

航空内务设计

HANGKONGNEIFENMIXUE

苗述楷 主编

中

52
PK

技出版社

航空内分泌学

主 编 苗述楷

编 写 王育敏 王月英
沈冬云 苗述楷
张梅芳 张秀荣
李路平 孟昭璐

中国医药科技出版社

登记证号: (京)075号

内 容 提 要

本书基于航空医学的观点,运用内分泌学的理论和方法,阐述航空对人体内分泌的影响。内容包括,缺氧、加速度、飞行对内分泌的影响,以及航空内分泌学发展的趋势。全书尚运用临床调研结果和实验数据,展示了内分泌学、放射免疫技术分析在航空医学中的新应用。

本书可供航空医师,高等医药院校师生,航空医学教学、科研人员参考。

航 空 内 分 泌 学

苗述楷 主编

中国医药科技出版社 出版
(北京海淀区文慧园北路甲 22 号)
(邮政编码 100088)

北京市卫顺印刷厂 印刷
全国各地新华书店 经销

开本 $787 \times 1092\text{mm}^{1/32}$ 印张 $6\frac{1}{2}$
字数 135 千字 印数 1—2700
1993年 7 月第 1 版 1993年 7 月第 1 次印刷
ISBN 7-5067-0783-7/R·0695

定价: 5.50元

序 一

飞行对内分泌的影响是我国航空医学开发的新领域，它跨越航空医学与内分泌医学两门学科，是一种新的边缘科学。近10多年来，随着超微量放射免疫分析技术的发展，对内分泌系统的认识日趋深入而广泛，并不断地开拓航空医学领域的研究，成为航空医学中一个新的重要分支。苗述楷等同志编写的《航空内分泌学》一书，收集了我军有关飞行加速度、缺氧以及飞行等对内分泌系统方面有影响的调查和实验分析，展示了内分泌医学、放射免疫技术分析在航空医学中的应用。书中观点论证新颖，可供空军卫生部门、航空部队与民航系统卫生医务工作者学习，亦可为航空医学教学科研单位参考。

空军总医院院长 李景泰

1992年5月

序 二

80年代的内分泌学方面的研究已渗透人体的各个领域，几乎全身各器官、系统都有内分泌主宰其活动。如今高兴地看到苗述楷同志主编的《航空内分泌学》一书出版，使我感到内分泌学又延伸到我国航空医学领域并取得了实际研究成果。这是我国航空医学中的一个重要发展。航空医学是人类活动脱离地球飞向空中的特定环境下形成的一种空间医学保障系统，因此有它的特点和规律。基于航空医学观点，运用内分泌学科的知识和手段，研究飞行中对内分泌系统的影响，无疑对我国航空医学的进展和飞行卫生保障工作的改善会做出更大的贡献。

北京协和医院内分泌科教授 池芝盛

1992年5月

序 三

近10年来,随着放射免疫分析和其它新的检测技术的发展,航空医学已伸入到内分泌学领域,促使航空对内分泌影响的研究课题日趋广泛而增多。研究缺氧与加速度对人体的影响,或直接研究飞行对内分泌的影响,都取得了较好的成果。本书从内分泌系统与航空医学观点出发,采集与整理了有关这方面的资料,编写成册。为进一步深入研究航空对内分泌的影响,提供借鉴和参考。

本书内容包括航空与内分泌的关系;缺氧对内分泌系统的影响;加速度对内分泌的影响;飞行对内分泌影响机制;这些都是我国航空医学领域的新篇章。尽管本书篇幅有限,内容比较粗浅,但是经过编写和实验人员共同努力,为航空内分泌学的研究开拓了新途径。预测中国90年代航空内分泌学会会有一个飞跃的发展。

作者编写本书的目的,在于希望藉此描画出我国航空内分泌学研究的雏形,但是,由于水平有限,不当或错误之处,在所难免,敬请同道予以批评指正。

书中在低压舱缺氧实验方面承蒙武汉空军疗养院低压舱科主任张经伦同志的参加协作;副院长赵光海等同志的指导;本院航空病研究中心主任张相尧、主治医师王新宴、护士王露今等同志参加;临床实验科主治医师刘燕喃、主管技师刘清珍、张志玲参加放射免疫分析试验;空军航空医学研究所副主任医师王璇同志参加离心机和下体负压试验;刘晓

玲同志绘图。著作的完成还承蒙空军后勤部卫生部长李志刚同志、空军总医院院长李景泰同志的大力支持与协和医院内分泌科主任教授的审校，在此一并致以衷心谢意。

苗述楷

目 录

第一章 航空内分泌学概述	1
第一节 地球大气.....	1
一、大气性质.....	2
二、大气组成.....	3
三、大气分层.....	3
四、标准大气压.....	5
第二节 飞机运动.....	7
一、飞机种类.....	8
二、飞机的特种装备.....	8
三、运动力学的基本知识.....	9
四、飞机动力学的变化.....	10
五、航空对内分泌系统的影响.....	11
第三节 内分泌系统与激素.....	14
一、内分泌激素.....	15
二、激素的正常值.....	23
三、激素的放射免疫分析方法.....	24
第二章 缺氧对内分泌系统的影响	61
第一节 缺氧的概况.....	61
一、人体缺氧的原因和分类.....	61
二、飞行中的缺氧和分类.....	62
三、低压舱缺氧与训练.....	62
第二节 缺氧对肾素-血管紧张素-醛固酮系统	

的影响·····	63
一、肾素-血管紧张素-醛固酮调节系统·····	63
二、实验方法·····	64
三、飞行员的肾素分型·····	65
四、不同缺氧程度对肾素活性的影响·····	66
五、缺氧对血管紧张素Ⅰ的影响·····	66
六、在缺氧条件下肾素分型与血管紧张素Ⅰ变 化的关系·····	67
第三节 缺氧对血管紧张素转换酶的影响·····	68
一、血管紧张素转换酶 (ACE) ·····	68
二、实验方法·····	68
三、飞行员在基础试验条件下, ACE的正 常值·····	69
四、缺氧对 ACE 释放的影响 ·····	69
五、在缺氧条件下ACE与AT-Ⅱ的变化·····	71
第四节 缺氧对肾上腺皮质激素分泌的影响·····	71
一、肾上腺皮质激素·····	72
二、缺氧对肾上腺皮质激素分泌的影响·····	76
三、缺氧对肾上腺盐皮质激素的影响·····	77
四、缺氧对 ABO 血型不同的飞行员肾上腺皮 质功能作用的差异·····	79
第三章 加速度对内分泌系统的影响·····	82
第一节 飞行加速度动力感受器官——球旁器·····	82
一、球旁器的结构与生理·····	83
二、肾素-血管紧张素-醛固酮调节系统·····	83
三、影响肾素-血管紧张素-醛固酮系统的 因素·····	86

四、加速度对球旁器功能的影响.....	88
第二节 歼击机飞行员飞行训练过载值与加	
速度耐力的关系.....	89
一、课目特点.....	89
二、不同课目最大G值和作用时间的比较.....	89
三、不同飞行课目, 3.5G值以上的过载持续	
累加时间的比较.....	90
四、同一练习课目, 不同飞行员操纵, 其过	
载与加速度耐力亦不同.....	90
五、黑视出现的G值与黑视持续时间的关系.....	91
六、加速度耐力与黑视的关系.....	92
七、黑视发生的预防措施.....	93
第三节 歼击机飞行员加速度耐力与血液动力	
学的关系.....	94
一、歼击机飞行员的离心机的加速度耐力.....	95
二、飞行员加速度耐力与血液流体力学代偿	
反应的关系.....	95
三、飞行员下体负压试验平均动脉压, 一次	
心搏量与肾素反馈调节的关系.....	96
四、加速度耐力与血液动力学的关系.....	99
第四节 飞行员空中晕厥与肾素-血管紧张素调	
节系统的关系.....	99
一、肾素-血管紧张素调节系统的反馈机制 ...	100
二、飞行员在加速度作用下血液动力学的	
变化.....	102
三、血流动力学与肾素-血管紧张素调节系统	
的关系.....	103

第五节 加速度对唾液皮质醇的影响·····	109
一、实验方法·····	110
二、加速度对唾液皮质醇分泌的影响·····	110
第四章 飞行对内分泌的影响·····	113
第一节 飞行对儿茶酚胺的影响·····	113
一、儿茶酚胺的生理生化概述·····	113
二、儿茶酚胺的测定及参考值·····	116
三、运动员负荷对儿茶酚胺排出量的影响·····	118
四、飞行员负荷时儿茶酚胺排出量的变化·····	121
第二节 飞行对肾素-血管紧张素-醛固酮系	
统的影响·····	127
一、肾素-血管紧张素-醛固酮系统的生理	
生化·····	127
二、飞行对心血管活动的影响·····	132
三、飞行前后肾素-血管紧张素-醛固酮的变	
化及意义·····	135
第三节 飞行对甲状腺轴的影响·····	137
一、甲状腺激素的化学与生物合成·····	138
二、甲状腺激素的分泌、运输和降解·····	139
三、甲状腺激素的生理作用·····	140
四、甲状腺分泌的调节·····	141
五、飞行对能量代谢的影响·····	142
六、飞行对甲状腺轴机能的影响·····	143
第四节 飞行对消化道激素的影响·····	144
一、胰岛及其所分泌的激素生化生理·····	145
二、胃泌素的生化生理·····	148
三、飞行对消化系统的影响·····	148

四、飞行对糖代谢的影响·····	149
五、飞行对胰岛功能及胃泌素的影响·····	150
第五节 飞行对胃动素和血管活性肠肽的影响··	152
一、胃动素和血管活性肠肽的生理作用·····	153
二、飞行对胃动素和血管活性肠肽的影响·····	154
三、飞行与胃动素、血管活性肠肽释放水平 的关系·····	155
第六节 飞行对女飞行员性激素的影响·····	156
一、卵巢及所分泌激素的生化生理·····	157
二、垂体分泌的促性腺激素·····	159
三、飞行与女飞行员性激素的关系·····	159
第七节 心钠素研究在航空医学中的意义·····	161
一、心钠素的分子结构和形态学·····	162
二、心钠素的分布·····	162
三、心钠素的调节·····	163
四、心钠素的生理功能·····	163
五、飞行对心钠素的影响·····	164
第八节 飞行对内源性阿片肽的影响·····	165
一、内源性阿片肽的分类·····	166
二、内源性阿片肽的合成与降解·····	167
三、神经肽的作用方式·····	167
四、内源性阿片肽的生理功能·····	168
五、飞行对血浆亮氨酸脑啡肽代谢的影响·····	169
第五章 航空内分泌学的展望·····	172
第一节 控制论在航空内分泌学中的应用·····	172
一、黑箱理论·····	173
二、信息论·····	176

三、同构论·····	182
第二节 非经典内分泌的研究给航空内分泌学	
的发展提供了广阔的前景·····	182
一、肾脏内分泌·····	183
二、心血管内分泌·····	186
三、消化道内分泌·····	188

第一章 航空内分泌学概述

人们要认识航空与内分泌的关系，首先必须根据地球大气和飞机运动力学以及其运动的特点，对内分泌系统的影响做调查研究与分析。随着航空技术的高度和内分泌学的崛起，从航空医学观点出发，有可能研究与认识二者的关系。本章主要对航空与内分泌学方面的有关基本知识进行概述。

第一节 地球大气

人类生活于地球表面，受着人们不易觉察的两种因素的影响，即大气环境和地心重力 G 值的作用。人类的进化，不只是人类包括各种生物都是在这种比较恒定的环境因素作用下形成与发展的。因而人们的各项机能只有在这两种因素环境中才能充分地适应与发挥。一旦人们脱离了这两种因素的恒定作用，就会产生各种不适应的症候或严重的生理障碍。为了克服这方面的障碍，人们就得不断地研究与解决这方面的问题。航空医学已为这方面解决了许多重要课题，如低压、低氧、加速度等对人体的影响，已早有论述。

大气对人体至关重要的影响是大气的压力和大气的组成。地球上生命的胎育、发生与生长都是在地球表面标准大气状况下进行的。所以大气的性质是本节首先要叙述的一个重要问题。

一、大气性质

地球表面被整个大气所包绕，构成一层有利于人们生活的保护屏障。这种大气层——地球保护屏障由地球表面向外延伸，其大气压力和密度逐渐降低。这种压力和密度的变化是以近似指数函数的方式随地球延伸距离的增加而减少。图1-1是大气压力与高度的关系^[1]。但是，实际测定的大气压力变化，由于高度上的温度变化，与真正指数的下降存在着微小差别。大气压力在高度5400m的平面上，适为海平面的1米505.4kPa (3800mmHg)。

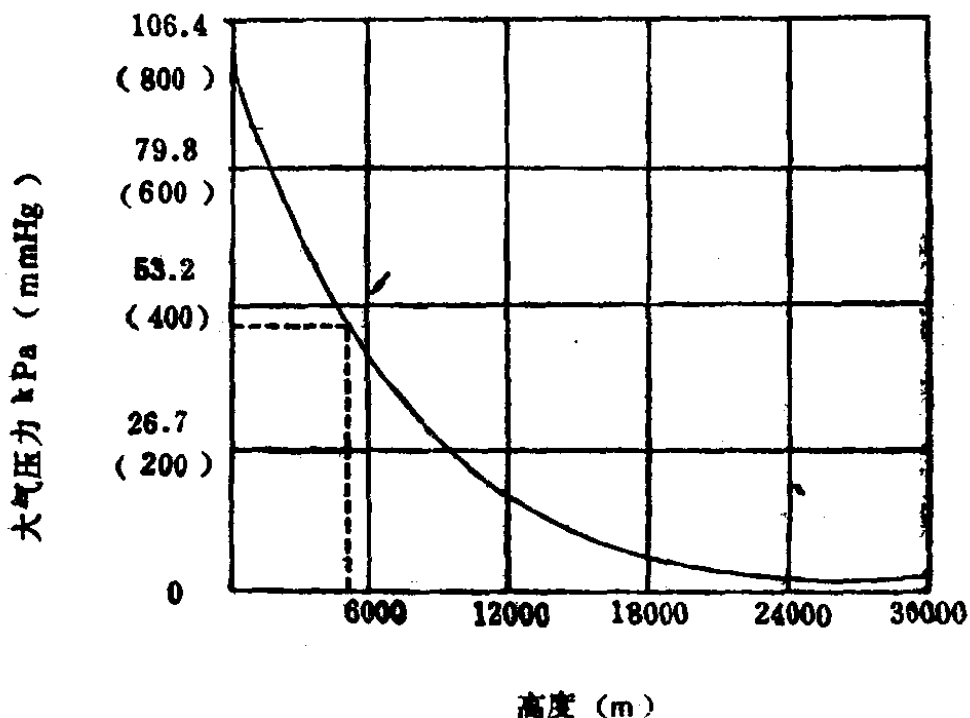


图 1-1 大气压力与高度指数关系，为5400m大气压力，相当于海平面的1米

大气温度的变化也是大气物理属性之一。大气温度主要来自太阳的辐射和地表面的反射，其大气温度随高度和地理纬度的变迁而变化。

太阳热能辐射一部分被大气外层反射到外层空间；另一

部分被大气上层所吸收;大部分可见光、红外线辐射可透过大气达到地面。地面受热后通过对流和传导对近地球表面的空气进行加热。所以,在对流中的空气温度随高度增加而降低,这种大气温度随高度增加而降低的变化,谓之温度直减率。在很大程度上取决于当地的地理条件。静止空气的平均直减率为每 304.8m 递降 2°C 。在对流层顶部温度停止下降。

二、大气组成

大气是由氮、氧和氩组成的混合气体,之外还有微量的二氧化碳和一些稀有气体如氦、氖等(表1-1)。实际上,可以认为干燥的空气21%是氧和79%的氮所组成。接近地球表面的太气与此稍有不同,主要是由人类和其它生物排除的废气和水气所造成。

表 1-1 大气组成

大 气	干燥空气中的浓度(体积的%)
氮	78.09
氧	20.95
氩	0.93
二氧化碳	0.03

根据大气的性质和组成的证实,随着高度的增加,氧分压愈来愈低。即在飞行中高度愈高,实际缺氧情况愈严重(图1-2)。

三、大气分层

通常根据气象学特点,常常将大气分为四层^[2],即对流

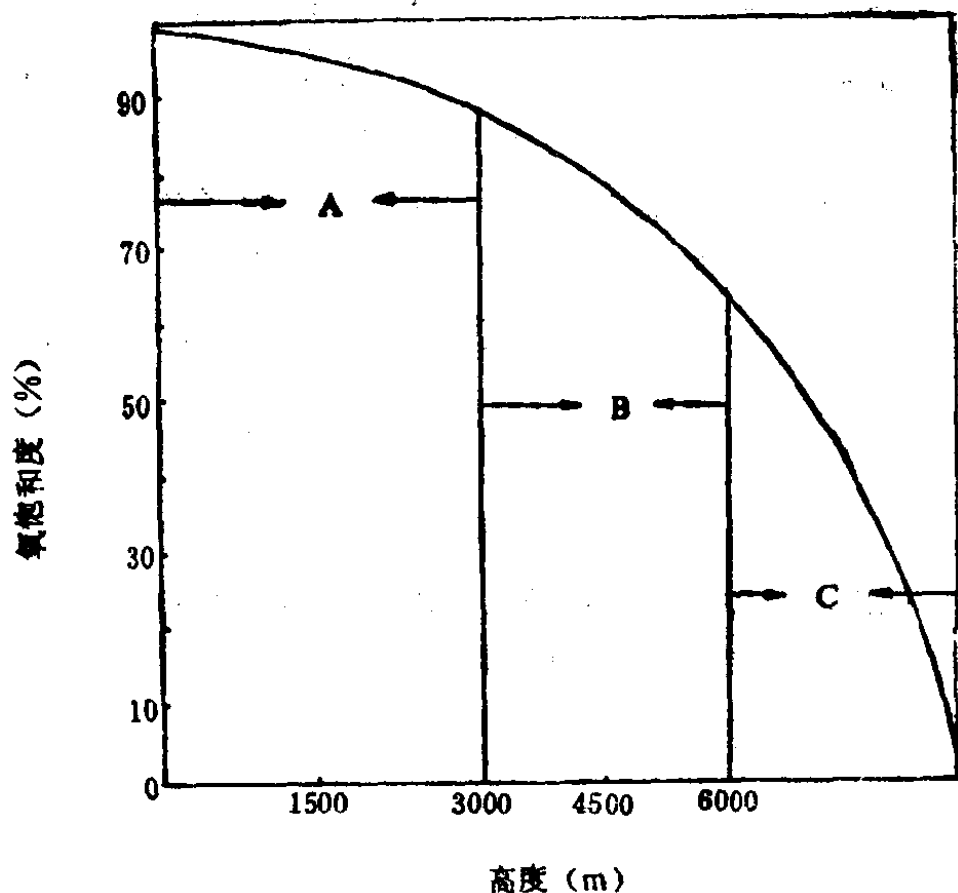


图 1-2 血氧离曲线

A: 完全代偿期; B: 不完全代偿期; C: 意识丧失期

层、平流层、热成层和外逸层。

对流层 系指接近地球表面的大气受温度变化的影响，发生大气对流。从地球表面至对流层层顶部，温度是逐渐降低的。其特点是：(1) 对流层的气温随高度的增加逐渐降低；(2) 经常有对流和涡流发生；(3) 含有大量的水气；

对流层的高度因季节和纬度而异。一般对流层的高度在赤道上为16800m，在两极7620m。

平流层 从对流层层顶至50公里的高度为平流层，按原来的定义，平流层的温度是相当均匀一致的。实际上本层自对流层层顶至30公里处，称为同温层，温度是一致的。30公