

徐业芬 ● 主编

高原动物生理学

Physiology of Plateau Animals



中国农业大学出版社

China Agricultural University Press

高原动物生理学

Physiology of Plateau Animals

徐业芬 主编

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书以动物系统生理学为主干,着重于青藏高原家畜,兼禽类生理学部分。内容涵盖了动物生理学的主要基本知识点,从整体、器官、系统、细胞及分子水平系统地介绍了动物生理学的基本理论、基本知识和基本技能,并追踪高原尤其是青藏高原动物生理学的最新前沿科研成果和动态,突出该学科的时代特征,力争使本书在高原地区具有更加广泛的适用性。

图书在版编目(CIP)数据

高原动物生理学/徐业芬主编. —北京:中国农业大学出版社,2014.5
ISBN 978-7-5655-0926-1

I. ①高… II. ①徐… III. ①高原-动物-生理学 IV. ①Q4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 055609 号

书 名 高原动物生理学

作 者 徐业芬 主编

策 划 赵 中

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 25.5 印张 600 千字

定 价 48.00 元

责任编辑 冯雪梅 王笃利

责任校对 陈 莹 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 徐业芬

副 主 编 曹随忠 强巴央宗 牛家强

苏胜彦 王桂荣 王 俊

编写人员 (以姓氏拼音字母为序)

曹随忠(四川农业大学)

李军星(浙江农业科学院)

李 梅(南京农业大学)

刘锁柱(西藏大学农牧学院)

刘 凯(西藏职业技术学院)

牛家强(西藏大学农牧学院)

强巴央宗(西藏大学农牧学院)

邱 刚(西藏大学农牧学院)

苏胜彦(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心)

田发益(西藏大学农牧学院)

王桂荣(甘肃农业大学)

王 俊(甘肃农业职业技术学院)

徐业芬(西藏大学农牧学院)

张爱华(南京医科大学)

张 霞(甘肃农业大学)

前 言

动物生理学是高原地区高等农业院校动物医学、动物科学、水产养殖、动植物检疫、生命科学和生物技术等专业的必修核心专业基础课之一,动物生理学课程在高原高等农业院校开设以来的近 40 年教学历程中,所使用的教材也一直在变化之中,由起初李鉴轩主编的《家畜生理学》、南京农业大学主编的《家畜生理学》(第 2 版)、杨秀平主编的《动物生理学》(第 2 版至第 3 版),一直到陈杰主编的《家畜生理学》(第 4 版)。教材直接关系着教学质量和人才培养目标,为了紧紧围绕高原特色优势学科建设、专业建设以及适应高原经济发展对高素质应用型人才的需求,有必要在原有《动物生理学》的基础上,进行以高原为特色的地方教材建设。

本书组织有关院校和科研单位的专家学者 15 人编写,其中具有副教授或副研究员及以上职称 14 人,具有博士学位 9 人,他们具有多年的教学、科研和实践工作经验。本书编写中尽可能收集国内外关于高原(重点是青藏高原)动物(侧重家畜,涉及家禽)在生理学研究方面所取得的最新研究成果和文献资料,并结合对高原地区高等农业院校学生培养的目标需求以及适应国家执业兽医资格考试的形势,经过认真论证并编写。

本书以动物系统生理学为主干,着重于青藏高原家畜,兼禽类生理学部分。内容涵盖了动物生理学的主要基本知识点,从整体、器官、系统、细胞及分子水平系统地介绍了动物生理学的基本理论、基本知识和基本技能,并追踪高原尤其是青藏高原动物生理学的最新前沿科研成果和动态,突出该学科的时代特征,力争使本书在高原地区具有更加广泛的适用性。

国家执业兽医资格考试制度的实施是提高兽医队伍整体素质和从业能力的重要举措,同时也是检验高等农业院校动物医学专业教学质量的试金石。2010 年起已经在全国推广执业兽医资格考试,高原地区高校动物医学专业学生也将面临执业兽医资格考试,考试内容包括基础科目、预防科目、临床科目以及综合应用科目等 4 个科目,涉及动物生理学等课程,故将国家执业兽医资格考试与之衔接起来,每章提炼出学习目的和要求,并附有思考题及国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例,以期更好地适应执业兽医资格考试制度和适应高原经济建设和社会发展的需要。

全书具体编写分工如下:绪论,徐业芬;第一章,李军星、苏胜彦;第二章,徐业芬、牛家强;第三章,邱刚;第四章,王俊;第五章,苏胜彦、田发益;第六章,刘锁柱;第七章,王桂荣;第八章,王桂荣、张霞;第九章,曹随忠;第十章,曹随忠、徐业芬;第十一章,王俊、张爱华、刘凯;第十二章,徐业芬、强巴央宗、李梅。张爱华审读并协助修改了第七、八和十一章,李梅审读并协助修改了第三、四和十二章,这为本书的质量提供了一定的保证。

本书可作为高原地区高等农业院校动物医学、动物科学、水产养殖、动植物检疫、生命科学和生物技术等专业师生的教学参考书,还可供其他地区高等农业院校、普通师范院校、综合性大学、高等职业院校等有关生命科学的本、专科专业学生和教师参考,同时还适用于成人教育,并可作为科研工作者的参考书。

本书参考了大量相关图书、文献和资料,在此向引用资料的原作者致以真诚的感谢,但不免有一些遗漏、错误和不当之处,敬请谅解。在本书编写和修改过程中,南京农业大学谢庄教授提出了许多宝贵意见,谨向老师表示衷心的感谢。

本书的出版得到了“西藏自治区教育厅动物医学特色专业建设”和“中西部高校提升综合实力入选学校西藏自治区级动物生理学课程建设”项目的支持和部分资助,在此特别致谢。同时,还要向所有帮助本书编写和出版的同仁致以真诚的谢意。

本书在编写过程中力求完善,尽管各位编者已经做出巨大努力,但由于水平有限,虽然历经近 2 年的编撰,书中难免存在诸多疏漏和不足之处,敬请广大读者批评指正。

在本书即将出版面世之际,副主编之一的王俊因病英年猝逝,深表遗憾,谨此致哀。

编 者

2014 年 5 月

目 录

绪 论	1
第一节 概述	1
一、高原动物生理学的内容	1
二、动物生理学研究的三种不同水平	1
三、研究方法	2
四、近代生理学研究的业绩	3
五、高原动物生理学的学习目的	5
第二节 动物高原生理适应概况	5
一、高原环境的特点	5
二、动物高原适应特点	6
三、动物高原病	6
第三节 生命的基本特征	7
一、新陈代谢	7
二、兴奋性	7
三、生殖	7
四、适应性	8
第四节 动物内环境与稳态	8
一、内环境	8
二、稳态	8
三、生物节律	9
第五节 家畜生理功能活动的调节	9
一、家畜生理功能活动的调节方式	9
二、机体机能活动的调控模式	11
本章思考题	11
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	12
本章参考文献	12
第一章 细胞生理	13
第一节 细胞的结构	13
一、细胞膜系统	13
二、遗传信息表达系统	17

三、细胞骨架系统·····	19
第二节 物质的跨膜运输·····	22
一、被动运输·····	23
二、主动运输·····	24
三、胞吞和胞吐·····	26
第三节 细胞信号转导·····	27
一、细胞通讯与细胞识别·····	27
二、细胞信号转导·····	28
第四节 细胞的兴奋性与生物电现象·····	32
一、细胞的兴奋性·····	32
二、细胞的生物电现象·····	33
第五节 细胞凋亡·····	36
一、细胞坏死与细胞凋亡·····	36
二、细胞凋亡的机制·····	36
三、细胞凋亡的意义·····	37
四、缺氧对细胞的影响·····	37
本章思考题·····	38
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例·····	39
本章参考文献·····	40
第二章 血液生理·····	41
第一节 血液概述·····	41
一、血液的组成和血量·····	41
二、血液的理化特性·····	44
三、血液的基本功能·····	46
第二节 血浆·····	46
一、血浆蛋白质的种类及功能·····	47
二、血浆中其他物质·····	48
第三节 红细胞·····	48
一、红细胞的形态和数量·····	48
二、红细胞的生理功能·····	49
三、红细胞的生理特性·····	49
四、红细胞的生成与破坏·····	50
第四节 白细胞·····	53
一、白细胞的形态与数量·····	53
二、白细胞的生理功能·····	54
三、白细胞的生成和破坏·····	55
第五节 血小板与生理止血机制·····	55

一、血小板	55
二、血液凝固	57
三、抗凝血系统与纤维蛋白溶解	59
四、促进和延缓血液凝固	60
第六节 血型	61
一、红细胞血型	61
二、血型的应用	62
本章思考题	64
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	64
本章参考文献	64
第三章 血液循环生理	66
第一节 心脏的泵血功能	66
一、心动周期和心率	67
二、心脏的泵血功能及机理	68
三、心音	70
四、心输出量和心力贮备	71
五、高原缺氧与右心肥大	72
第二节 心肌细胞的生物电现象与生理特性	73
一、心肌细胞的生物电现象	73
二、心肌细胞的生理特性	76
三、心电图	80
第三节 血管生理	84
一、血管的种类和功能	84
二、血液在血管系统内的流动	85
三、动脉血压和动脉脉搏	87
四、静脉血压和静脉血流	89
五、微循环	90
六、组织液和淋巴液	92
第四节 心血管活动的调节	93
一、神经调节	93
二、体液调节	96
三、自身调节——局部血流调节	96
第五节 器官循环的特点	97
一、冠状循环	97
二、肺循环	97
三、脑循环	97
本章思考题	97

国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	98
本章参考文献	98
第四章 呼吸生理	100
第一节 呼吸的过程和呼吸器官	100
一、呼吸的过程	100
二、呼吸器官及其功能	101
第二节 呼吸运动	104
一、呼吸运动的类型	104
二、呼吸动作	104
三、呼吸类型、呼吸频率和呼吸音	105
第三节 肺通气原理	106
一、肺内压和胸膜腔内压	106
二、肺通气的阻力	108
三、肺容积和肺容量	110
四、肺通气量	111
第四节 气体交换与运输	112
一、气体交换	112
二、气体运输	116
第五节 呼吸的调节	121
一、神经调节	122
二、化学因素对呼吸的调节	126
三、高原对呼吸的影响	130
本章思考题	130
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	131
本章参考文献	131
第五章 消化和吸收生理	133
第一节 消化道	133
一、消化道的解剖结构	134
二、消化道平滑肌的特性	136
三、消化道的神经、体液调节	137
四、胃肠道激素	138
五、摄食	139
第二节 口咽腔的消化	139
一、咀嚼及其调节	139
二、唾液	140
三、吞咽	140
四、食管	141

五、鱼类的口腔咽	141
第三节 单胃消化	141
一、胃液及其分泌调节	142
二、胃肠运动形式及作用	146
第四节 复胃消化	147
一、瘤胃的消化	148
二、复胃运动及其调节	152
第五节 小肠消化	154
一、小肠内的消化液及其作用	154
二、小肠运动	159
第六节 大肠消化	160
一、大肠液的分泌和微生物消化	161
二、草食动物的大肠消化	161
三、杂食动物的大肠消化(猪)	161
四、肉食动物的大肠消化	161
五、禽类和鱼类的大肠内消化	161
六、大肠的运动与排粪	162
第七节 吸收	163
一、吸收的部位及结构特征	163
二、小肠内主要营养物质的吸收	164
三、高原条件下的吸收差异	167
本章思考题	168
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	168
本章参考文献	169
第六章 能量代谢与体温	170
第一节 能量代谢概述	170
一、能量来源及利用	170
二、能量代谢的测定	173
三、影响能量代谢的主要因素	175
四、基础代谢和静止能量代谢	176
五、影响基础代谢率和静止能量代谢率的因素	176
第二节 体温调节	177
一、动物体温	177
二、恒定体温的维持	179
三、体温调节	182
四、高原动物的冷应激	185
五、恒温动物对环境的适应	185

本章思考题	186
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	187
本章参考文献	187
第七章 泌尿生理	188
第一节 概述	188
一、肾脏的结构特征	188
二、肾脏的血液循环	191
第二节 尿的生成	193
一、尿的成分和性质	193
二、肾小球的滤过作用	194
三、肾小管和集合管的重吸收作用	196
四、肾小管和集合管的分泌与排泄作用	199
第三节 尿的浓缩和稀释	201
一、尿的稀释	201
二、尿的浓缩	201
第四节 尿生成的调节	202
一、肾内自身调节	202
二、神经和体液调节	203
第五节 排尿	206
本章思考题	208
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	208
本章参考文献	208
第八章 神经系统生理	210
第一节 组成神经系统的基本元件	211
一、神经元与神经纤维	211
二、神经胶质细胞	214
第二节 神经元之间的功能联系	217
一、两个神经元之间的信号传递——突触传递	217
二、突触传递的信息物质和信息接收机制——神经递质和受体	223
三、多个神经元之间的功能联系——反射与反射弧	230
第三节 神经系统的感觉功能	232
一、感受器	232
二、感觉传导通路	233
三、大脑皮层的感觉分析功能	237
四、痛觉	238
五、视觉	240
六、听觉	242

七、嗅觉和味觉	243
第四节 神经系统对躯体运动的调节	244
一、脊髓对躯体运动的调节	245
二、脑干对肌紧张和姿势的调节	247
三、小脑对躯体运动的调节	250
四、基底神经节对躯体运动的调节	252
五、大脑皮层对躯体运动的调节	253
第五节 神经系统对内脏活动的调节	255
第六节 脑的高级功能	260
一、大脑皮层的生物电活动	260
二、觉醒和睡眠	262
三、学习与记忆	264
本章思考题	268
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	268
本章参考文献	268
第九章 内分泌	270
第一节 概述	270
一、脊椎动物的内分泌系统	270
二、内分泌系统的生理作用	271
三、内分泌系统作用的调节	271
第二节 激素的转运方式及其分类	273
一、细胞间信息传递的方式	273
二、激素的分类	274
三、激素的合成、分泌、转运与代谢	276
第三节 激素作用的特点	278
一、激素作用的一般特点	278
二、受体与激素的作用	279
三、激素的作用原理	280
第四节 激素分泌的调控、激素免疫与抗激素	284
一、激素分泌的调控	284
二、激素免疫与抗激素	285
第五节 下丘脑和垂体的内分泌	286
一、下丘脑与垂体的结构和机能联系	286
二、下丘脑-神经垂体分泌的激素	287
三、下丘脑促垂体区分泌的激素	289
四、腺垂体分泌的激素	290
第六节 甲状腺的内分泌	293

一、甲状腺激素的合成与代谢	293
二、甲状腺激素的生理作用	295
三、甲状腺激素分泌的调节	296
第七节 甲状旁腺激素与调节钙、磷代谢的激素	297
一、甲状旁腺激素	297
二、降钙素	298
三、1, 25-二羟维生素 D_3 ($1, 25-(OH)_2-D_3$)	299
四、甲状旁腺素、降钙素和 1, 25-二羟维生素 D_3 对血钙的调节	299
第八节 胰岛的内分泌	300
一、胰岛素	300
二、胰高血糖素	301
三、生长抑素和胰多肽	301
第九节 肾上腺的内分泌	302
一、肾上腺皮质的内分泌	302
二、肾上腺髓质的内分泌	304
第十节 性腺的内分泌	305
本章思考题	314
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	314
本章参考文献	315
第十章 生殖和泌乳	316
第一节 生殖细胞的生成	316
一、性成熟和体成熟	316
二、雄性生殖细胞——精子的生成	317
三、雌性生殖细胞——卵子的生成	318
第二节 交配与受精	320
一、母畜的性周期	320
二、交配	322
三、受精	323
第三节 妊娠	324
一、妊娠的建立和维持	324
二、妊娠期胚胎的生长发育与营养	325
三、妊娠期母畜的生理变化	326
第四节 分娩	327
一、分娩过程	327
二、分娩机制	327
第五节 泌乳	328
一、乳腺的发育及其调节	328

三、乳的分泌	332
本章思考题	338
国家执业兽医资格考试本章相关内容真题示例	338
本章参考文献	338
第十一章 肌肉生理	340
第一节 肌细胞的收缩机理	340
一、骨骼肌的功能结构	340
第二节 骨骼肌的生理特性	346
一、骨骼肌的收缩形式	346
二、骨骼肌的收缩机理	348
三、骨骼肌的能量代谢	354
第三节 骨骼肌的类型和生长发育	355
一、骨骼肌的类型	355
二、骨骼肌的生长发育	356
三、骨骼肌的去神经支配和萎缩	357
本章思考题	358
本章参考文献	358
第十二章 家禽生理	359
第一节 呼吸生理	359
一、呼吸器官	359
二、通气原理	360
三、气体交换与运输	361
四、呼吸的调节	362
第二节 血液生理	363
一、血液的组成及理化性状	363
二、血细胞	364
三、血液凝固	365
第三节 血液循环生理	366
一、心血管生理	366
二、心脏和血管活动的调节	368
第四节 消化生理	369
一、机械性消化	369
二、化学性消化	371
三、微生物消化	373
四、吸收	373
第五节 能量代谢和体温	373
一、能量代谢	374

二、体温	375
第六节 泌尿生理	377
一、家禽的泌尿器官	377
二、尿的生成与浓缩	378
三、尿的理化特性和组成	378
四、泌尿调节	379
五、鼻腺的排盐机能	379
第七节 内分泌生理	380
一、下丘脑-垂体系系统	380
二、甲状旁腺和腮后腺	381
三、松果腺	382
四、肾上腺	382
五、胰岛	383
六、性腺	384
第八节 生殖生理	385
一、雄禽生殖生理	385
二、雌禽生殖生理	386
本章思考题	390
本章参考文献	390

绪 论

学习目的和要求

1. 了解学习高原动物生理学的目的、研究内容和研究方法。
2. 掌握机体功能与环境的关系。
3. 掌握机体功能调节的方式。

第一节 概 述

一、高原动物生理学的内容

生理学(physiology)是研究生物机体生命活动及其规律的一门学科,根据其研究对象可以分为植物生理学、动物生理学和人体生理学,其中动物生理学(physiology of animals)又可根据其研究对象分为家畜生理学、家禽生理学、鱼类生理学、昆虫生理学等。根据不同环境和状态又可以分为宇宙(航空)生理学、潜水生理学、生态生理学、行为生理学等。

高原动物生理学是研究高原特殊环境下健康动物所表现的正常生命现象或生理活动及其规律性的科学,在农业范畴内,高原动物生理学研究对象主要包括高原家畜(牛、猪、羊、马)和家禽(鸡、鸭、鹅),研究内容是其共性的生命活动现象及其规律。如:它们是如何吸入气体的,如何在体内运输,又是如何排出气体的;如何从外界摄取、消化、吸收机体所需的营养物质,又是如何转化、代谢并将代谢产物排出的;如何产生与其相似个体的后代而繁衍的。此外,高原动物生理学还应该研究与其生产性能紧密联系的生理学特性。例如,西藏畜禽生产性能较低,但是耐粗饲、抗病性强、低氧适应性好,因此,机体生理上必然发生变化,出现若干特殊规律性。

动物是由各器官系统构成的完整统一体,机体内的个别器官系统的生理活动,都与其他生理活动保持着复杂而精确的联系和相互制约的关系,也都适应于动物当时的整体生理活动的情况;另外,机体各器官系统的生理活动,又是以构成这些器官系统的细胞及其内部的物质分子的生物学特性为基础的。因此,本书编写将以器官和整体生理学为基本脉络,同时涉及有关的一些分子和细胞生理学及环境生理学内容。

二、动物生理学研究的三种不同水平

随着高科技的日益发展和应用,以及学科交叉的日益广泛和深化,动物生理学研究也相应发展,从微观至宏观多角度进行生理功能及其机制的研究。一般来说,涵盖以下 3 个不同层次:

1. 分子和细胞生理学水平

分子和细胞生理学水平是研究动物细胞及其物质分子结构与功能的关系,以及它们内部