

# 高原卫生

张士楷 编 著

上海科学技术出版社

# 高原卫生

张士楷 编著

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书汇集了有关高原地区疾病和卫生保健的文献资料，以及作者本人在青藏高原地区进行医务工作期间的经验，作为对于高原卫生的初步探索。书中扼要地介绍了高原气候因素、高原生理服习及高原适应不全、高原多发疾病的机理、征象和防治方法；最后还介绍了山地勘探人员劳动保健与登山人员的卫生督导，可供在高原地区服务的医药卫生人员参考。

## 高 原 卫 生

張士楷編著

---

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

---

洪兴印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

---

开本 850×1168 1/32 印张 6 16/32 排版字数 170,000

1964 年 8 月第 1 版 1964 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—2,000

统一书号 14119·1137 定价(十二) 0.92 元

## 序

在党的正确领导和全国人民的努力下，青藏高原上的社会主义建设，正在迅速地向前进展。向大自然进军、向荒原索粮、向高山索取矿藏的奋战，已经取得了辉煌的成就。

为了战胜高原自然气候的不良影响，本人根据在青藏高原地区工作期间的经验，将文献中关于高原地区（包括高山）的疾病和卫生保健的资料加以汇集，作为对于高原卫生的初步探索，供有关方面参考；并借此抛砖引玉，希望引起学者们的兴趣。

本书编著过程中，承青海西宁农垦局总医院大力支持，雷爱光院长和黄鹏远主任鼓励和指正，始得完成；并蒙天津医科大学眼科袁佳琴主任审阅“缺氧时眼部变化”和“高原雪盲”两节，吕云韶大夫协助搜集资料，并致深切的谢忱。

张士楷 1963年

# 目 录

## 序

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 緒言              | 1   |
| 第一章 高原气候因素      | 5   |
| 一、高度对太阳辐射的影响    | 5   |
| 二、高度对大气压、氧分压的影响 | 7   |
| 三、高度对气温、气湿的影响   | 8   |
| 四、高度对气流的影响      | 10  |
| 第二章 高原生理服习      | 12  |
| 一、神經系統          | 16  |
| 二、呼吸系統          | 23  |
| 三、消化系統          | 27  |
| 四、血液循環系統        | 31  |
| 五、新陳代謝          | 47  |
| 六、感覺器官          | 54  |
| 七、皮膚及其他系統       | 59  |
| 第三章 高原适应不全      | 64  |
| 一、原因            | 65  |
| 二、病理            | 87  |
| 三、征象            | 89  |
| 四、防治            | 103 |
| 第四章 高原多发疾病      | 126 |
| 一、日晒性皮炎         | 127 |
| 二、高原雪盲          | 129 |
| 三、高原肺炎          | 138 |
| 四、高原急性肺水肿       | 144 |
| 五、蒙吉氏病          | 150 |
| 六、高原环境对动脉血压的影响  | 155 |

|       |             |     |
|-------|-------------|-----|
| 第五章 山 | 主督导.....    | 164 |
| 一、地   | 人员劳动保健..... | 164 |
| 二、登山  | 员的卫生督导..... | 175 |
| 参考文献  | .....       | 198 |

## 緒 言

高原卫生是环境卫生学的一个分支。它不仅涉及医学、卫生学的主要内容,而且需要溶汇生物学、生理学、心理学、生物物理学、气候医学等各个学科的内容。

高原卫生的主要任务,是以机体与外界环境矛盾统一的辩证唯物观点,从保护人类健康出发,研究高原这一特殊环境因素对机体的影响的规律;研究如何充分利用对健康的有益因素,防止和消除有害因素的措施和方法;研究对高原环境适应性的机制和适应不全的病症;以预防和消灭疾病,增进人民健康,为高原地区的社会主义建设服务。

机体对高原环境的适应是一个复杂的过程。这一过程的特征一方面表现在机体素来所具有的相当稳定的生理机能和某些形态上的改变;另一方面,在于人对外界环境有着相当巨大的适应能力,机体对高原环境的适应是能够建立起来的。

高原卫生的特点,在于它的研究对象不是一般的生理病理过程,而是机体长期习得的稳定的生理机能、形态结构的改变,和新的习得性的建立的过程。

在远古时代,人类就开始实现在各种自然环境下保护自己健康和生命的措施。

从十六世纪中叶开始,随着登山活动的开展,人们对高原和高山地区的自然因素对人体的影响以及所发生的有关病症,逐渐有了进一步的了解。

1540年,瑞士格司特医生曾在攀登 Pilatus 山后描述了高山反应的症候。1590年 Acosta 在攀登秘鲁的 Paricacea 山时,对其同伴们所出现的高山反应和结果作了完善而详尽的描述。1761年加里略发表了发生高山病的机械理论,他认为外界压力的降低可

以引起周围毛細血管的扩张，血液由內脏器官和大脑流向周围血管，因而使大脑貧血。

1799年俄罗斯將領苏伏洛夫曾率領大軍越过瑞士阿尔卑斯山脉的圣·戈塔尔特山区，完成了三昼夜的高山行軍，并未发生什么高山反应。当时学者們对这件事給予极大的注意，并且更深入地对高山生活和旅行进行研究。实际上在1780年左右，沙秀尔所率領的探险队就已經在阿尔卑斯山区开始进行高山气候对人体影响的系統研究。直到1853年沙秀尔第一个发表了高山反应（他称之为高山病）的产生与空气中氧分压的降低有关的假定，并且进行了实际观察。

1839年 Tschudi 首先报告高山病的眼部症状——视觉灰黯、眼球疼痛和結膜出血等。

1875年 Jourdenet 首先設想，高度影响机体的主要机理可能主要在于缺氧。Paul Bert 在 Glaisher 的气球事件和 Jourdenet 假設的启发下，于1878年設計成低气压室，用以进行动物試驗，証明当气压降低到使动物濒死状态时，只要放进氧气，使室內氧分压接近100毫米汞柱时，即可使該动物复活，并使一系列机能障碍症状消除，生动地闡明了缺氧是动物致死的原因。

1918年 Schneider 将在高空飞行时出现的缺氧症状命名为高空病或航空病，而将停留在高山地区，由于較长时期連續缺氧所产生的反应，称为高山病（mountain sickness）。

十九世紀九十年代以后，学者們在各个高山地区，尤其是南美安第斯山脉上，对高山的风土适应和高山生活的生理特征进行了詳細的观察研究。

自解放以来，我国在高原疾病的研究上，也取得了不少成績。我国的医生和科学工作者对青藏高原、帕米尔高原和云貴高原上所見到的高原适应不全、高原性心脏病、高原肺水肿等疾患进行了調查研究，为我国高原地区的社会主义建設，为少数民族的卫生事业作出了卓越貢獻，并在高原地区有关的多发病种的发病机理、臨床表现和防治的探討上，作出了成績。

1954年有關部門總結了康藏公路修建過程中防治多發病的經驗，闡述了高山病、高山肺炎、高原風濕熱、高原雪盲等的臨床特征及其防治要點，為高原地區衛生預防工作作出良好的開端。1955年某軍醫大學內科首先應用美藍（亞甲基藍）預防高原適應不全，獲得了良好的效果。1956年翁慶章（登山運動員、醫生）就中蘇混合登山隊在蘇聯高加索山和我國新疆慕士塔格山登山途中的生理狀況進行了報導。1957年6月我國登山運動員在攀登四川省貢嘎山（7590米）時，進行了科學觀測，並對高山生理進行了研究。1957年陸強報告了11例高山肺炎病例，並作了系統的分析。1958年6月李言让等對在康藏高原上海拔4200米以上的色吉拉山區所觀察到的23例肺水腫，作了詳細的臨床分析。1959年5月昆明醫學院內科、生理、病理教研組以及雲南省交通廳等單位對高山病研究作了專題總結。1959年7月，謝成范在吳德誠等所作高原心臟病報告（1955年）的启发下，對15例出生於拉薩的漢族小兒所發生的高原性心臟病作了報導，並對其發病機理和防治要點提出自己的見解。

我國學者在應用中醫中藥預防和治療高原適應不全症方面也取得了一定的成績。四川省中醫研究院首先配制中藥“參芎龍片”來預防高原適應不全。1959年6月某軍區總醫院高山病工作組在青海省玉樹地區分別就某幾種有效藥物對高原適應不全症的預防效果進行了觀察，証實中藥“參芎龍片”的預防效果較為理想，可使發病率從80.7%降至33.3%，且兼具一定的治療作用。同時又採用中藥“參麥五”膏（即原復脈湯成分）治療高原適應不全症，也收到一定效果。

1960年5月25日，北京時間4時20分，我國英勇的登山健兒，年輕的中國登山隊員——王富洲、貢布、屈銀華在黨的教導和革命英雄主義的鼓舞下，克服了嚴重缺氧，戰勝了無窮變幻的大自然，登上了海拔8882米的珠穆朗瑪峰，完成了人類第一次從北坡登上珠峰的業績，在人類登山史上寫下了光輝的一頁。我國登山隊員在嚴重缺氧的條件下登上珠峰頂點的奇跡，這種超乎尋常的

缺氧耐受性是怎样建立起来的，有待于医学科学加以阐明。这一事实不但对于我国高原地区的建設事业有重大实际意义，而且在医学科学上也有重大的研究价值。

我国土地面积广大，地形更是复杂多样，从海拔 10 米以下的长江三角洲平原，直到海拔 5000 米左右的青藏高原和 8000 米以上的高峰。其間包括平原、盆地、丘陵、高原、山地等五种地形。地形上的一个重大特点是高原、山地面积占全国土地面积的百分之六十左右，因此，高原在我国社会主义建設的自然資源中，占有相当重要的地位。但是在漫长的年月里，它們一直在沉睡，近百年来，由于反动統治的腐敗无能 and 帝国主义的肆意践踏，它們仍然是默然无言。今天，解放了的人民成了土地的主人，它們才开始成为祖国的无尽宝藏，在祖国的社会主义建設中将發揮无穷的威力。随着社会主义事业的发展，随着人們物质生活、文化生活的提高，对人民卫生事业提出了新的要求。在工厂矿山里，在农牧场里，在工地上，还有从平原地区不远千里而来支援高原建設的劳动大軍，都需要医疗保健事业为他們服务。因此，我們对于高原卫生的研究，不但具有一般的学术意义，而且有密切配合广大高原地区社会主义建設的重大意义。

## 第一章 高原气候因素

海拔較大，起伏較小的大片完整高地，叫做高原；高达 1000 米以上而峰頂面積較小的則称为山地，其中海拔在 3000 米以上的称为高山。本书所說的高原，一般是概括上述的高原和高山而言。要研究高原条件对人的机体作用，首先要了解高原气候的特点。

太阳輻射是大气变化的基本动力。由于太阳輻射的位置在時間上与空間上的变化，气候不但因地球緯度具有变异，即同一緯度还有季节的变化。此外，大气环流、水陆分布、洋流、地形等因素都影响着气候的变化。

海拔高度对气候的影响，就地球全球而論，由于地球的面积随高度增加而急減，所以高度因素并不十分重要。但是，就局部而論，情况恰恰相反。例如，在对流层下部，高度每增高 1000 米，气温就平均減低  $6^{\circ}\text{C}$ ；所以，即使在赤道上，只要五、六千米的高山，就可以垂直分布着：赤道、热带、温带、寒带、极地等不同的气候带。就此点而論，高度可以成为各种气候因素中最重要的一个。

### 一、高度对太阳輻射的影响

太阳輻射实际是大气的唯一热源；太阳輻射是地球上光綫、温热和生命的源泉。其他星体当然也可以供給大气以热能，实际上有許多恒星的温度也并不低于太阳，不过因它們与地球的距离，比太阳与地球的距离大得多，所以它們供給地球的热量就很微小。例如太阳輻射强度，通常不受大气影响下的平均太阳距离时，1 分钟內垂直投射于 1 平方厘米面积上的热量一般为 1.97 卡（此数称为太阳常数），其他所有星体所供給的热量在 1 分钟內还不到十万分之一卡，所以可以略而不計。地中热量也可作为大气热源之一，但

也因热量微小而可以不計。

太阳辐射的电磁波以直綫向四面八方散布于宇宙空間。其光谱包括各种长度的波长, 波长  $0.40 \sim 0.76 \mu$ ①, 称之为可见光綫;  $0.20 \sim 0.40 \mu$  是为短波光綫, 人眼不能见到, 叫紫外綫;  $0.76 \sim 30 \mu$  是为长波光綫, 也不能见到, 叫紅外綫。当太阳辐射通过大气时, 随着空气的透明度、水汽和尘埃的吸收与漫射作用, 仅有一部分(約占总量的  $43 \sim 75\%$ )到达地面。特别是紫外綫部分吸收作用最强烈, 短波紫外綫( $0.2 \sim 0.3 \mu$ ) 則完全不能到达地面, 为同温层的臭氧层所吸收。当高度增加时, 由于太阳距离縮短, 空气稀薄, 以及水气与尘埃含量减少, 因而大气对于太阳辐射的吸收与漫射减弱, 太阳辐射强度增强。特别是短波紫外綫增强幅度最大。辐射随高度增加而增强。

在到达地面的太阳辐射能中, 一部分被地面所吸收而轉化为热能, 一部分則被反射到大气和星际空間去。被地面反射出去的辐射能量, 占射到地面的辐射总量的百分数, 称为反射率。反射率的大小, 决定于反射表面的特性(表 1)。

表 1 地球表面反射率

| 反 射 表 面 | 反 射 率 (%) |
|---------|-----------|
| 海洋      | 7         |
| 湿潤的黑色地面 | 13        |
| 花崗岩     | 15        |
| 草原、森林   | 18        |
| 綠草复盖的土壤 | 25        |
| 固定的雪被复  | 70        |
| 新降的雪被复  | 85        |

高山与高原上, 雪被复期間較长, 并且以一定高度上升始可以形成永久积雪。由于雪被表面反射率最高, 因而高山、高原上反射率也就随高度增加而增大。

①  $1 \text{ 微米} (\mu) = \frac{1}{1000} \text{ 毫米} (\text{mm}) = 1000 \text{ 毫微米} (\text{m}\mu) = 10,000 \text{ 埃} (\text{\AA})$ 。

高原地区,随高度增加而太阳辐射特别是短波紫外线的增强,和地面反射率增高等特点,有重大的生物学、医学意义,例如有杀菌作用和治疗作用,另一方面在缺乏防护情况下,也可能引起日晒性皮炎等疾病。

## 二、高度对大气压、氧分压的影响

包围着地球的大气,对地面和一切存在于地面上的物体具有一定的压力。但是这个压力却随着高度的变化发生着变化。在海平面上0°C时,这个压力等于760毫米汞柱,称为标准大气压。向上升高时,气压就有规律地减低。高度愈高,气压愈低(表2)。

表2 不同高度时,大气压、氧分压的变化

| 海拔(千米) | 大气压(毫米汞柱) | 氧分压(毫米汞柱) |
|--------|-----------|-----------|
| 0      | 760       | 156       |
| 1      | 680       | 140       |
| 2      | 600       | 125       |
| 3      | 530       | 110       |
| 4      | 460       | 98        |
| 5      | 405       | 85        |
| 6      | 355       | 74        |
| 7      | 310       | 65        |
| 8      | 270       | 56        |
| 9      | 230       | 48        |

由于大气压随着高度的上升而有规律的减低,因而在登山和飞行时,可以根据气压的差异而计算出上升的距离。常用的有如下公式:

$$H = 1600 \frac{B - B_0}{B + B_0} (1 + 0.004t)$$

式中: H——上升高度差, B——起点的气压, B<sub>0</sub>——到达点的气压, t——上升距离两点气温的平均。

随着大气压的降低而出现的一个重要现象就是氧分压的降

低。由于氧分压降低而产生的缺氧，对人的机体有重大影响。氧分压随大气压的降低而有规律地降低(表2)。

大气压和氧分压的降低，不但各别地作用于人体，而且还联合作用于人体。登山和飞行人员一般在5000米的高度就要用给氧装置。但是当高度上升到14千米以上时，除了给氧装置外，还必须装置有恒定气压的密闭仓室。这是因为氧分压是随高度上升大气压的降低而降低，而肺泡中的水蒸汽压强(47毫米汞柱)和 $\text{CO}_2$ 压强(40毫米汞柱)却不随之而降低。例如到15千米高度时，大气压强为87毫米汞柱，这刚好与肺泡中水汽和 $\text{CO}_2$ 二者之和相等，即肺泡中现在完全为水汽和 $\text{CO}_2$ 所占据。由于压力不足，即使供应纯氧，也不能进入肺泡。所以不但要解决氧分压的问题，还要解决大气压的问题。

### 三、高度对气温、气湿的影响

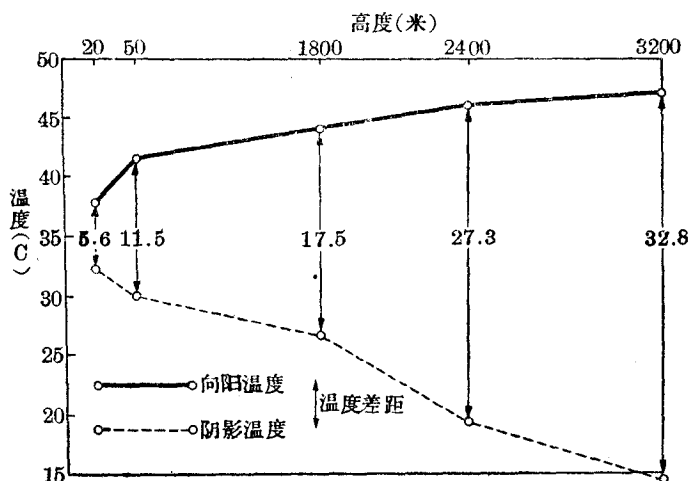
我们知道地球的热源来自太阳辐射，但是大气的热源却不是直接来自太阳，而是位于地面。太阳的辐射能在穿过空气时，只将它加温 $0.015\sim 0.02^\circ\text{C}$ ，达到地面的太阳辐射能，被地面吸收而转变为热能，这种地面热量由气流交换作用输送于大气中。由于太阳辐射和产热的过程，因而产生一系列的气温变化。

由于大气热源位于地面，因而气温随高度增加而降低。在对流层下部，气温每当高度增加1000米时，平均减低 $6^\circ\text{C}$ 。这主要是指自由大气与高山是如此，对于高原却有所不同。例如我国青藏高原固属高寒，但实际气温却远高于按高度递减的数值。按高度递减计算，拉萨应比重庆低 $22^\circ\text{C}$ ，但实际上1月的月平均温度只低 $8^\circ\text{C}$ ，七月只低 $12^\circ\text{C}$ 。这大概因青藏高原地面宽广，接受太阳辐射热量多，而拉萨位于雅鲁藏布江河谷，还受到一些从高山山口流过来的印度洋气流的影响，所以气温的递减不同于自由大气和陡峭的高山。高原的这个特点，提供了人类居住活动的有利条件。

辐射随高度增高而增强，气温随高度增高而降低。在平原，阴

影温度与向阳温度相差甚小,但随着高度增高,这一差距越来越大,成剪刀式差异(表3)这一特点,与日晒性皮炎有着密切关系。

表3 高度引起的向阳温度和阴影温度差异简表



由于大气的热源位于地面,地面因太阳辐射强度而产生的周期性因而也随高度上升而引起变化。而且在自由大气与高原的变化是截然不同的。陡峭的山峰则与自由大气接近。

既然大气热源来自地面,所以它的温度的周期变化(包括一日的周期和一年的周期)也来之于地面,不过在自由大气中,温度的周期变化幅度是高度愈高,变化愈小。假定相当于海平面的地面温度周期变化幅度为100的话,到了300米的高度这个幅度则只为38(冬季),55(夏季)。并可由此推出,冬季在750米的高度日温变化幅度只为10;夏季在1150米的高度,日温变化幅度降为10。

在高原上(相当于大面积地面升高)与自由大气和陡峭的高山不同,气温的日变化幅度和年变化幅度不是愈高愈变小,而是随高度上升逐渐增加。这是由于高原上的日间与夏季太阳辐射的收入增加,在夜间与冬季冷却时射出辐射支出也增加的结果。因而温度变化趋于极端,成为高原性气候。例如,我国华北平原日温变化幅

度平均为  $11^{\circ}\text{C}$ ，山西高原則平均达  $13^{\circ}\text{C}$ ，在青藏高原有不少地方的最大日温变化幅度可到  $30^{\circ}\text{C}$  以上。峨嵋山年温变化幅度为  $16^{\circ}\text{C}$ ，而柴达木盆地年温变化幅度竟大到  $30^{\circ}\text{C}$ 。

高度对湿度也有影响。绝对湿度随高度增加而降低。这种情况不只是由于水汽来源于地面，并且还由于温度随高度而降低和气流的动力原因，因此水汽在自由大气中的含量是向上急减的。在山坡上也是大体如此。如果說气压在升高到 5500 米的高度才降低一半的话，那么只要 2000 米的高度，绝对湿度就降低一半。在 4000 米高度只有  $1/4$ ，在 6500 米高度只有  $1/10$ 。与此相反，相对湿度却因气温的降低随高度上升而增大，所以高山云、雨較低地为多。不过这一情况仍受绝对湿度的随高度急减的制约，所以在高山有一定的云、雨带，从这个带再向上，雨量反而渐减。因此，一般地讲，高原的大气湿度是較低的。

大气湿度对人体的体温调节来说，低湿度比高湿度較有良好作用。例如在低温时，机体特别需要保持身体的温度，低湿度就能适合这种需要，反之，水汽却能增加体温的放散；在高温时，低湿度有利于体温的放散，反之，水汽又能阻碍体温的放散，而且給人引起沉闷或酷热的主观感觉。因此，在自然条件下，干燥空气比潮湿空气对人来说要好受些。而就中等气温和中等气流情况而言，对于人体体温散放的最有利条件是 30~60% 的相对湿度。若空气过于干燥，就会引起口渴，粘膜干燥；反之，若空气中水汽接近饱和则水分蒸发就会停滞。

#### 四、高度对气流的影响

高原对大气环流发生一定作用，特别象西藏高原的大高原，对于大气环流不仅产生重要的动力作用，而且也产生着热力作用。

西藏高原由于它的高海拔高，面积大，不但能阻塞南下北上的气团，而且能使高空西风气流发生分支。在冬半年，当高空西风气流受高原的阻挡后，分别从高原南北两侧流过，形成西风的南北两支，

通称为西风急流。同时在高原的东西两端出现了所谓“死水区”。南支位于北纬 $28\sim 30^\circ$ 之间的西藏南部一带；北支位于北纬 $37\sim 42^\circ$ 之间的祁连山北部一带。这两支西风急流绕过高原后，直到我国东面出海，约在东经 $140^\circ$ 和北纬 $32^\circ$ 的日本南部上空才重新会合，会合后的西风流速更加增强，成为北半球最强大的西风急流，中心流速在 $73\sim 91$ 米/秒之间，极端最大风速可达 $160$ 米/秒。而欧美上空急流速度很少超过 $80$ 米/秒的。

西藏高原东侧四川盆地一带的上空，受到西邻大高原的屏蔽，西风天气系统极少到达这里，所以在这一区域里，风力微弱，天气平静，冬季占优势的是东北风。

西藏高原的存在，加强了我国东部平原上自由大气中季风的交替。冬季，由于西藏高原把一部分西风限制到更南的纬度，使东部北方冷气团的南下，得到特别向南发展的空间。夏季也由于西藏高原的存在，当南支西风急流消失后，使西南海洋气团能够迅速北上，使南方气流在东方平原上获得更大的向北伸展的空间。所以我国的梅雨季中主要降水带的向北移动，与南支西风急流减弱有密切关系。

由于高原地面夏季接受太阳辐射量大，冬季地面散热冷却快等热力作用，高原与同高度的周围大气的温度变化有差异，因而影响了大气环流。夏秋两季，由于高原上平均地温高于平均气温，等压面突起，保持了高原反气旋存在，形成稳定的气层，这与秋季长江以南各地多晴朗天气有关。冬去以后，高原增温又迅速，自4月份起，温度梯度很快由自南而北变为自北而南。这一结果可促使西风南支急流的破坏或减弱，使海洋气团能提早到达我国华南沿海。

高原内部的环流情况，由于地形复杂，风力、风速、风向受地形的影响很大。青藏高原的平均风速并不大。年平均风速拉萨为 $2.5$ 米/秒，西宁只有 $1.5$ 米/秒；风力最大也不过 $6\sim 7$ 级。风向，西宁以东风、南风最多，昌都以西北风最多，拉萨以东风最多，风向一般都与河谷平行。