

航空航天药理学与毒理学

马进 詹皓 主编

常耀明 总主编



第四军医大学出版社



航空航天医学全书

总主编 常耀明

航 空 航 天 药理学与毒理学

主 编 马 进 詹 皓

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目 (CIP) 数据

航空航天医学全书. 航空航天药理学与毒理学/马进, 詹皓主编. —西安: 第四军医大学出版社, 2013. 12

ISBN 978-7-5662-0452-3

I. ①航… II. ①马…②詹… III. ①航空航天医学-药理学②航空航天医学-毒理学 IV. ①R859②R858

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 308934 号

hangkong hangtian yaolixue yu dulixue

航空航天药理学与毒理学

出版人: 富 明 责任编辑: 富 明 崔宝莹

出版发行: 第四军医大学出版社

地址: 西安市长乐西路 17 号 邮编: 710032

电话: 029-84776765 传真: 029-84776764

网址: <http://press.fmmu.edu.cn>

制版: 绝色设计

印刷: 陕西天意印务有限责任公司

版次: 2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 22 字数: 460 千字

书号: ISBN 978-7-5662-0452-3/R·1303

定价: 89.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

航空航天医学全书

Aerospace Medicine Books

编 委 会

顾 问 张立藩 俞梦孙 陈善广 梅 亮

总 主 编 常耀明

编 委 (按姓氏笔画排序)

马 进	王 颀	王生成	王建昌
王树明	文治洪	卢志平	白延强
孙喜庆	苏洪余	李松林	李鸣皋
李金声	李勇枝	李莹辉	肖 玮
肖华军	肖海峰	余志斌	张 舒
张作明	张建杰	苗丹民	罗正学
罗永昌	胡文东	姜世忠	姚永杰
耿喜臣	徐先荣	曹新生	董秀珍
虞学军	詹 皓		

航空航天医学全书

Aerospace Medicine Books

《航空航天药理学与毒理学》

编 委 会

主 编 马 进 詹 皓

副 主 编 王树明 周毓谨 何新星

编 者 (按姓氏笔画排序)

马 进 王云英 王忠超 王树明

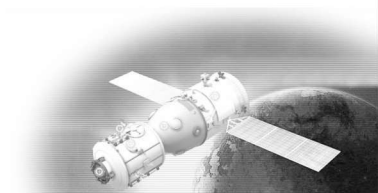
乔 湜 刘 焕 祁妍敏 李清艳

何新星 张 烨 张 琳 张清俊

周毓谨 赵安东 谢满江 虞学军

詹 皓

学术秘书 王忠超 刘 焕



序

1

近日欣闻常耀明同志担任总主编的国家出版基金资助项目《航空航天医学全书》(以下简称《全书》)即将出版,这套《全书》较为全面地覆盖了航空航天医学领域的各个专业,包括了《航空航天医学史》《航空航天生理学》《航空航天临床医学》等十部专著。作为一名长期从事航空航天医学工作的科技工作者,我非常高兴地看到有这么多同行专家积极参加《全书》的编写,也非常感慨航空航天医学体系能够扩大到今天的规模,并有如此迅猛的发展。因此,当常耀明同志邀请我为《全书》作序时,我乐见其成,也乐为之序。

航空医学的工作于我而言,是近六十年的主要事情,而航天医学也正是在这六十年中逐渐起步并渐趋成熟的。作为一门独特的学科,航空航天医学经历了波澜壮阔的发展过程,与社会的巨大变革紧紧地交织在一起,为百余年来人类飞行的发展做出了重要的贡献。航空医学,从早期仅仅关注高空缺氧、寒冷和低气压等问题,逐步演变成人体生理学、药理学、临床医学、工效学、电子学以及材料学等多学科交叉融合的独立的医学学科,并且衍生发展出航天医学,成为航空航天医学学科。

我国的航空航天医学在新中国成立后的六十四年来也得到了巨大的发展。从初期的飞行人员体检队,逐步建立健全了专业教学机构第四军医大学航空航天医学系、专业研究机构空军航空医学研究所、中国航天员科研训练中心和专业临床机构空军总医院、海军总医院等航空航天医学机构,形成了较为完整的中国航空航天医学组织体系。需要指出的是,第四军医大学航空航天医学系作为国家重点学科,是国内高校唯一的航空航天医学专业本科、硕士、博士授权学科和博士后培养点,并建立了航空航天医学的继续教育体

系,自建系以来,已为国家、军队培养航空航天医学专业人才近万名,对我国航空航天医学事业的发展做出了卓越的贡献。

众多专家编写的这套《全书》,是对我国几十年来航空航天医学工作的一次深刻总结,凝聚了航空航天医学工作者无数的心血。通览《全书》,可以体会到大家充分利用现代科技进步的成果,从不同的研究角度对航空航天医学开展了行之有效的探索,这套《全书》的总结成果对进一步推动我国航空航天医学事业的发展具有重要的意义。

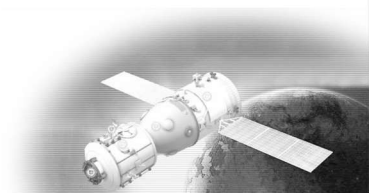
现如今,在疾病机制和防治研究上,国内外都有过于侧重细胞和分子生物学研究的趋向。然而航空航天医学的历史发展证明,真正解决飞行人员的医学问题,还是需要依靠应用科学的实际工作,同时也要继续重视科学的健康管理。我的工作体会,就是充分利用学科交叉的成果,积极探索解决问题的便利手段。

对未来的航空航天医学工作,我也有些思考与大家一同商榷。一是希望继续做好医学与工程的结合,这不仅有助于更好地解决实际工作中的医学问题,也能更好地拓展航空航天医学的学科建设。二是要注重复杂问题的简单化处理,我一直以为解决复杂问题的线索始终存在于简单的事物之中。三是建议把握好独立与系统的关系。这些年来,医学界的学科愈分愈细,追求学科独立,航空航天医学也有这种趋势。我以为单独的学科和片面的趋细是不可能长久立足的,系统应是更加重要和需要把握的方向,只有从整体和系统论的角度把握问题中各环节的关系,才能更有效地解决实际问题。

最后,感谢我国的航空航天医学工作者所付出的艰辛努力,也欢迎更多的有志青年投身于我国航空航天医学的建设事业。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '陈梦' (Chen Meng), enclosed within a thin black rectangular border.

2013 年 12 月



序

2

随着国家的发展和强大,我国航空兵规模、载人航天工程水平和民航事业已傲然屹立于世界之林,航空航天医学也在国际同领域上占有重要的地位。我从一名战斗机飞行员成长为一名航天员,并驾乘“神舟”号飞船圆满完成了我国首次载人航天飞行任务,亲眼见证和亲身感受到了我国航空航天医学的显著进步。

在飞行部队,航空军医为飞行员安全飞行和顺利完成任务保驾护航,他们的专业知识和素养以及严谨细致的工作态度,给我留下了深刻的印象。在航天员大队,众多的航天医学工作者为我们航天员的职业生涯提供了重要的医学保障。航天飞行环境的特殊性和飞行任务的繁重性、复杂性对航天员提出了更高的要求,航天医学工作者制订了科学严格的训练方案和医监医保方案,并建立了有效的防护措施,很好地帮助我们从事理、心理上适应航天飞行的挑战。

当看到第四军医大学航空航天医学院、中国航天员中心、空军航空医学研究所等单位的专家学者共同编纂的《航空航天医学全书》(以下简称《全书》)时,我更加深刻体会到我国航空航天医学工作者们几十年的艰苦奋斗和执著追求,衷心感谢他们为保障我国飞行员和航天员的健康与安全所付出的艰苦劳动,同时也祝贺他们在航空航天医学研究与实践方面所取得的丰硕成果!

《全书》全面系统地回顾了航空航天医学的发展历程,融入了我国航空航天医学研究与实践的最新成果,梳理了当前和今后一个时期航空航天医学领域的重大科学问题和前沿研究热点。我相信,这对于推动我国

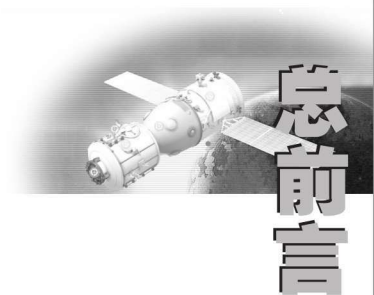
航空航天医学的创新发展,对于增强国内相关领域学术交流与合作,对于提高我国航空航天医学的国际影响力将发挥重要的促进作用。

《全书》的编著者均是直接从事航空航天医学研究与实践领域的专家,他们的理论水平和实践经验为本书的科学性、严谨性提供了重要保证。《全书》结构合理、深入浅出,较好地做到了知识性和可读性的和谐统一,既可作为航空航天医学研究人员的理论参考书,也可作为航空航天医学工程人员的工具书,还可作为相关领域本科生、研究生的教科书,具有较为广泛的应用价值。

我国正在大力发展航空航天事业,这对航空航天医学工作者提出了新的、更大的挑战。强化科技基础、培育创新人才、增强自主创新能力是应对这些挑战的重要举措。借此机会,期望我国的航空航天医学工作者始终以航空航天事业的需求为牵引,再接再厉,不断创新。也期望更多的有志青年胸怀梦想、勇挑重担、勤勉自强,为推动我国航空航天医学的创新发展贡献力量!这也是我欣然受邀,为本书作序的重要原因之一。



2013 年 12 月



航空航天是目前人类认识和改造自然进程中最具活力、最具影响的科学技术领域,尤其是载人航空航天活动,其发展水平不仅是一个国家综合国力的集中体现,更与国防安全息息相关。尽管现代航空器或航天器携带的系统配备越来越精确、灵敏,并能够进行自动观察、存储、处理数据并自动操作,但永远代替不了人的作用,人始终是航空航天活动的核心要素,因此,保证飞行员、航天员生命安全,为他们创造健康、高效的工作生活环境,也是航空航天事业的一个重要组成部分,这就催生了航空航天医学的建立与发展。只要有载人航空航天活动,就离不开航空航天医学。

航空航天医学(aerospace medicine)是研究人在大气层和外层空间飞行时外界环境因素(低压、缺氧、宇宙辐射等)及飞行因素(超重、失重等)对人体生理、心理功能的影响,寻找有效的防护措施,保证飞行员和航天员的健康与安全,提高完成各种飞行任务的效率以及为航空航天工程技术发展提供医学数据的一个综合性的医学分支,是一门集医、工、理、化、生及社会科学等于一体的前沿交叉学科,经历了一个从萌芽到诞生、再到飞速发展的过程。它涉及航空航天生理学、航空航天生物动力学、航空航天心理学、航空航天临床医学、航空航天医学工程学等多个学科。

从中国人独立自主制造各种飞行器上天,到中国航天第一人杨利伟的太空遨游,再到翟志刚在太空留下中国人的第一个脚印,我国航空航天事业空前繁荣,航空航天医学的发展也驶入快车道,取得了举世瞩目

的成果与成就,主要表现在以下几个方面:建立了一套完整的具有中国特色航空航天医学组织体系和保障体系,包括飞行人员的体检标准和体检制度,航空航天生理心理训练制度及卫生保障规定及措施等;对航空病和飞行人员常见病、多发病的防治研究取得了较大进展,制定了供氧、抗荷、弹射救生装备的生理卫生学标准;建立起几十家航空航天医学教学、训练、科研、临床医疗机构,培养了一大批优秀的航空航天医学人才,为我国航空航天医学的发展做出了卓越贡献。这些成果与成就是广大航空航天医学工作者心血和智慧的凝练与结晶,是航空航天医学领域甚至航空航天事业的宝贵财富。身为欲为航空航天医学事业奋斗终生的一员,深感把这些优秀成果转化为知识力量的必要性与重要性。这正是《航空航天医学全书》(以下简称《全书》)这套丛书的动意。

《全书》力求全面、系统,从航空航天医学研究内容出发,共设十个分册,《航空航天医学史》《航空航天生理学》《航空航天生物动力学》《航空航天心理学》《航空航天临床医学》《航空航天药理学与毒理学》《航空航天卫生学》《航空航天卫生勤务》《航空航天医学工程学》《航空航天生理心理训练及疗养学》,几乎涵盖了航空航天医学各个学科。《全书》首次对我国乃至全球航空航天医学进行系统、全面的总结;首次深入分析比较我国及其他发达国家航空航天医学发展的历程、现状及前景,为实现我国航空航天医学的长期、可持续发展提供理论依据;首次全面梳理当前航空航天医学领域的重大科学问题和前沿研究热点,对于增强国内、国际学术交流与合作,促进我国航空航天医学事业国际化进程,尽快缩短与发达国家的差距具有重要的推动作用。《全书》不仅对于我国航空航天医学领域而言具有较高的学术价值和应用价值,即便在全球范围,由于其特殊的承载和交流作用,对于提升我国航空航天医学在国际领域的影响力和地位亦有重要意义。

《全书》从策划、编纂到出版历时两年有余,凝结了第四军医大学航空航天医学院、中国航天员科研训练中心(原航天医学工程研究所)、空军航空医学研究所、空军总医院、民航医学中心(民航总医院)等代表我国航空航天医学研究最高水平的权威机构学科带头人和科研工作者的心血,是一次集体智慧和学术的呈现,在此向给予《全书》关心、支持和帮助的各级领导以及付出辛苦劳动的各位同仁表示衷心的感谢!

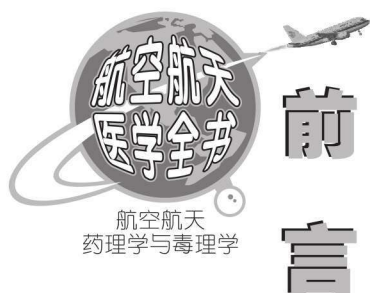
在《全书》的编写过程中,我们参考、借鉴了许多国内外作者的观点和有关资料,主要参考文献均列于每章内容之后,在此谨向各位作者表示最衷心的感谢。有些资料因

各种原因,已无法找到原始出处及作者,在此谨向原作者致歉并表示衷心的感谢。《全书》得以顺利出版,还要特别感谢国家出版基金的资助。

在编写过程中,我们始终保持科学、严谨、缜密、认真、负责的态度,对所著内容反复论证、修订,以期成书尽善尽美,成为经典、传世之作,但却难免留下一些不足和遗憾,希望本《全书》对学界同行的学术探索有所镜鉴,对青年一代航空航天医学工作者的学术成长有所启迪,对我国航空航天事业的发展有所支撑和保障。未来航空航天医学工作者的职责任重道远,本次创作只是一次知识的激荡和学术的碰撞,我们还要继续努力。

A handwritten signature in black ink, reading '常珏明' (Chang Yiming), enclosed within a thin rectangular border.

2013 年 12 月



飞行,是人类不断追求的一个夙愿,人们对自由飞翔始终有着向往和渴求。在远古传说中,关于飞行的美丽传说不计其数。随着莱特兄弟飞机的升空,人类开始了真正意义的航空;伴随着加加林绕地球飞行,人类开始进入航天时代。航空航天事业的发展,使人类的活动范围得到极大的扩展,航空航天活动带给药理学与毒理学许多独特的新问题,航空航天这个崭新的学科同药理学与毒理学的结合使得航空航天药理学与航空航天毒理学得以产生。在航空航天事业发展的过程中,航空航天药理学与毒理学的内容也日益丰富、逐渐成熟,学科自身发展的同时也为航空航天事业的发展做出了贡献。

药理学与毒理学均是有着悠久历史的学科,而且两门学科密切相关。药理学的英文名由希腊语“Pharmakon”和“Lo - gia”两字合并而成,后者意为研究,前者指药物或毒物。药物同毒物有时难于严密区分,公元前的《神农本草经》中已记载了多种药用植物,其中就包含一些毒物及相应解毒剂,公元前的《黄帝内经》被认为是大多数中医药著作的基础,其中也有许多毒物及解毒剂的记录;公元前 1000 多年前,古埃及人的著作中也记载了 700 多种毒物和药物。毒理学与药理学密切相关,发展到现代,毒理学已发展成为具有一定基础理论和实验手段的独立学科。现代药理学主要研究药物与机体(含病原体)相互作用及其规律和作用机制,毒理学主要研究外源性化学物及物理和生物因素对生物有机体的有害作用及其作用机制。两门学科既相互独立,又有着紧密的联系。故本次编写《航空航天医学全书》时,将药理学与毒理学合为一本书编写,但分为上篇“航空航天药理学”与下篇“航空航天毒理学”。

本书主要由来自第四军医大学航空航天医学院、空军航空医学研究所、中国航天员科研训练中心与民航医学中心(民航总医院)的专业人员共同编写。期间各位编者都付出了大量心血,同时编辑部工作人员严谨的作风与辛勤的劳动给编者们留下了深刻印象,正是大家的共同努力,这本书才得以圆满完成。

在编写过程中,各位编者都尽力将最新的研究进展展现出来,但航空航天事业的快速发展进一步催化本学科新知识的产生,使大家在截稿后仍有言犹未尽的感觉。我们都尽力让这本书不留遗憾,但由于学识与经验有限,书中不可避免会有错漏不足之处,敬请大家斧正!

马 进 詹 皓

2013 年 7 月



上篇 航空航天药理学

第一章 航空航天药理学概论	2
第一节 药理学的基本概念	2
第二节 航空航天药理学的研究内容和方法	12
第三节 航空航天药理学的发展与现状	18
第二章 中枢兴奋药	22
第一节 中枢兴奋药的药理作用	22
第二节 中枢兴奋药的航空航天医学应用	27
第三章 镇静催眠药	36
第一节 镇静催眠药的药理作用	36
第二节 镇静催眠药的航空航天医学应用	41
第四章 抗运动病药	50
第一节 抗运动病药的药理作用	51
第二节 抗运动病药的航空航天医学应用	56
第五章 心血管系统药物	71
第一节 抗高血压药物	71
第二节 高脂血症与动脉粥样硬化的治疗药物	89
第六章 辐射防护药	101
第一节 辐射防护药的药理作用与航空航天医学应用	101
第二节 抗放止吐药的药理作用与军事航空医学应用	105
第七章 营养补充剂	111
第一节 营养补充剂的生理功能与药理作用	111



第二节 营养补充剂的航空航天医学应用	122
第八章 中药	129
第一节 致适应性植物药的药理作用	129
第二节 茶多酚的药理作用	138
第三节 几类复方中药的药理作用与航空航天医学应用	147
第九章 药物航空安全性评价与风险管理	153
第一节 民用航空器事故中药物因素的调查研究	153
第二节 药物航空安全性评价的基本内容	157
第三节 药物航空安全性评价模型与技术方法	159
第四节 飞行人员药物监测方法和技术	164
第五节 药物航空安全管理	167

下篇 航空航天毒理学

第十章 毒理学基础	172
第一节 毒物的存在形态和剂量 - 反应关系	172
第二节 毒性指标和毒性分级	173
第三节 毒物代谢和中毒机制	177
第四节 毒物的致突变、致癌和致畸作用	181
第十一章 航空航天毒理学的基本问题	184
第一节 航空航天环境中的毒理学特点	184
第二节 影响毒物作用的因素	186
第三节 暴露持续时间与强度的关系	187
第四节 低气压条件下的特殊性	189
第五节 防护原则	192
第十二章 航空航天中毒物的主要来源	196
第一节 防冻剂类	196
第二节 废气和烟	197
第三节 灭火剂	199
第四节 液压油	202
第五节 推进剂	203
第六节 制冷剂	205
第七节 杀虫剂	206

第八节	有毒物质的运输	207
第十三章	飞行中常见的毒物	210
第一节	一氧化碳	210
第二节	二氧化碳	212
第三节	汽油	214
第四节	主要的有机化合物	216
第五节	无机化合物	219
第六节	座舱空气中有毒气体的卫生标准	223
第七节	单个化合物的毒理数据	224
第十四章	航空器座舱污染物	236
第一节	座舱空气污染事件发生率及流行病学特征	236
第二节	航空器座舱空气污染物的来源与种类	239
第三节	航空器座舱污染物毒理作用	245
第四节	航空器座舱空气质量标准	252
第五节	航空器座舱污染预防与控制	253
第十五章	航天器座舱污染物	260
第一节	航天器乘员舱污染物的来源与特征	260
第二节	乘员舱污染物的毒理作用	268
第三节	乘员舱大气污染物的卫生标准	279
第四节	乘员舱化学污染的控制与防护	295
第十六章	飞行事故调查中的毒理学问题	303
第一节	飞行器事故调查毒理学分析技术	303
第二节	航空器事故调查毒理学检测分析内容	305
第三节	飞行事故调查毒理学新技术展望	319
第十七章	月尘毒理学	322
第一节	月尘的基本知识	322
第二节	月尘毒性研究	324
索引		333