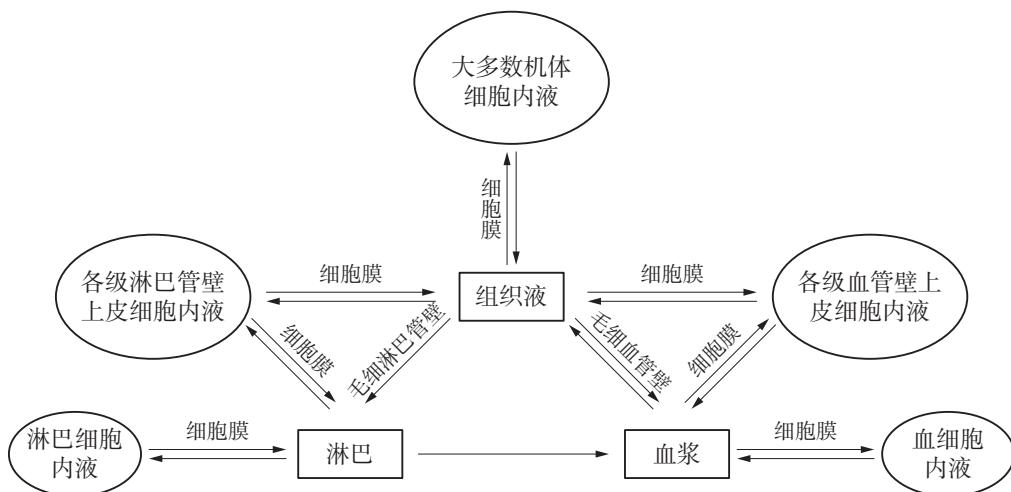
附录

附录 1 教材“自我评价”与“学业评价”参考答案

第1章 人体的内环境和稳态

第1节 内环境是机体细胞赖以生存的环境

- 汗液、尿液、唾液这几种机体产生的液体并不属于内环境的组成。它们被分泌或排放至体外或消化道，直接与外界环境接触，而内环境的成分并不与外界环境直接接触。
- 循环系统和呼吸系统
-



- 抗生素经肌内注射后，会先进入肌肉细胞间的组织液，再由组织液与局部毛细血管中的血浆进行物质交换而进入血液，随着血液循环通过静脉回流至心脏，后经动脉运送至肺，从肺部毛细血管随血浆进入肺部组织液，由此到达患处。

第2节 内环境稳态是机体细胞生命活动的保障

- (1) C (2) D (3) D
- ①中暑(热射病)造成体温过高。离开温度过高的环境，进行物理降温。②体液中水分、大量

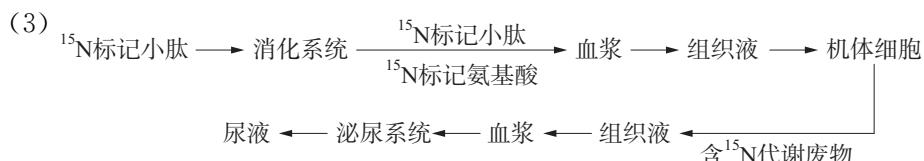
离子丢失造成电解质紊乱。临床输液补充电解质。③血糖过高。合理控制饮食,进行胰岛素注射治疗。④内环境中代谢废物大量积累。对泌尿系统或肾脏相关疾病诊疗、血液透析,病情严重可进行肾移植。⑤高原反应,由于内环境中低氧造成。应尽快下撤至低海拔区,并通过吸氧、休息等缓解。

第1章学业评价

1. (1) 淋巴 血浆 呼吸 泌尿 循环 (2) ①⑤⑥ (3) ①③⑤ (4) 来源: 内环境中的葡萄糖可能来源包括由外界摄入糖类物质,经消化吸收进入内环境,也可能来自机体内细胞(肝细胞)的糖原分解形成葡萄糖释放进入内环境。去路: 内环境中的葡萄糖可以被机体细胞直接利用进行氧化分解(有氧呼吸和无氧呼吸),释放能量并产生代谢废物 H_2O 、 CO_2 、乳酸等排出体外,也可以转运入机体细胞(肝细胞、肌细胞)合成糖原或者转化为其他有机物(氨基酸和脂肪)进行贮存或利用。参与这些过程的系统包括: 消化系统、循环系统、呼吸系统、泌尿系统。

2. (1) 组织液中物质的来源是毛细血管中血浆以及机体细胞的胞内物质。去路包括进入毛细血管形成血浆,进入毛细淋巴管形成淋巴,通过细胞膜进入细胞内。 (2) 长期营养不良的人由于血浆蛋白含量减少,血浆渗透压下降,与组织液渗透压差距变小,因此组织液中的水分难以吸收进入毛细血管而滞留于组织中,即组织液回流受阻,从而造成组织水肿。静脉注射的血浆蛋白无法透过毛细血管壁进入组织液,而直接提高了血浆渗透压,却不影响组织液的渗透压,因此可以促进组织液的回流,缓解组织水肿的症状。 (3) 不能。注入 $NaCl$ 溶液可以提高血浆渗透压,但由于 $NaCl$ 可以从毛细血管进入组织液,同时也提高了组织液的渗透压,因此无法起到消除水肿的作用。 (4) ABC

3. (1) 可能由于灌胃的小肽类药物经过消化道时被消化液中消化肽类的酶催化分解,或者小肠上皮的吸收转运效率较低。 (2) 因为两实验组中药物经过的途径不同。灌胃组需经过消化系统的吸收才能进入内环境,而注射组则直接进入内环境,因此前者所需时间较长。



参与该过程的有消化系统、循环系统和泌尿系统。

4. 首先,酸性、碱性体质的说法不科学,因为人体内环境中 pH 通常维持在 7.35~7.45,如果高于或低于这个范围人体就会处于“酸中毒”或“碱中毒”的病理状态。此外,喝的碱性水并不能影响人体内环境 pH,因为碱性水进入消化道后,会被胃中的胃酸中和。即便碱性物质直接进入内环境中,由于血浆内大量缓冲物质的存在,通过化学反应也会将碱性消除。

第2章 人体的神经调节

第1节 反射是神经调节的基本方式

1. D

2. (1) C (2) 若下肢踩到钉子而受刺激部位的皮肤坏死,则不会发生反应。因为感受器被破

坏,无法将刺激信息转换成神经冲动并向中枢传递。若只是相关的肌肉功能障碍,则会导致无法产生抬脚的反应,但感受器可将刺激信息转换成神经冲动并向脊髓传递,向上传至大脑皮层感觉中枢会引起痛觉。

3. 组成反射弧的感受器和效应器分布于外周,而细胞体位于中枢或神经节中,传入神经、传出神经分别负责将神经冲动由外周传向中枢、由中枢传向外周,故感觉(传入)神经元的树突往往较长,运动(传出)神经元则轴突较长。神经中枢由联络(中间)神经元组成,位于中枢神经系统内,所以其树突和轴突均不长。不同神经元具有各自的形态特点,往往是与其在神经调节中所发挥的功能相适应的,是分化的结果。

第2节 神经调节过程涉及信息的转换及传递

1. 静息电位主要与膜内钾离子的向外扩散有关,当膜外溶液钾离子浓度高,会对膜内钾离子向外扩散带来阻力,故导致静息状态下膜内外电位差变小 动作电位 引发动作电位的速度变慢、幅度变小

2. 因为神经冲动在神经纤维上的传导是生物电形式,而经过突触则需要在突触前膜处由电信号转换成化学信号,化学信号作用于突触后膜后再转换成电信号,因此比神经纤维上单纯的生物电传导速度慢得多。

3. 在反射弧中神经冲动的单向传导是由突触信号传递的单向性所决定。这保证了神经信息传送到达精准位点,引发特定的反应从而实现精确的调节。

4. (1) 抽搐 (2) ABD (3) 天然存在的神经毒素有动物毒素、植物毒素、微生物毒素等。这是生物在长期的进化历程中形成的一种特殊适应,有利于生物在生存斗争中胜出而获得更多的生存机会。如细菌毒素能使其赢得更大的生存空间和营养物质,有些动物毒素或植物毒素能防御天敌侵害,有利于物种延续;某些动物产生的剧毒毒素有利于其捕猎,提高获取食物资源的成功率。而捕猎者为了在食物匮乏时期能获得生存机会,也相应地进化出了一定的“抗毒”能力。在漫长的生物进化过程中,物种之间的这种“博弈”也导致了毒素毒力越来越强。

第3节 神经中枢调控机体的生命活动

1. 餐后立刻剧烈运动会对健康带来危害,是一种不良的生活习惯。因为餐后机体的副交感神经兴奋占优势,血液会更多地分布于消化系统,促进消化腺分泌消化液以及消化道蠕动,有利于消化食物和吸收营养。此时若进行剧烈运动,则会导致交感神经兴奋占优势,血液会更多地分布于运动系统,而消化腺分泌以及消化道蠕动则会受到抑制,导致消化不良。

2. 醉酒指人体一次性摄入大量酒精而出现急性酒精中毒的现象。具体可表现为言语增多、自控力降低;动作不协调、步态不稳,容易因失去平衡而摔倒;陷入昏睡、脸色苍白、口唇微紫等。驾车需要时刻敏锐感知环境信息并迅速做出判断和动作反应。而大量饮酒后,因酒精抑制中枢神经兴奋性导致感觉迟钝、自控力下降,且动作协调性变差,极易发生事故而威胁自身和他人的生命安全,所以要严禁“酒驾”。

3. 观察“大脑皮层躯体运动代表区示意图”发现,皮层代表区范围的大小与躯体的大小无关,而与躯体运动机能的机动性和细致程度有关。例如,手、手指、唇的机动性大、动作细致,相应的代表区

也大；相反，趾、躯干的机动性小，动作粗大，它们的代表区则较小。某一皮层代表区范围越大，就意味着由此起源的神经元越多，支配器官的活动越细致。由此可见，皮层代表区范围具有一定的“可塑性”。遭遇肢体神经损伤会导致该侧肢体部分或全部丧失运动机能，可能导致该侧肢体的皮层代表区范围变小；反之，若通过强化其他肢体动作的技巧训练，使粗大的动作变得细致，恢复部分丧失的机能，则可能导致该肢体的皮层代表区范围变大。

第4节 条件反射是大脑的高级调节功能

1. 属于条件反射。建立的过程是：当鱼游过来时，游人向池中投喂鱼食，其他鱼也会游过来争食。反复多次，鱼对游人建立了“投喂”这一条件反射，只要人一靠近鱼池，鱼就会蜂拥而至等待投喂鱼食。
2. “学而时习之”的意思是“学习并经常复习学过的内容”。从神经调节的机制来看，学习就是建立条件反射（形成新的神经元联系）的过程，而条件反射既可建立也会消退，所以需要不断强化。复习就起到了强化的作用，因而能巩固已经建立的条件反射。

第2章学业评价

1. D
2. (1) 非条件 脊髓 (2) 条件 大脑皮层 第二 条件
3. (1) BC (2) 增加 提高 (3) 帕金森病是由于多巴胺分泌减少所致的疾病，而去甲肾上腺素由多巴胺转化形成，故帕金森病患者的去甲肾上腺素水平低于常人，导致其功能低下而引发抑郁。
4. (1) 虽然小鼠在环境甲中不被电击，但在环境乙中受到电击时，喂食了含有 DOX 的饲料而导致与记忆环境乙相关的神经元不表达光敏蛋白，用蓝光刺激不会激活与之相关的神经元，却激活了记忆环境甲的神经环路中的神经元（这些神经元因表达了光敏蛋白而被“标记”）。此时施加电击，则电击引发恐惧反应的非条件反射神经环路与记忆环境甲的神经环路之间建立了联系，环境甲的信息成了小鼠“恐惧反应”的条件刺激，再次进入环境甲，就会引发“恐惧反应”。步骤③喂食含有 DOX 的饲料，是为了与步骤②形成对照，说明 DOX 与“恐惧反应”无关，只与神经元的“光标记”相关，使实验结果具有说服力。该反应属于条件反射，这说明条件反射就是记忆的形成过程。 (2) 小鼠“恐惧反应”的条件刺激是环境甲，环境丙与“恐惧反应”无关，故不发生“恐惧反应”。若用蓝光激活表达光敏蛋白的神经元，小鼠会出现“恐惧反应”，因为蓝光激活的是记忆环境甲的神经环路，而该神经环路与“恐惧反应”相关。 (3) 将经过饥饿处理的小鼠放入环境乙或环境丙，用蓝光激活表达光敏蛋白的神经元，同时给小鼠喂食含有 DOX 的饲料。重复多次后，将小鼠放入无食物也无电击的环境甲，小鼠不再出现“恐惧反应”，反而变得“喜欢”环境甲，形成了对环境甲的“愉快记忆”。

第3章 人体的体液调节

第1节 激素调节是体液调节的主要形式

1. A

2. 碘是甲状腺激素合成的必需元素,而我国很多地区(尤其是内陆山区)的居民饮食中碘含量不足,通过食盐加碘,可以使人体获得足够的碘,合成足量的甲状腺激素以维持机体内环境的稳态。一般情况下,甲亢病人、饮食中有大量海产品等人群不适合长期食用加碘盐。

3. 正常人体依靠一定比例的CO₂维持呼吸节律,如果吸入纯氧会使体内CO₂含量下降,抑制呼吸中枢。

4. (1) A表示保幼激素,B表示蜕皮激素。(2)在④时期(或③~④时期)给予幼虫保幼激素或保幼激素类似物处理。

第2节 激素通过反馈调节和分级调节维持稳态

1. CCK的分泌存在反馈(负反馈)调节机制。通过该机制使CCK和胰蛋白酶的分泌量维持在合理的范围内,有利于消化过程的正常进行。

2. 睾丸酮衍生物与机体正常合成的睾丸酮有相似的结构和功能。男性运动员服用睾丸酮衍生物后能促进蛋白质合成、提高肌肉力量,但同时能抑制下丘脑和垂体的活动,抑制促雄性激素的合成和释放,导致睾丸萎缩、精子生成减少。

3. 曲线甲所示的血糖浓度一直高于7 mmol/L,口服葡萄糖后超过11 mmol/L,且血糖下降缓慢,属于糖尿病患者;曲线乙所示的血糖浓度大部分时间维持在4~6 mmol/L,只在口服葡萄糖后有明显增加并迅速下降至正常范围,表示健康人。目前一般认为,I型糖尿病与遗传、自身免疫、病毒等因素有关,II型糖尿病的病因尚不明确,可能与高糖高脂饮食、肥胖、缺乏运动、紧张等精神压力等有关。对于II型糖尿病,在治疗上以饮食控制、合适的体育锻炼和药物治疗为主。预防糖尿病的最好方法是保持愉快的心情、合理的饮食结构和经常运动。

第3节 神经调节与体液调节共同维持稳态

1. D

2. 情绪激动时交感神经兴奋性增强,而交感神经有升高血压的效应,不利于高血压患者的病情稳定。同时交感神经还能促进肾上腺素的释放,而肾上腺素也具有升高血压的效应,二者共同作用会加剧高血压症状,所以高血压患者要尽量避免情绪激动。

3.

比较项目	神经调节	体液调节
作用途径	反射弧	体液运输
反应速度	迅速	缓慢
作用范围	准确、相对局限	相对广泛
作用时间	短暂	相对较长

神经调节和体液调节的联系:一方面,神经调节和体液调节往往相互协调,共同调节机体生命活动以维持内环境的稳态;另一方面,神经调节和体液调节相互影响。很多内分泌腺本身直接或间接

地受神经系统的调节,如肾上腺。某些激素可以影响神经系统的发育和功能,如甲状腺激素不仅影响中枢神经系统的兴奋性,还是胎儿、新生儿脑发育的关键激素。

4. (1) 运动过程中骨骼肌收缩加强,机体产热增加,同时皮肤血管舒张、血流量增加,汗腺分泌增加使散热量增加,使体温有所上升又不至于上升过高。由于汗腺分泌增加,使血浆渗透压升高,此时下丘脑渗透压感受器接受刺激,使抗利尿激素分泌量增加,增强肾小管和集合管对水的重吸收,使尿量减少,血浆渗透压不至于过高。 (2) 夏季运动健康贴士:避免在午后气温最高时在户外运动;适当减小运动量、缩短运动时间;及时补充淡盐水;选择透气、吸汗性好的运动服等。

第3章学业评价

1. (1) 甲状腺激素能促进机体新陈代谢,所以甲亢患者由于代谢加快而产热增加,因此有怕热的表现。同时,甲状腺激素能增强中枢神经系统的兴奋性,可能使交感神经兴奋,引起心悸。

(2) ACD (3) 碘是甲状腺激素合成的必需元素,缺碘导致甲状腺激素不能正常合成。若甲状腺激素减少,下丘脑和垂体分泌的促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素增加,促甲状腺激素有促进甲状腺细胞增殖的作用,所以缺碘也可导致甲状腺肿大。 (4) 适当减少日常饮食中碘的摄入量;规律作息,适度运动,戒烟戒酒;控制情绪,避免生气、激动等。

2. (1) ACF (2) D (3) 开始跑步后,由于骨骼肌收缩加强,体温会略有上升,同时汗腺分泌加强、皮肤血管舒张,散热增加,体温在略高水平维持相对稳定。跑步结束后骨骼肌产热减少,汗腺分泌还会持续一段时间,散热大于产热,体温下降,随着汗腺分泌的减弱,体温回落至正常后维持相对稳定。 (4) 跑步过程会大量出汗,人体在流失水分的同时也流失部分无机盐,如果跑步后只补充水会导致血浆渗透压下降,不利于机体的水和无机盐平衡的维持,而补充淡盐水既能补充水分也能补充无机盐,有利于血浆渗透压稳态的维持。 (5) 这种做法不科学。不吃主食、不吃脂肪、高强度运动的方法虽然可以在短时间内达到减轻体重的目的,但由于营养不均衡,会影响人体健康。同时由于糖类摄入过少,会使机体蛋白质的氧化分解加剧,增加肝、肾的负担。应该在保证营养均衡的基础上减少摄入的总能量,同时保证足量的有氧运动。

3. (1) AC (2) 胰岛素的生理性分泌,指一天中胰岛素的分泌随一日三餐等正常活动引起的血糖浓度变化而出现有规律的波动,进而维持人体血糖水平的稳态 (3) 本题为开放性题目,提示:改进胰岛素生产工艺,降低胰岛素的生产成本;优化程序,在影响效果的前提下减少马达转动次数,增加马达等主要零部件的使用寿命;使用性价比高的新材料代替原来的高价材料等。

第4章 人体的免疫调节

第1节 免疫系统是免疫调节的基础

1. B
2. B
3. A

4. (1) 不是。因为当机体产生大量的细胞因子时,可能会过度刺激和活化免疫系统,导致严重的炎症反应发生并失去控制,进而引发组织器官结构损伤与功能失调,甚至危及生命。 (2) 因为免

免疫器官、免疫细胞和免疫活性物质是免疫系统的组成和免疫调节的基础。当病原体入侵人体后，机体免疫系统会对病原体产生免疫应答，通过免疫细胞的增殖分化、分泌免疫活性物质等来清除病原体。

第2节 免疫系统具有防御功能

1. A

2. D

3. (1) 在炎症反应发生时，毛细血管中更多的巨噬细胞进入被感染部位，非特异性识别病原体，伸出伪足并将病原体吞噬。被吞噬的病原体被溶酶体内的溶菌酶和蛋白水解酶消化后，碎片被释放到细胞外。吞噬细胞还可以释放细胞因子招募更多免疫细胞到达炎症部位清除病原体。 (2) “脓”会在感染过程中不断形成。巨噬细胞消灭了大量的病原体、死亡的中性粒细胞和损伤的组织细胞后便死亡了。一段时间后，受感染的组织内会产生包含活的和死的白细胞、正在增殖的和已死亡的病原体以及体液的混合物即为脓。最终脓会被新的巨噬细胞完全清除，机体恢复健康。

4. 还具有免疫监控、免疫自稳的功能。可从免疫调节失衡引发的疾病角度探讨，具体过程略。

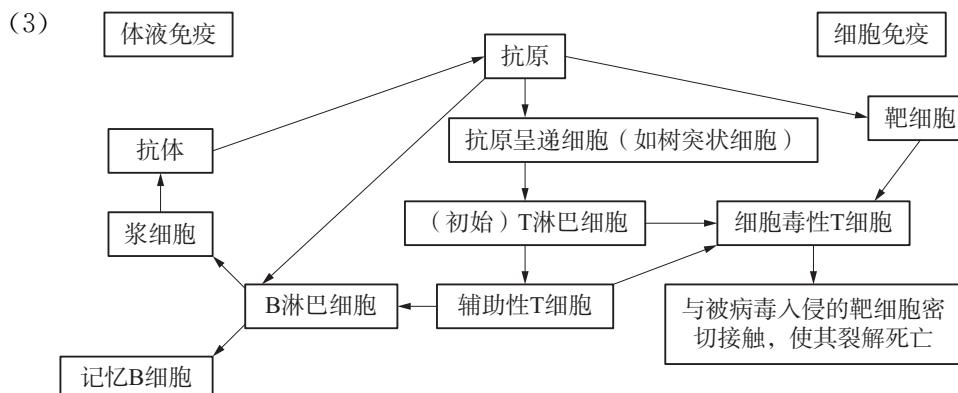
第3节 B、T淋巴细胞参与特异性免疫应答

1. C

2. ABD

3. 同意。非特异免疫中吞噬细胞等免疫细胞能吞噬、处理、呈递抗原给T淋巴细胞，启动特异性免疫。

4. (1) 感染过感冒病毒且痊愈的同学体内会有记忆细胞，当再次遇到相同的感冒病毒，记忆细胞能更快、更强地进行免疫应答，产生更多的免疫细胞、抗体和细胞因子，从而快速消灭病毒。
(2) 流感病毒是RNA病毒，容易变异，该同学感染的感冒病毒发生了变异。或此同学被其他类型的流感病毒感染了。



5. (1) 核酸检测是检测被测者体内是否含有新型冠状病毒特有的核酸(RNA)片段。若被测者呈现核酸阳性，说明其体内有新型冠状病毒特有的RNA，即受过感染。抗体检测是检测被测者体内针对新型冠状病毒所产生的抗体。若被测者核酸检测呈阳性，但未发现抗体，说明被测者处于疾病的早期；若被测者体内核酸和抗体都呈阳性，说明被测者不但感染了新型冠状病毒，而且对该病毒已

产生了特异性免疫；若被测者核酸呈阴性而抗体呈阳性，说明被测者已经痊愈，并对新型冠状病毒产生了一定的免疫力。由于有少数被测者体内会出现假阳性，因此，可采用核酸和抗体共同检测的方法来明确被测者是否感染新型冠状病毒。另自 2021 年起，由于抗原检测的简便性较高，抗原检测和核酸检测成为较常见的检测方法。（2）由于被新型冠状病毒感染并康复者的血清中会存留针对该病毒的特异性抗体，所以注射该病康复患者的血清，能使特异性抗体与危重症患者体内的新型冠状病毒特异性结合，从而帮助消灭该病毒。（3）略。

第 4 节 免疫功能异常可能引发疾病

1. (1) D (2) C (3) B (4) B (5) A
2. C
3. ABC
4. 略。

第 4 章学业评价

1. ABCD

2. B

3. C

4. (1) D (2) 受体 蛋白质 信息交流 (3) b 为浆细胞，具有丰富的粗面内质网，附着大量核糖体，也具有高尔基体等细胞器，有利于蛋白质抗体的合成、加工和分泌。（4）一方面，白喉杆菌的多糖抗原直接刺激 B 淋巴细胞增殖分化产生抗体，抗体与抗原结合后中和抗原；另一方面，白喉杆菌的蛋白质抗原被吞噬细胞识别后，吞噬、加工抗原，并将抗原肽-MHC 分子复合体呈递给 T 淋巴细胞。T 淋巴细胞表面特异性抗原受体识别抗原肽-MHC 分子复合体后增殖分化，分泌各种淋巴因子，促进吞噬细胞吞噬和杀死细菌，促进浆细胞产生抗体与抗原结合。（5）建议通过列表、概念图等形式呈现。提示：非特异性免疫与特异性免疫之间有着极其密切的联系。在抗病原体方面，非特异性免疫是基础，它的特点是反应快、作用范围广，但强度较弱，尤其是对某些致病性较强的病原体难以及时消灭，这就需要特异性免疫来发挥作用。特异性免疫的特点是反应较慢，但是针对性较强，在作用强度上也远远超过没有针对性的非特异性免疫。（由于机体在任何时间、任何地点都有可能接触到各种各样的异物，如果全部都以特异性免疫来对付，机体的消耗会过大，因此先以非特异性免疫来处理更为有利）。特异性免疫是在非特异性免疫的基础上形成，例如，进入机体的抗原，如果不经过吞噬细胞的加工处理，多数抗原将无法对免疫系统起到刺激作用，相应的特异性免疫也就不会发生；此外，特异性免疫的形成过程又反过来增强机体的非特异性免疫。例如，人体接种卡介苗以后，除了增强人体对结核分枝杆菌的免疫能力以外，还增强了巨噬细胞对布氏杆菌和肿瘤细胞的吞噬、消化能力，以及增加了干扰素的含量等。（6）结核分枝杆菌是一种多寄生于巨噬细胞内的细菌，主要通过机体的细胞免疫应答来清除；白喉杆菌是一种多在宿主细胞外的血液、组织和组织间隙中生长繁殖的细菌，主要通过机体的体液免疫应答来清除。结核分枝杆菌与白喉杆菌感染人体后都会产生具有传染性的疾病，即传染病。传染病的预防措施主要通过控制传染病流行的三个环节，即控制传染源、切断传播途径、保护易感人群。在控制传染源方面，要对患者和病原体携带者进行隔离。

治疗,对患者要做到早发现、早诊断、早报告、早隔离、早治疗等。在切断传播途径方面,结核分枝杆菌主要通过空气传播,可通过保持居住地或公共场所的空气流通,对空气进行消毒等措施来预防。白喉杆菌主要通过空气传播(如飞沫或飞沫核传播)和媒介物传播(如污染物品等),除了切断空气传播外,还需要对接触物,如食物、餐具、玩具等进行消毒。因此,消毒是有效切断传播途径、防止传染病扩散或蔓延的重要措施之一。在保护易感人群方面,对易感人群进行免疫接种是预防措施的首选。

5. (1) 抗原 (2) 三 (3) 浆细胞和记忆 B (4) DNA 疫苗被注射入肌肉后进入肌肉细胞的细胞核,经过转录和翻译表达并释放抗原蛋白,由吞噬细胞吞噬、处理呈递给 T 淋巴细胞增殖分化,产生细胞毒性 T 细胞,与含目的蛋白的靶细胞接触。同时,T 淋巴细胞能产生各种细胞因子,不但促进细胞毒性 T 细胞的免疫功能,还能与抗原(目的蛋白)共同促进 B 淋巴细胞增殖分化产生浆细胞和记忆 B 细胞。即注射疫苗后能让机体产生相应的记忆细胞。

6. (1) 当机体感染 HIV 初期(1 年内),T 淋巴细胞增殖分化,数量增加;随着 HIV 数量逐渐增加(1~8 年左右),T 淋巴细胞的数目逐渐下降。最后,当 HIV 数量达到最大值(9 年后),T 淋巴细胞数目降至最低。(2) 当机体感染 HIV 后,主要侵染人体的辅助性 T 淋巴细胞。随着 T 淋巴细胞数目逐渐下降,由辅助性 T 淋巴细胞产生的各种细胞因子也逐渐减少,从而影响吞噬细胞和 B 淋巴细胞的功能,最后导致人体免疫力下降甚至丧失。(3) 略。提示:艾滋病的传播途径主要有性接触传播、血液传播和母婴传播。预防艾滋病传播的主要措施有:①采取安全的性行为,如使用避孕套;②严禁吸毒行为;③不与他人共用牙刷和剃须刀;④不用未经消毒的器械文眉、穿耳等。

第 5 章 植物生命活动的调节

第 1 节 生长素对植物生长的调节作用

1. A
2. B

3. 果农修剪枝条能够解除植物的顶端优势,果树的侧芽就能发育成枝条,便于果树的挂果和果实的采摘。剪枝后果实高产的原因:生长素的作用具有两重性,顶芽产生过多的生长素会对侧芽产生抑制效果,造成果树产量下降。若去除顶芽,则因生长素浓度适宜而促进果树的侧芽生长发育成枝条,进而提高果实产量。

4. 首先是达尔文父子通过实验,推断胚芽鞘尖端产生了促进胚芽鞘伸长区生长的物质,杰逊在此基础上证实了胚芽鞘尖端确实产生了能够透过琼脂块的化学物质。拜尔的实验证明胚芽鞘尖端产生的这种物质具有促进细胞生长的作用。温特在前人的基础上进行了更为科学的实验证明,还收集到了这种促进植物生长的化学物质并将其命名为生长素。郭葛利用胚芽鞘中分离到的生长素进行鉴定得到了其化学成分为吲哚-3-乙酸。以上科学家运用了归纳与概括、推理与演绎等科学思维。

第 2 节 植物激素及其类似物调节植物的生命活动

1. D
2. B

3. (1) 植物激素是植物体产生的具有调节植物生命活动的微量有机化合物,植物激素类似物是人工合成的具有类似植物激素功能的有机化合物。相较植物激素而言,植物激素类似物更稳定、更容易大面积推广使用。(2) 花生秧苗生长过旺不利用花生产量的提高,可使用植物激素类似物中的生长延缓剂,如多效唑来延缓秧苗的生长使之长得更为健壮,以利于花生产量的提高。(3) 资料来源可以是专业书籍或专业论文网站。合理化使用应注意国家对植物激素类似物使用的相关标准,以及相关残留量的分析报告。

第3节 环境因素参与植物生命活动的调节

1. D

2. B

3. (1) 需要考虑的环境因素包括:光照、温度、空气因素及植物所需的营养成分。(2) 可以参考植物光照培养箱的设计原理,在此基础上补充空气循环系统。另外,还可以对不同波长的光质进行调节。

第5章学业评价

1. B

2. AD

3. (1) C (2) 去除顶芽 施加适宜浓度的细胞分裂素 (3) 细胞分裂素时间 浓度

4. (3) 等量上述各浓度氯吡脲溶液 (4) 各组黄瓜幼苗坐果率及果形 两重 同意该同学的观点,因为该实验是探究氯吡脲溶液对黄瓜坐果的影响,需要用等量的蒸馏水涂抹一组黄瓜幼苗的瓜柄,作为对照。

5. 该报道过于片面、不科学。因为用乙烯利催熟水果一般都有合适的使用剂量,正常剂量的乙烯利处理水果后残留较少不会对人体健康产生影响。虽然理论上过量使用乙烯利、过多的残留会对人体健康带来一定的影响,但是实际中过量使用乙烯利会加剧香蕉的坏果等降低经济效益,所以市场上一般不会出现商贩人为过量使用乙烯利的现象。

附录2 《练习部分》参考答案

第1章 人体的内环境和稳态

第1节 内环境是机体细胞赖以生存的环境

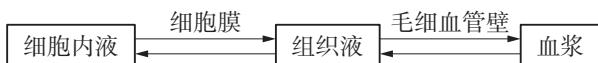
【选择题】

1. D 2. A 3. A 4. B 5. D 6. C

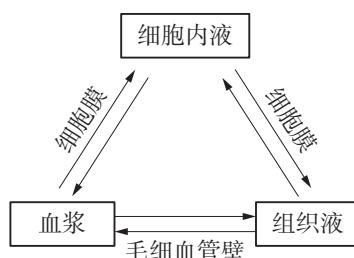
【综合题】

1. (1) ①血浆、②组织液、③细胞内液。由于典型的哺乳动物细胞通过主动运输维持着胞外 Na^+ 浓度比胞内高、 K^+ 浓度比胞内低的正常状态, 可判断出③是细胞内液。同时血浆成分中蛋白质含量远高于组织液, 因此可确定①是血浆, ②是组织液。 (2) B (3) C (4) D (5) ①、②、③之间发生的物质交换关系, 分类讨论如下。

如, 绝大多数机体细胞:



又如, 位于各级血管内壁上皮细胞:



机体细胞与内环境之间的关系: 机体中绝大多数细胞位于组织液中, 它们通过细胞膜从组织液直接吸收营养物质和氧气, 并将代谢产物排入组织液, 完成自身的新陈代谢。悬浮于血浆中的血细胞和浸浴于淋巴中的淋巴细胞, 分别直接与血浆或淋巴进行各种物质的交换。还有些是位于两种内环境组成之间的细胞, 如毛细血管壁上皮细胞可以同时与血浆和组织液进行物质交换; 毛细淋巴管壁上皮细胞也能同时与淋巴和组织液进行物质交换。各种机体细胞不仅通过与内环境的物质交换完成自身新陈代谢, 同时也通过细胞物质的合成、分解、贮存和释放, 时刻参与着内环境的形成与维持。

2. (1) 内环境 组织液 血浆 淋巴 (2) 泌尿系统 尿 (3) 消化 消化吸收 肝脏中肝糖原的分解 (4) 内环境中的尿素通常源于细胞进行蛋白质代谢的过程。蛋白质先水解成氨基酸, 然后在酶的催化下脱下氨基, 氨基可转化成尿素。尿素直接穿过细胞膜进入组织液, 然后经毛细血管壁进入血浆, 通过循环系统运至肾脏随尿液排出体外。少量尿素也能通过汗腺排出体外。 (5) 器官I代表肺。如果肺发生了功能性障碍, 意味着呼吸功能即气体交换出现困难, 这样容易造成内环境氧含量降低, 机体缺氧还会引起呼吸困难、胸闷、四肢乏力等表现。由于排出 CO_2 发生障碍, 血浆中 CO_2 含量增多易造成酸中毒。

第2节 内环境稳态是机体细胞生命活动的保障

【选择题】

1. D 2. C 3. C 4. D 5. B 6. C

【综合题】

1. (1) C (2) 低 相同 蛋白质或胶体 (3) 使用生理盐水给患者静脉输液,其作用是补充失去的水分和无机盐,恢复并保持内环境的稳态。如果用浓度低于生理盐水的盐溶液进行输液,会引起血浆渗透压的下降,使血液中的血细胞吸水膨胀,甚至破裂,造成严重损伤。 (4) 由于血浆中的蛋白质通常不能透过毛细血管壁进入组织液,胶体物质形成的渗透压尽管不大,但对于组织液中的物质回流至血浆至关重要。肾脏炎症产生蛋白尿,会使血浆中大量的血浆蛋白质随尿丢失,造成血浆渗透压下降,导致组织液中的物质尤其是水分无法回流至血浆而积聚于组织间隙,形成组织水肿。

2. (1) 7.35~7.45 含有多种对酸碱变化具有调节作用,并成对存在的缓冲物质 (2) 酸 胃蛋白 碱 泌尿系统 (3) 在剧烈的体育运动后,我们会感到部分肌肉有明显的酸痛感,主要是由于剧烈运动中骨骼肌细胞进行无氧呼吸(糖酵解),葡萄糖代谢产生了乳酸,乳酸积累于肌肉中从而产生酸痛感。乳酸尽管会暂时引起内环境 pH 略微波动,但随着与血浆中的 NaHCO_3 反应形成乳酸钠和 H_2CO_3 后,内环境 pH 恢复并维持在 7.35~7.45 正常范围内。 (4) 除了内环境中存在的缓冲物质外,其他的系统器官也同时发挥着稳定 pH 的功能。例如,呼吸系统能通过肺进行气体交换,将代谢产生的 CO_2 及时排出体外,避免酸性物质的积累;泌尿系统中的肾脏能排出体内多余的酸性物质或碱性物质。

本章综合练习

1. (1) 理化特性和物质浓度的一种动态平衡(相对稳定) (2) 在高原地区生活的人血液中血红蛋白含量出现相对增高,这是机体的适应性调节。有利于提高血液的运氧能力,使人更好地适应高原地区低压、缺氧的环境。

2. (1) 呼吸加深 加深 弥补气体交换障碍造成的缺氧 (2) 增强 减弱 (3) 能力有一定的限度 (4) 免疫系统 (5) 这句话具有一定的科学性,但并不完整。发热是人体抵抗感染性疾病的生理性防御反应,较为短暂且一定范围内的体温升高能促进人体新陈代谢,产生足够能量供机体抗病需要;刺激人体的免疫系统,增强免疫细胞的移动速度和活性,迅速产生各种免疫活性物质;抑制病原体的活性与增殖等,这都有利于机体的康复。但是如果长期发热或是体温过高则会造成内环境稳态的失调,给机体正常功能造成影响,严重的甚至会危及生命。因此,临幊上仍然需要对发热的病因进行诊断和及时对症治疗,并对持续过高的体温(高于 38.5 °C)进行物理或药物降温。

第2章 人体的神经调节

第1节 反射是神经调节的基本方式

【选择题】

1. D 2. C 3. A 4. B 5. D 6. D

【综合题】

1. (1) B (2) 脊髓灰质 轴突 (3) 刺激切断处的近脊髓侧,肌肉发生收缩,而刺激远脊髓侧,肌肉不发生收缩 ① ② (4) AC

2. (1) 新生前体神经细胞 神经胶质细胞 (2) 脑组织中还有少量神经干细胞,保持着分裂和分化的能力 (3) 细胞生长出越来越多和越来越长的突起,建立广泛的联络 为整个神经系统信息的输入、整合、处理,以及“指令信息”的输出提供高效的网络渠道 (4) 如图所示,神经元一旦分化形成,则不再具有分裂分化的能力,只能稳定地执行其功能直至死亡。帕金森病因多巴胺神经元变性死亡所致,老年人无法通过神经干细胞的分裂分化来产生足够的多巴胺神经元以实现更新修复,症状随年龄逐渐发展,故老年性神经退行性疾病具不可逆性。如要彻底改善症状,可采取的治疗思路是:利用现代生物技术,培养患者自身的具有分化能力的干细胞,加入特定的促分化因子,通过调控其基因表达来分裂分化产生充足的神经干细胞,再移植到患者的脑部。

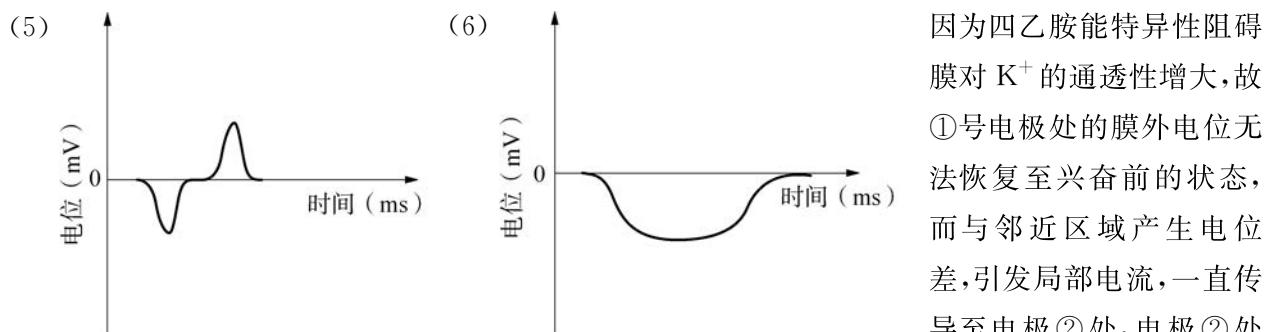
第2节 神经调节过程涉及信息的转换及传递

【选择题】

1. A 2. B 3. B 4. D 5. C 6. D 7. C 8. A 9. C 10. C 11. D 12. B

【综合题】

1. (1) ① K^+ (2) AD (3) “兴奋的膜学说”与今天获得的实验证据不完全吻合。从实验结果来看,当神经元细胞膜受刺激时,首先是对 Na^+ 通透性发生了变化,导致膜的极化状态发生反转而并非消失;随后,由于膜对 Na^+ 的通透性急剧下降而对 K^+ 的通透性迅速增大,导致膜恢复之前的极化状态。因此,刺激并非通过增大所有离子的通透性而破坏了膜的极化状态,只是选择性地先后改变一些离子的通透性而改变膜的极化状态。伯恩斯坦认为兴奋扩展至新的部位是因为受刺激部位与新的部位(未破坏极化状态的区域)之间发生局部电流,这一看法与实验证据吻合,因为实验结果发现膜受刺激区域的电位发生了反转,这样无论在膜外还是膜内均会与邻近区域之间产生电位差,从而产生局部电流,导致新的区域对离子的通透性发生改变而引发兴奋(兴奋的扩布)。 (4) D



兴奋引起 Na^+ 内流,同样因无法恢复至兴奋前的状态,最终与电极①处电位差相等。

2. (1) 传出神经元 (2) 后膜 内负外正 (3) 胞吐 高尔基体、线粒体 一定的流动性 A
(4) 阿托品能与乙酰胆碱受体结合,导致乙酰胆碱无法结合受体,从而无法引发突触后膜(虹膜平滑肌细胞膜)对 Na^+ 通透性增大而兴奋,所以虹膜平滑肌舒张致瞳孔放大(散瞳)。 (5) 阿托品虽然可以与乙酰胆碱竞争性结合受体,但分子结构与乙酰胆碱不同,不能与神经递质降解酶的活性部位结合,因此不会被突触间隙的酶降解。 (6) BCD

第3节 神经中枢调控机体的生命活动

【选择题】

1. B 2. A 3. B 4. D 5. D 6. C 7. A 8. B 9. A 10. D

【综合题】

1. (1) C (2) 运动时,心交感神经兴奋性显著增强,而控制心脏活动的副交感神经的兴奋性减弱,导致心率加快,心输出量增大,输送给骨骼肌更多的氧气和能源物质。休息时,心交感神经兴奋性减弱,而控制心脏活动的副交感神经则兴奋性增强,使得心率下降。 (3) 在大脑皮层、下丘脑等部位也分布有心血管活动的神经中枢,因为人在紧张、兴奋、激动、愤怒等情绪状态下也会引起心血管活动发生改变,而导致心率加快、血压升高等反应。 (4) 由迷走神经(或副交感神经)和交感神经通过相互拮抗共同支配心脏活动,能使机体在受到环境信息的强烈刺激后,通过调节做出快速反应,提高机体维持稳态的效率,以应对复杂多变的环境,对提高动物的生存能力具有积极意义。

2. (1) 条件反射 (2) CD (3) A,C 大脑皮层和脊髓 (4) 不会。由图可知,该手术成功后,通过刺激腿部皮肤实现“自主排尿”是需要通过大脑皮层的高级神经中枢与脊髓排尿中枢的共同调节才能完成,故排尿反射不会失去大脑的控制而“失禁”。

第4节 条件反射是大脑的高级调节功能

【选择题】

1. C 2. A 3. C 4. C 5. D 6. B

【综合题】

1. (1) ① (2) ①⑤⑥ (3) A

2. (1) ABDEF (2) 训练的第1~4天,随天数增加,对照组大鼠平均逃避潜伏期明显缩短;第5天较前4天略有下降并趋于稳定。原因分析:训练第1天大鼠寻台成功是无意识偶然发生的,但对大鼠后续的寻台训练起到强化作用。随着训练次数的增加,寻台成功的强化刺激不断得到加强,大鼠逐渐建立起条件反射,即学会了通过收集与空间定位有关的视觉信息,以及对这些信息进行处理、整理、记忆、加固,从而能成功航行并找到隐藏在水下的平台。大鼠的条件反射建立后,寻台就成了有意识调取记忆的行为,所以达到最快速度并趋于稳定。 (3) 图2-19中数据显示,训练的第1天和第2天,3组大鼠的平均逃避潜伏期无统计意义的差异。第3~5天,尽管低剂量组大鼠的平均逃避潜伏期与对照组无统计意义的差异,但高剂量组明显长于低剂量组和对照组,且均存在统计意义的显著差异。说明高剂量的氯胺酮会对大鼠的学习和记忆能力造成不良影响,而低剂量的氯胺酮对大鼠的学习和记忆能力基本无影响。 (4) B (5) 本实验中实验组大鼠为每天1次、连续7天腹腔注射低剂量或高剂量的氯胺酮。与对照组大鼠对比显示,连续使用高剂量氯胺酮致使大鼠的学习和记忆能力受损。因此,临床使用氯胺酮麻醉时,需注意用药剂量及用药的间隔时间,并且在一段时间内不能连续使用,避免发生安全隐患,做到安全用药。

本章综合练习

1. (1) 传入神经冲动 电刺激背根外周段,蛙后肢不发生运动反应,说明背根外周部分不能将

神经信号传向效应器;而电刺激背根中枢段,蛙后肢发生运动反应,说明有神经信号经中枢传向了效应器,而传向中枢的神经信号来自背根中枢段,说明背根是将神经信号传入中枢的 (2) 传出神经冲动 电刺激腹根外周段,蛙后肢发生运动反应,说明腹根外周段能将神经信号传向效应器;而电刺激腹根中枢段,蛙后肢不发生运动反应,说明神经信号无法到达效应器;前一步实验证明神经信号经腹根外周段到达效应器,因此推测神经信号的传递是从腹根中枢段传向外周段,说明腹根将中枢的神经信号向外周传递

2. (1) 3 2 (2) 外 Na^+ ① (3) 突起 (4) BC

3. (1) 作用于突触后神经元细胞膜上的受体,改变膜对某些离子的通透性从而使膜内电位发生变化,从而使突触后神经元发生兴奋或受到抑制,神经信号得以从前神经元传向后神经元 (2) 动作突触前膜 (3) 大脑皮层 GABA 对兔的大脑皮层中控制排尿的高级神经中枢产生了抑制,导致其排尿反射仅受到脊髓中低级神经中枢的控制。 (4) 该药物与神经递质竞争突触后膜上的受体,导致神经递质无法与受体结合。

第3章 人体的体液调节

第1节 激素调节是体液调节的主要形式

【选择题】

1. D 2. A 3. B 4. D 5. A 6. B

【综合题】

1. (1) 高效性 (2) 排除手术对实验结果的干扰 (3) 对切除双侧卵巢手术后的大鼠单独使用甲状旁腺素和降钙素的效果类似,均能提高其血钙浓度和血液雌激素的浓度,进而提高腰椎骨密度和股骨最大负荷,但均不能达到“假手术”组的水平;联合使用甲状旁腺素和降钙素的效果比单独使用的效果显著,能进一步提高血钙浓度、血液雌激素浓度、腰椎骨密度和股骨最大负荷,但也未达到“假手术”的水平。说明甲状旁腺素和降钙素能在一定程度上缓解骨质疏松症,且联合使用的效果更好,但均不能达到最佳状态。

2. (1) AD (2) 小鼠的下丘脑神经组织中蛋白酶 P 含量增加 (3) 该实验结果支持假说二。Ⅲ组小鼠细胞膜上的瘦素受体量低于Ⅱ组,而Ⅰ组小鼠细胞膜上瘦素受体量高于Ⅱ组。 (4) 治疗思路:开发能够降低蛋白酶 P 功能的药物,或者开发蛋白酶 P 抑制剂。可能风险:新药物的副作用;抑制剂可能影响蛋白酶 P 的其他生理功能。(合理即可)

第2节 激素通过反馈调节和分级调节维持稳态

【选择题】

1. C 2. D 3. A 4. C 5. C 6. D 7. B 8. C 9. C 10. D 11. D

【综合题】

1. (1) 胰岛 α 细胞 肾上腺素、去甲肾上腺素 (2) \downarrow \uparrow (3) BD (4) ABD (5) 不会一直持续下去。因为血糖浓度升高后,胰岛素的分泌量会慢慢回升,胰高血糖素、肾上腺素等激素的分泌量会逐渐下降,使血糖浓度停止升高,维持在适宜的浓度范围内。

2. (1) 内分泌 (2) 激素 ABD (3) 下降 注射 GLP-1 后胰岛素含量增加,能降低血糖浓度,同时抑制胰高血糖素的分泌,减少了血糖来源。 (4) 开发 GLP-1 类似物、DPP-4 的抑制物,或刺激 L 细胞分泌 GLP-1 的药物。

3. (1) 脂质(固醇类) (2) 分级 反馈 (3) bcd 补充 LH 和 FSH 至健康人(正常)水平

4. (1) 血液 皮质醇(或皮质酮) 皮质醇含量在 3 min 内迅速升高(或皮质酮含量在 40 min 内持续升高且远高于皮质醇,全程发挥作用) (2) 当小鼠受到刺激时,下丘脑分泌的促肾上腺皮质激素释放激素作用于垂体,垂体分泌的促肾上腺皮质激素促进肾上腺皮质细胞合成糖皮质激素,使糖皮质激素分泌增加。当血液中糖皮质激素浓度超过一定量后,抑制下丘脑、垂体的分泌活动,使糖皮质激素的浓度不会持续过高。 (3) 皮质醇在内质网膜上酶的催化作用下生成无活性的皮质酮 (4) 长期服用大剂量外源糖皮质激素,导致过多的皮质醇与 MR 结合形成二聚体,进入细胞核后促进 Na^+ 泵基因和 S 蛋白基因的表达,S 蛋白作用于 Na^+ 泵-N 蛋白复合体,使二者分开,游离的 Na^+ 泵转移到肾小管上皮细胞膜,促进 Na^+ 的重吸收作用,造成钠潴留。

第 3 节 神经调节与体液调节共同维持稳态

【选择题】

1. B 2. C 3. C 4. C 5. A 6. A 7. A 8. D 9. D 10. A 11. A 12. D

【综合题】

1. (1) 促甲状腺激素释放激素 冷 神经、体液调节 (2) 等于 (3) AD

2. (1) 垂体 渴觉 (2) 抗利尿激素(ADH) 血液循环(体液) 受体 (3) B (4) C

(5) 25~35℃时,人体大量出汗使血浆渗透压升高,渗透压感受器兴奋,下丘脑分泌到血液中的 ADH 增加,肾小管和集合管对水分的重吸收增强,使尿量减少。

3. (1) 人体入水后,皮肤冷感受器受到刺激,产生的信号经传入神经传至下丘脑的体温调节中枢,肾上腺和甲状腺激素的分泌量增加,引起体细胞新陈代谢加快,产热量增加,同时游泳过程中骨骼肌收缩也能增加产热量。皮肤血管收缩,血流量减少,散热量也减少,最终维持体温平衡。

(2) 胰岛素 (3) 激素等信息分子通过体液传递需要时间长,而兴奋通过反射弧传导所需时间短

4. (1) 探究肾上腺素在糖原分解中的作用及作用机理 (2) 肝糖原 肾上腺素 → 受体蛋白 → 物质 X → B 酶转化为 A 酶 → 肝糖原分解 (3) 一方面,像肾上腺这样的部分内分泌腺本身就直接或间接地接受中枢神经系统的调节,所以体液调节可看作神经调节的一个环节;另一方面,像肾上腺素这样的部分激素可以作为神经递质参与神经信号的传递与调节,同时,有的内分泌腺所分泌的激素(如甲状腺激素)也可影响神经系统的功能。

本章综合练习

1. (1) 不只是由神经调节引起,还可能与盐酸刺激后小肠产生的分泌物有关 (2) 胰腺分泌的胰蛋白酶可将胰岛素分解(磨碎的胰腺组织中,有胰泡组织细胞释放出的蛋白酶,会水解胰岛素) (3) 高效性、特异性 (4) 等量的生理盐水 稍低

2. (1) 有氧呼吸 内正外负 (2) ABC (3) 增加组织细胞膜上葡萄糖转运蛋白的数量,促进葡萄糖进入组织细胞;促进组织细胞内葡萄糖合成糖原、蛋白质和脂肪。 (4) 生理盐水 (5) 该说

法不完全科学。与 WT - C 组相比,WT - M 组小鼠血浆的胰岛素浓度低,降血糖效果明显,说明二甲双胍可能通过增强人体细胞对胰岛素的敏感性来降低血糖;将上述两组结果与 KO - C 组和 KO - M 组比较发现,敲除 GDF15 基因后,血浆的胰岛素浓度升高,而血糖浓度却有所上升,说明二甲双胍的降血糖效应与 GDF15 的表达有关。

3. (1) 肾上腺髓质细胞 组织液 (2) ①② 促甲状腺激素释放激素 (3) A (4) D (5) 一方面增加去甲肾上腺素受体的数量,使细胞中 cAMP(环磷酸腺苷)增加,cAMP 促进脂肪氧化分解产热;另一方面促进 UCP - 1 基因的表达,促进 UCP - 1 蛋白的合成,从而使有氧呼吸的最后阶段释放出来的能量更多地转化成热能,减少 ATP 的生成。

4. (1) 分级 (2) 正反馈 (3) ABC (4) 催产素与子宫平滑肌细胞膜上的 OTR 结合后,促进 PIP2 水解为 DAG 和 IP3。IP3 促进 Ca^{2+} 流入细胞内与 DAG 激活的 PKC 结合形成 Ca^{2+} -PKC 复合体。 Ca^{2+} -PKC 复合体激活肌球蛋白轻链激酶,使肌凝蛋白磷酸化引起肌肉收缩。子宫肌肉收缩将胎儿外推增强下丘脑兴奋性从而使垂体分泌更多的催产素,加强子宫肌肉收缩直至完成分娩。

第 4 章 人体的免疫调节

第 1 节 免疫系统是免疫调节的基础

【选择题】

1. C 2. B 3. C 4. D 5. D 6. D

【综合题】

1. (1) 免疫细胞 免疫活性物质 (2) 因为大多数免疫细胞表面有抗原受体,能通过细胞识别,识别出移植器官为异己,并对其产生免疫应答。 (3) 器官移植主要与 T 淋巴细胞有关。因为胸腺主要是 T 淋巴细胞分化、发育和成熟的场所。当对切除胸腺的小鼠进行器官移植时,小鼠不易出现排异反应,而胸腺完整的小鼠会对器官移植产生排异反应。这说明器官移植与 T 淋巴细胞有关。(4) 在原实验的基础上,从胸腺提取、分离出各种免疫细胞;根据免疫细胞的种类,对切除胸腺的器官移植小鼠进行分组;分别将上述免疫细胞输入切除胸腺的器官移植小鼠;观察、记录小鼠的生理反应。预测结果: 输入 T 淋巴细胞的实验小鼠出现排异反应;输入其他免疫细胞的各组实验小鼠无明显的排异反应。

2. (1) 受体 (2) AB (3) 分泌促炎症性细胞因子(TNF - α 、IL - 6)增多,分泌抗炎症性细胞因子(IL - 4、IL - 10)减少,导致炎症反应强度过大,使机体调控炎症反应失衡,从而引发类风湿性关节炎。 (4) AC (5) 分别选择生理状况相同的患类风湿性关节炎的克隆小鼠若干,平均分为对照组和实验组;实验组每天注射适量姜黄素提取液,对照组每天注射等量生理盐水;饲喂一段时间后,分别测定两组小鼠血清中各种细胞因子水平的相对值。若实验组小鼠的促炎症性细胞因子水平降低,抗炎症性细胞因子水平增加,说明姜黄素具有一定抗类风湿性关节炎的作用。

第 2 节 免疫系统具有防御功能

【选择题】

1. B 2. C 3. D 4. D 5. D

【综合题】

1. (1) AB (2) ②③④⑥ (3) 二 先天性、生来就有，并能对众多“异己”发挥一定程度的防御作用，没有特殊的针对性（即非特异性） (4) BC

2. (1) A (2) BD (3) 提示：根据概念模型构建的一般过程，厘清糖尿病、巨噬细胞和细胞因子产生炎症反应的关系。 (4) 根据题干信息，革兰氏阴性菌细胞壁的主要成分之一是脂多糖（LPS）。长期摄入高脂肪、低纤维的食物，会促进肠道内革兰氏阴性菌过度生长，造成血浆中脂多糖（LPS）含量升高。据图可知，LPS与LBP形成的复合物会促进巨噬细胞产生过量的细胞因子，促进胰岛 β 细胞凋亡，使胰岛素合成减少，最终导致（I型）糖尿病。所以，养成均衡的饮食习惯有利于减少机体发生炎症反应及引发糖尿病的风险。

第3节 B、T淋巴细胞参与特异性免疫应答

【选择题】

1. D 2. C 3. B 4. A 5. D 6. C 7. C 8. D 9. D 10. B 11. A

【综合题】

1. (1) C (2) 当细菌入侵人体，首先启动非特异性免疫。需要经过一段时间才能启动特异性免疫，再由B淋巴细胞通过浆细胞产生抗体。 (3) 甲图是首次感染霍乱弧菌的初次免疫，在0~1天，细菌的浓度迅速上升，此时机体未产生大量抗体，随后逐渐下降，至第4天降至0。因为随着抗体浓度的增加，抗体能与细菌结合并促进吞噬细胞杀死细菌，所以细菌的死亡速度大于繁殖速度，最后逐渐减少直至消失；乙图是再次感染霍乱弧菌的二次免疫，机体内存在记忆B细胞，能快速并特异性识别该细菌，再通过浆细胞产生大量抗体消灭细菌。所以细菌增殖缓慢，且在1天左右就能被彻底消灭。 (4) 会出现甲图的情况。因为两者的抗原结构不同，机体内针对霍乱弧菌的记忆细胞并不能快速高效地识别幽门螺杆菌的抗原。所以，初次感染幽门螺杆菌会与甲图类似。 (5) 含葡萄糖与盐的溶液能被小肠上皮黏膜细胞吸收进入血液，从而升高血浆渗透压，减少大量体液和电解质进入肠腔，缓解腹泻和呕吐症状。同时，补充盐溶液也有助于补充因腹泻和呕吐流失的无机盐。因此，通过补液疗法能缓解症状。

2. (1) ACD (2) 提示：脊髓灰质炎活病毒（PV）入侵人体后，吞噬细胞吞噬、处理并呈递抗原信息给V（辅助性T细胞），使其分泌细胞因子bcd。其中c促进吞噬细胞的吞噬作用，b促进Ⅸ（B淋巴细胞）增殖分化为Ⅹ（记忆B细胞）和Ⅶ（浆细胞），并产生a（抗体）与抗原结合，d促进Ⅰ（细胞毒性T细胞）增殖分化为Ⅲ（记忆T细胞）和Ⅱ（细胞毒性T细胞），与被病毒入侵的神经元细胞接触，使其裂解死亡。T淋巴细胞主要参与细胞免疫过程，B淋巴细胞主要参与体液免疫过程。其中，辅助性T细胞通过向B淋巴细胞传递信息、分泌细胞因子等方式也参与了体液免疫过程。细胞毒性T细胞裂解被抗原入侵的靶细胞后，抗体会与抗原结合，也参与细胞免疫过程。 (3) 据图可知，自1980年至1991年，脊髓灰质炎疫苗的注射率从22%上升至75%，脊髓灰质炎发病人数显著下降；从1991年起，随着脊髓灰质炎的注射率上升至78%左右，脊髓灰质炎发病率稳步下降，并基本稳定在相对较低的水平。上述过程可以说明脊髓灰质炎发病率与脊髓灰质炎疫苗注射率有负相关性。 (4) 脊髓灰质炎疫苗含有脊髓灰质炎病毒的抗原成分，能激活人体的免疫系统，产生针对该病毒的抗体以及记忆细胞。当再次遇到脊髓灰质炎病毒后，机体免疫系统能迅速产生免疫应答，产生大量抗体来消灭

该病毒。 (5) 脊髓灰质炎病毒会在粪便及污水中存活,对胃酸、胆汁有很强的抵抗作用,而儿童容易将未洗净的手放入嘴巴,也可能在被污染的水里玩耍等,该病毒容易通过口腔进入体引发疾病。此外,儿童免疫力不如成年人强,也是儿童发病率高的原因。预防措施:注射疫苗、勤洗手、对环境进行消毒、培养良好的卫生习惯、对患者进行隔离、避免去疫情高发地区、养成科学的作息和饮食习惯,提高免疫力等。

3. (1) 抗原 (2) 记忆 B 细胞 细胞毒性 T 细胞 (3) ABC (4) ACD (5) 特异性免疫包括细胞免疫和体液免疫两种方式。在体液免疫方面,通过 Th2(辅助性 T 细胞)分泌细胞因子 b,d,促进 I(B 淋巴细胞)增殖分化产生 III(记忆 B 细胞)和 II(浆细胞),并产生抗体与抗原结合,促进吞噬细胞吞噬抗原。在细胞免疫方面,通过树突状细胞及 Th1(辅助性 T 细胞)释放 c 促进 IV(细胞毒性 T 细胞)增殖分化产生 V(记忆 T 细胞)和 VI(细胞毒性 T 细胞),VI 与被感染的细胞接触,并释放 e 共同使被感染细胞凋亡。 (6) 提示:核酸检测是检测被测者体内是否含有 SARS-CoV 病毒特有的核酸(RNA)片段。若被测者呈现核酸阳性,说明其体内有病毒,即感染了 SARS。抗体检测是检测被测者体内针对 SARS-CoV 病毒所产生的抗体。感染过 SARS 且康复的人,体内可能也会暂时残留抗体(回答有理即可)。 (7) 提示: SARS 是呼吸道传染病,平时要养成良好的卫生习惯,如勤洗手、外出戴口罩等,还要注意加强体育锻炼、调整饮食结构、合理作息,提高免疫力。

4. (1) B (2) ACE (3) 肿瘤细胞主要通过 T 淋巴细胞的细胞免疫应答来清除。由于肿瘤细胞表面一类由 MHC 编码的糖蛋白表达水平下降,会导致肿瘤细胞无法有效地向 T 淋巴细胞呈递抗原信息。为此,T 淋巴细胞无法通过表面 TCR 有效识别到肿瘤细胞表面的抗原信息,使肿瘤细胞可能逃避免疫监视,不断增殖扩散。 (4) 从图中信息可知,CAR-T 细胞的细胞核中含有抗体基因与 TCR 跨膜区基因。这两种基因同时表达的产物——CAR-T 细胞表面的抗原受体(CAR),具有特异性识别肿瘤细胞表面抗原的功能,从而能有效激活 T 淋巴细胞发挥细胞免疫应答的功能,高效杀灭肿瘤细胞。 (5) 结构差异: T 淋巴细胞表面的抗原受体是 TCR;B 淋巴细胞表面的抗原受体是 BCR;CAR-T 细胞则是 CAR。功能差异: T 淋巴细胞能杀死肿瘤细胞却不能高效识别肿瘤抗原;B 淋巴细胞通过浆细胞产生的抗体能识别抗原,但不能高效杀死抗原,且当 T 淋巴细胞不能有效呈递肿瘤抗原信息时,B 淋巴细胞很难通过浆细胞产生大量抗体;CAR-T 细胞既能高效识别肿瘤抗原也能高效杀灭肿瘤细胞。

第 4 节 免疫功能异常可能引发疾病

【选择题】

1. C 2. A 3. B 4. C 5. C

【综合题】

1. (1) 初次接触过敏原时,在过敏原的刺激下,B 淋巴细胞活化产生抗体,这些抗体吸附在致敏肥大细胞表面。当相同过敏原再次进入机体时,就会与吸附在致敏肥大细胞表面的相应抗体结合,使致敏肥大细胞释放出组织胺等物质,引起平滑肌收缩、毛细血管扩张、通透性增加、腺体分泌增多,最终出现过敏症状。 (2) 当过敏原进入人体引起免疫反应后,机体会产生特异性抗体。通过定性和定量的方法检测血清是否含有过敏原特异性抗体及其含量,即可测定过敏原的种类,及过敏反应的程度。 (3) ABCD (4) 此题答案开放,参考答案:降低过敏原特异性抗体的敏感性,降低其与

致敏肥大细胞结合；改变过敏原的分子结构，降低其引发过敏反应；利用编码过敏原的基因与DNA载体重组制成DAN疫苗进行接种；降低过敏原引发B淋巴细胞产生特异性抗体的水平等。

2. (1) a (2) B (3) B (4) D (5) ABC (6) 注射疫苗后，巨噬细胞将抗原信息传递给初始状态的T淋巴细胞，一方面激活未经抗原刺激的T淋巴细胞增殖分化为细胞Ⅱ（记忆T细胞）和细胞Ⅰ（细胞毒性T细胞），另一方面，促进细胞Ⅲ增殖分化为细胞Ⅴ（记忆B细胞）和细胞Ⅵ（浆细胞）。当遇到新型冠状病毒入侵，细胞Ⅱ快速产生新的细胞Ⅱ和细胞Ⅰ，细胞Ⅰ能使被该病毒入侵的靶细胞裂解死亡，细胞Ⅴ能快速启动体液免疫，产生新的细胞Ⅴ和细胞Ⅵ，细胞Ⅵ产生抗体与病毒抗原结合。

本章综合练习

1. (1) BCD (2)

细胞类型	分化、发育、成熟的主要场所	增殖分化后的淋巴细胞类型	主要功能	特异性免疫类型
T淋巴细胞	h	c、e、g	j、l、m	b
B淋巴细胞	i	d、f	k	a

(3) 主要是细胞免疫。对A组小鼠注射细菌X 10天后，分离出的T淋巴细胞和血清分别注射到I、II两组小鼠体内，结果显示，被注射血清的II组小鼠脾脏中的活细菌数量不断增加，而被注射T淋巴细胞的I组小鼠脾脏中活细菌数量基本没有增殖，说明T淋巴细胞能抑制细菌X增殖，而T淋巴细胞发挥的特异性免疫属于细胞免疫。(4) 辅助性T细胞能分泌细胞因子，辅助B淋巴细胞的增殖分化。由于①组中仅加入B淋巴细胞，而没有T淋巴细胞的辅助，所以受抗原刺激时只能产生极少抗体；由于T淋巴细胞不能产生抗体，所以②组没有抗体产生；由于T淋巴细胞能辅助B淋巴细胞产生抗体，所以③组能产生抗体；由于没有抗原刺激，不能激活T淋巴细胞和B淋巴细胞的特异性免疫，所以④组没有抗体产生。(5) 活化巨噬 (6) ADF (7) 实验组可检测出该培养液中活化巨噬细胞的数目增多，且对细菌具有较强的杀伤力，因为活化的T淋巴细胞能分泌细胞因子，促进巨噬细胞的活化；对照组培养液中基本不含活化的巨噬细胞，因为未活化的T淋巴细胞基本不产生能促进巨噬细胞活化的细胞因子。

2. (1) 二 (2) B淋巴 细胞毒性T (3) 体液免疫主要通过B淋巴细胞识别埃博拉病毒的抗原，在辅助性T细胞分泌的细胞因子作用下，通过浆细胞产生抗体，特异性识别并结合埃博拉病毒，体现针对埃博拉病毒的特异性；细胞免疫主要通过细胞毒性T细胞，特异性识别被埃博拉病毒感染的靶细胞表面的MHC-抗原肽复合体，体现针对埃博拉病毒的特异性。(4) ACDE (5) ABCD

3. (1) 细胞 (2) ABC (3) 为了使患者体内的树突状细胞能够“表达”肿瘤抗原，可将肿瘤细胞RNA或肿瘤抗原注入从患者体内取出的树突状细胞内，再将成熟表达抗原的树突状细胞重新输入患者体内，将肿瘤抗原呈递给T淋巴细胞，促进细胞毒性T细胞杀死肿瘤细胞。(4) BC (5) 将敲除PD-L1基因的肿瘤细胞和未敲除PD-L1基因的肿瘤细胞通过肿瘤移植技术分别移植到甲、乙两组健康的克隆小鼠体内，比较两组小鼠体内肿瘤的生长情况；将未敲除PD-L1基因的肿瘤细胞通过肿瘤移植技术移植到丙组健康小鼠体内，并注射PD-L1抗体，与PD-L1蛋白特异性结

合。若甲、丙两组克隆小鼠体内肿瘤细胞被清除或抑制,乙组小鼠体内肿瘤细胞数量增多,说明肿瘤细胞是通过 PD-L1 逃脱免疫清除。

第 5 章 植物生命活动的调节

第 1 节 生长素对植物生长的调节作用

【选择题】

1. B 2. B 3. A 4. A 5. B 6. D 7. D 8. D 9. B 10. B 11. C 12. A

【综合题】

1. (1) 小帽的质量 (2) 胚芽鞘纵切制成装片后,用显微镜观察向光侧与背光侧细胞的长度。
(3) 添加对照组 C,将不含生长素的琼脂块放置在实验组植物胚芽鞘相同的位置。 (4) 设计思路: 将不同浓度生长素处理后的琼脂块置于胚芽鞘的正上方,分析不同浓度的生长素对植物生长的影响。预测结果: 在一定的浓度范围内,随着生长素浓度的升高,胚芽鞘尖端下一段生长迅速。超过一定浓度后,胚芽鞘尖端下一段生长速度减缓。实验结论: 生长素对植物生长的调节具有低浓度促进、高浓度抑制的两重性。

2. (1) 胚芽鞘尖端 低于 (2) B 不能

3. (1) 侧芽生长受抑制 侧芽开始生长 侧芽开始生长 侧芽生长受抑制 (2) 顶芽生长抑制了侧芽的生长 (3) 琼脂块对实验结果,即侧芽的生长没有影响 (4) 高浓度的生长素对侧芽生长起抑制作用 (5) 顶芽产生的生长素向下运输,在侧芽处积累较多,侧芽对生长素浓度比较敏感,生长受到抑制

4. (1) 增强 抑制芽的生长 低浓度促进、高浓度抑制的两重性 (2) D 顶端优势 (3) 抑制促进

第 2 节 植物激素及其类似物调节植物的生命活动

【选择题】

1. B 2. D 3. C 4. C 5. A 6. D

【综合题】

1. (1) 促进 0.3 mg/L (2) ABC (3) 赤霉素 不同的油菜素内酯浓度对芹菜株高的促进作用不同,高于最适浓度会出现促进作用减弱的现象,导致油菜素内酯浓度低于或高于最适浓度时,出现促进效果相同的现象。

2. (1) 小 IAA 或吲哚-3-乙酸 (2) 发育的种子 具有分裂能力的细胞能产生生长素,然后运输到作用部位 (3) 乙烯和脱落酸 协同 (4) 果实(植物)在生长发育过程中不是受单一激素的调节,而是受多种激素相互作用。而且在植物不同的发育时期,同一种激素含量也不一样。

第3节 环境因素参与植物生命活动的调节

【选择题】

1. A 2. B 3. D 4. B 5. D 6. B

【综合题】

1. (3) ③光照下 (4)实验变量的唯一性 (5)光能够诱导叶绿素的形成 (6)分别设置五组实验,将大蒜分别置于黑暗、阳光、红、蓝、绿光下,其他处理保持不变。观察和记录实验结果,得出实验结论。

2. (1)抑制茎叶生长,促进根生长 (2)降低 (3)作为化学反应的溶剂,维持细胞渗透压,提供反应的原料等

本章综合练习

1. (1) ① ② (2) 主动运输 (3) BD (4) 细胞分裂素 拮抗

2. (1) ② d (2) 生长素 促进

3. (1) BD (2)与向光性相关的生长素在胚芽鞘尖端产生,而生长素作用的部位在胚芽鞘尖端下部的伸长区,其转运和发挥生理作用需要一定的时间。 (3) 胚芽鞘向背光侧弯曲。因为赤霉素具有促进细胞伸长的作用,在向光侧涂抹赤霉素能促进该区域细胞伸长进而向背光侧弯曲。

4. (1)信号分子 (2) A (3) AB (4) 在单侧光照射下,细胞膜上的向光素活化后向细胞内传递相应的信号,使PIN从细胞膜上脱落,并通过囊泡运输到内质网进行加工,形成特定的结构后再转回细胞膜,最终导致PIN在向光侧的分布少于背光侧。因为PIN能将生长素运出细胞,故导致生长素从向光侧细胞向背光侧细胞移动,引起背光侧细胞生长加快,从而使胚芽鞘呈现向光弯曲的现象。

附录3 《实验与活动部分》“学业评价”参考答案

探究·实验1-1 探究生物体维持pH稳定的机制

1. C 2. ABDF 3. AB 4. C 5. D

探究·活动2-1 成瘾的生理基础及危害

1. AB 2. ABC 3. D

探究·活动3-1 模拟诊疗

1. A 2. B 3. A

探究·活动3-2 认识生活中使用激素类物质对人体健康的影响

1. D 2. B 3. C

探究·建模4-1 构建炎症反应的概念模型

1. C 2. B

3. (1) AB (2) AD (3) 释放的化学物质作为化学信号,有助于吸引更多的免疫细胞到达炎症部位清除抗原,尽快恢复机体的稳态与平衡。

探究·实验5-1 探究乙烯利对香蕉的催熟效果

1. D 2. C 3. D

4. 甲同学的合理之处:购买的未成熟香蕉虽然呈现绿色,但是商家可能刚施加过激素不久,因此未能通过肉眼识别出来;乙同学的合理之处:如果使用的乙烯利超过保质期或使用方法和其他操作没有完全按照说明书进行,也可能失效。

探究·实验5-2 探究植物生长素类似物对扦插枝条生根的作用

1. D 2. C 3. B

4. (1) 枝条自身能产生少量的生长素,低浓度的生长素具有促进生根的作用。 (2) 200 mg/L 当IAA浓度大于500 mg/L时,对插条生根的促进作用进一步减弱甚至出现抑制插条生根的现象,因为生长素具有低浓度促进生根,高浓度抑制生根的两重性。

附录 4 教学参考用书

1. 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017 年版 2020 年修订). 北京: 人民教育出版社, 2020.
2. 刘恩山, 曹保义. 普通高中生物学课程标准(2017 年版 2020 年修订)解读. 北京: 高等教育出版社, 2020.
3. 左明雪. 人体及动物生理学(第 4 版). 北京: 高等教育出版社, 2015.
4. 陈守良. 动物生理学(第 4 版). 北京: 北京大学出版社, 2012.
5. 王庭槐. 生理学(第 3 版). 北京: 人民卫生出版社, 2015.
6. 王小菁. 植物生理学(第 8 版). 北京: 高等教育出版社, 2019.

说 明

本书根据教育部颁布的《普通高中生物学课程标准(2017年版 2020年修订)》和高中生物学教科书编写,经上海市中小学教材审查委员会审查准予使用。

编写过程中,上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会专家工作委员会,上海市教育委员会教学研究室,上海市课程方案教育教学研究基地、上海市心理教育教学研究基地、上海市基础教育教材建设研究基地、上海市生命科学教育教学研究基地(上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地)及基地所在单位华东师范大学给予了大力支持。还有许多学科专家、教育专家、教研人员及一线教师给我们提出了宝贵意见和建议,感谢所有对教材编写、出版提供帮助与支持的同仁和各界朋友!

欢迎广大师生来电来函指出书中的差错和不足,提出宝贵意见。出版社电话:021-64848025。

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

经上海市中小学教材审查委员会审查
准予使用 准用号 II-GJ-2022018



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5478-5683-3

A standard linear barcode representing the ISBN number.

9 787547 856833 >

定价：31.50 元