

# 高原病 和高原战创伤

主 编 王德文  
审 阅 吕永达

全军病理专业组  
军事病理专题组

85105

# 高原病 和高原战创伤

主编 王德文  
审阅 吕永达



全军病理专业组  
军事病理专题组

主 编 王德文  
审 阅 吕永达  
编 著 者

(按姓氏笔划为序)

- 毛长琪 第三军医大学高原研究室教授  
王端荣 西藏军区总医院病理科主任、副主任医师  
王德文 军事医学科学院放射医学研究所病理研究室主任、研究员  
车惠民 西藏军区总医院院长，主任医师  
况 允 西藏军医总医院内科主任，主任医师  
吕永达 军事医学科学院军队卫生研究所研究员、院专家组成员  
胡石麟 新疆第 273 医院病理科主任、主任医师  
孙秉庸 第三军医大学高原研究室主任、教授  
谢增柱 第三军医大学高原研究室付主任、教授  
魏文辉 青海第 4 医院病理科主任、主任医师  
责任编辑：崔彩彬  
封面设计：王晓民

总后卫生部张立平部长  
对全军高原、高寒战创伤病理  
专题研讨会的贺信  
(代序)

各位专家、教授、同志们：

欣闻全军高原、高寒战创伤病理专题研讨会在昆明总医院召开，谨向会议表示衷心的祝贺！并向为发展我军军事病理学事业作出贡献和辛勤劳动的专家、教授和广大科技人员表示亲切的问候和诚挚的敬意。

军事病理学是军事医学和病理学相互交叉、相互渗透的一个学科。这次会议针对高原、高寒地区战创伤损伤与修复特点进行学术、技术交流是十分重要和必要的，对于提高防治水平，保障部队战斗力是很有意义的。

希望同志们团结协作，共同努力，发挥各自的优势，为我军医学科学技术事业的建设和发展，作出新的贡献。

最后，祝会议圆满成功！祝同志们身体健康！

1990.11.21.

## 前 言

经总后卫生部批准,由全军病理专业组军事病理专题组主办的“全军高原高寒战创伤病理专题研讨会”于1990年11月27日-12月1日在昆明总医院召开。会议就高原病的病理生理、病理形态、机理临床特点和防治以及高原高寒条件下战创伤损伤与修复规律性等进行交流。军内外医学院校、科研单位及部队医院等40个单位约80名代表与会,收到论文120篇,一些著名专家教授对上述问题作了内容丰富的专题报告。总后卫生部张立平部长在贺信中指出:这次会议针对高原高寒地区伤病防治和战创伤损伤与修复特点进行学术交流是十分重要和必要的,对提高其防治水平,保障部队战斗力很有意义。

军事病理学是运用病理学理论和方法研究军事医学问题的重要学科领域,它着重研究战争中所面临的各种特种武器和常规武器所致损伤和部队驻防地及平战时各种有害环境致伤,致病因子所致伤害的损伤原因,发生发展规律和致伤机理,以阐明各类战创伤及伤病的本质,为解决许多军事医学问题及其防治提供病理学理论基础。高原医学与高原病理学也是军事病理学的研究内容之一。

高原地区主要因其低压缺氧和寒冷等而区别于平原。高原作战时伤病防治及战创伤救治特点给部队卫生人员提出了许多急待解决的课题。保障进入高原地区部队官兵的健康,生活、训练、施工和作战行动,防治高原反应,促进高原条件下战创伤愈合修复,减少伤残和死亡率,从而保障部队战

斗力，是部队卫生人员也是军事病理学工作者的重要任务。

为帮助部队基层卫生人员学习掌握高原病及高原战创伤特点和防治知识，全军病理专业组军事病理专题组邀请军内10位专家对在会上的报告作必要补充后，汇集成册，以供部队基层卫生人员参考。人民军医杂志也将以笔谈形式连载发表。

本书经军事医学科学院军队卫生研究所吕永达教授审修，谨此致谢。

王德文

1991年4月于北京

# 高原病和高原战创伤

## 目 录

### 前 言

- 一、高原环境及对人体影响 ..... 王德文(1)
- 二、高原病的分型及临床病理变化 ..... 王端荣(12)
- 三、急性高原病的发病特点及防治原则 ... 吕永达(19)
- 四、高原昏迷及其防治 ..... 胡石麟(25)
- 五、高原肺水肿及其防治 ..... 魏文辉(30)
- 六、高原心脏病及其防治 ..... 孙秉庸 况 允(37)
- 七、高原红细胞增多症及其  
防治 ..... 谢增柱 毛长琪(43)
- 八、高原血压异常及其防治 ..... 王德文(50)
- 九、高原创伤休克救治特点 ..... 车惠民(55)
- 十、高原冻伤及其防治 ..... 王德文(61)

# 第一章 高原环境及对人体影响

王 德 文

军事医学科学院二所病理研究室

“高原”通常系指海拔 3000 米以上，产生明显生物学效应（机体反应）的地区，超过 5800 米为特高海拔地区。我国 3000 米以上的高原地区约有 200 万平方公里，约占全国面积的 1/6，主要分布在西藏、青海、新疆、四川等省、自治区的部分地区。其中青藏高原是世界上地域最广、海拔最高的高原，尤其西藏高原为其主体，平均海拔 4000 米以上，由喜马拉雅山脉、昆仑山脉及唐古拉山脉环抱，约占全国面积的 1/8，素有“世界屋脊”之称。高原环境特殊，对人体的健康影响甚大，对部队行军、作战、训练、劳动、生活等有时可造成严重危害，无论世居者或移居者（尤其移居者）均然。高原环境也对战创伤的损伤与修复愈合带来影响。西南高原地区是局部战事发生频率较高地域，为加强战备，保卫国防，建设高原，提高野外技术水平，更好完成未来战争中高原地域伤员救治任务，以保障部队战斗力和执行军事任务，掌握有关高原环境，高原病及高原战创伤的基本知识，是部队卫生工作人员的一个重要问题。

## 一、高原环境特点及其危害

高原地区因其特有的自然气候和地理环境而不同于平原地带，主要是空气稀薄气压低，缺氧（氧分压低），气候寒



冷干燥，日温差大，风沙多、太阳辐射强、日照长、紫外线和电离辐射强，化学因素异常等。上述特点并随海拔高度不同而变异。人体由平原初次进入高原或由低海拔高原进入更高海拔高原。甚至久居或世居高原者，为了适应高原低压缺氧等环境，机体将发生一系列适应性的变化。虽然人体对高原低压缺氧环境的适应能力很大，一般认为在 5300 米以下的高原以长期生存活动，也可通过适应性锻炼（即习服）以提高其适应能力，但机体的个体差异性较大，部分人员始终不能适应高原的特殊气候环境，发展为“高原适应不全病”，即高原病。据调查，在海拔 6000 米时，至少有 50% 的人体可发生严重的全身缺氧甚至死亡。1962 年印军侵犯我边界，在 3000 至 5000 米高原地带交战，于 3 天内因急性高原病减员达 42%，我军也有约 50% 发生高原反应。

1. 低压缺氧：大气压由空气分子密度所决定，随着海拔的升高而逐步降低，通常海拔每升高 100 米，大气压约下降 5mmHg。水的沸点则降低 0.334℃。而空气中氧分压与大气压密切相关，众所周知，空气中氧含量为 20.93%，海平面的大气压 760mmHg，故空气中氧的分压约为 150mmHg。由于高原空气中含氧百分率与平原相同，但单位容积内气体的分子数却低于平原，所以随着海拔高度升高，不仅大气压降低，空气中的氧分压也降低，如于海拔 3500 米处，大气压仅约为 493mmHg，氧分压则仅为 102.4mmHg，为海平面氧分压的 64%。已知人肺泡腔内气体氧分压（105mmHg）低于吸入空气中的氧分压，随着海拔高度的升高，肺泡内氧分压也降低，弥散入肺毛细血管血液中的氧将降低，动脉血氧分压和饱和度也随之降低，当血

氧饱和度降低到一定程度，即可引起各器官组织供氧不足，从而产生功能或器质性变化，从而出现缺氧症状。此外，低气压将导致沸点降低，饭不易煮熟，容易引起消化不良，腹胀等症。

2. 寒冷、干燥与强风：气温随海拔升高而降低，一般每升高 1000 米，气温下降约  $0.6^{\circ}\text{C}$ ，有的地区甚至每升高 150 米可下降约  $1^{\circ}\text{C}$ ；昼夜温差可在  $20^{\circ}\text{C}$  以上，山阴山阳之间的温差也很大；气流速度也随海拔升高而增大，在高山地区年平均为  $1.5\sim 3.1$  米/秒。有时可达 40 米/秒以上（相当 12 级风），高原地区气候干燥湿度低，大气中的水蒸汽含量随海拔升高而降低，如海拔 3000 米处空气中水蒸汽量不及海平面的  $1/3$ ，6000 米时只有海平面的 5%，西藏高原水蒸发量比降水量大数倍至数十倍，冬季相对湿度接近零。过多的水份蒸发，易致机体脱水，出现口渴，皮肤和口唇粘膜干燥或干裂，鼻衄，在特高地区甚至诱发血浓缩和血栓形成。寒冷和风的影响，容易发生冻伤甚至冻僵，也会加重创伤，延长愈合修复。

3. 太阳辐射和紫外线强：高原空气稀薄清洁，尘埃和水蒸汽含量少，大气透明度比平原地带高一倍以上，太阳辐射透过率随海拔高度增加而增大，一般每升高 1000 米，辐射增强 10%；在有积雪时，雪面的日光反射量可高达 75-90%。西藏高原大部分地区日照量都在 12 小时左右，全年日照总时数（1640-3393 小时）比平原（如长江流域等）地区多 50-100%，显然日照时间长，接受的紫外线就多，且随海拔的增高紫外线辐射强度增加，一般每升高 100 米则增加 3-4%，同时出现生物学效应较强的短波紫外线。

强紫外线和太阳辐射的影响主要是暴露的皮肤容易发生皮肤损伤，急性损伤表现为晒斑，水肿、色素沉着，皮肤增厚、沟纹形成；慢性损伤主要引起真皮胶原嗜硷性等，即“高原皮肤病”，在雪地执行任务（如行军作战、施工、执勤等）时容易发生雪盲。

4. 电离辐射强：自然界的本底辐射总剂量约为每年50-200毫拉德，在高原地区，来自外层空间而且穿透力强的宇宙射线量增加。如海拔3000米高原的宇宙辐射年总量比平原大3倍，相当于平原本底的最高值，迄今虽尚无资料表明高原的强电离辐射可造成机体损伤，但由于高原低氧环境可使组织内氧含量低，可能具有“天然”的辐射防护作用。

5. 其他因素：高原地区蔬菜水果缺少，食品单调，易患维生素缺乏病，影响创伤修复愈合；高原大气中氧分压低，所含臭氧却较平原增高1-2倍，臭氧虽可部分吸收太阳的紫外线，但它易使人疲劳，机能下降，加速老化，海拔3000-4000米地区人的劳动率平均下降20%。高原阳光充足，日照时间长，日温差大，紫外线强，可影响细菌生长，创伤感染率及破伤风发生率较低，有利创面愈合，然菌痢，布氏杆菌病、结核、麻疯等发病率较平原地区为高。

## 二、高原环境对人体的影响

高原气候环境对人体生理和病理的影响因素主要是低压缺氧，尤其缺氧更为著明，可累及各个系统；主要包括：

1. 中枢神经系统：脑组织占体重2%，其氧耗却占全身的20%，中枢神经系统对缺氧最为敏感，尤其大脑皮层为若。轻度缺氧（如于海拔2000-3000米）时神经系统兴奋性增高，但严重缺氧（如海拔4000-5000米）时却转入

抑制过程（表情淡漠，反应迟顿等），甚至出现嗜睡，昏迷，意识丧失，呈超限抑制状。可发生脑水肿，充血，小灶状出血，神经细胞变性甚至灶状坏死，尤其大脑皮层锥体细胞为著。缺氧还引起神经纤维，尤其突触的破坏，导致轴突传导障碍，严重脑水肿是急性高原昏迷的病理基础。

2. 呼吸系统：人体进入较低海拔的高原（如2000米左右），为了适应缺氧环境，将通过呼吸加深加快，增大肺通气量，以吸入更多氧气，提高肺泡腔氧分压和动脉血氧饱和度，但由于同时排出较多二氧化碳，严重时可发生呼吸性碱中毒，从而成为急性高原反应的基本病理环节。在进入较高海拔的高原或停留时间较长时，缺氧使肺小动脉收缩，血管阻力增大，引起肺动脉高压，肺内大量体液外渗，并由于缺氧导致肺毛细血管通透性增加（缺氧引起肺泡释放组织胺5-羟色胺所致），大量血液流入肺循环（缺氧使交感神经兴奋性增强，大量释放肾上腺素所致），从而发生严重肺水肿，并常伴有肺灶状出血、透明膜和微血栓形成。急性高原肺水肿是急性高原病最多见，死亡率甚高的类型。

### 3. 循环系统：

心脏：进入高原后，轻度缺氧时，心率随海拔增高而加快，心输出量增加，一般经1-2周后逐渐习服减慢，接近正常；当严重急性缺氧时，则发生心肌损伤；心肌纤维变性，甚至凝固性坏死，线粒体肿胀空泡化，内浆网扩张，长期慢性缺氧时坏死灶可发生纤维化或病理性化。小儿以右心严重，成人常累及全心。高原心脏病点多见于慢性高原病时，然急性者也不乏见到。

内脏器官的血循环：进入高原发生急性缺氧时，机体

脑、肺、心的血流量均增加，以保证上述重要器官的血流灌注和供氧，而肝、脾、肾、胃、肠及皮肤则血管收缩，血流量减少，肾缺血尤为明显，并可能成为急性高原病发病机理的重要环节。肺动脉高压是急、慢性（尤其慢性）缺氧时突出的变化，虽具有代偿意义，使肺组织灌注不足得到改善，但却使右心室负荷加重，右室壁肥厚，甚至引起右心衰竭。

4. 血液和造血系统：进入高原缺氧环境初期，即可迅速出现外周血红细胞，血红蛋白及血球比积的增加，以增强携氧能力，提高动脉血氧饱和度，海拔越高，其增加越明显，这属代偿适应现象，但少数人员由于持续缺氧，通过多种机理，使红细胞生成素分泌增加，可以刺激骨髓细胞增生，红细胞生成过多，并促进血红蛋白的合成，血粘滞性增高，循环阻力增大，导致适应高原的能力下降，严重者发展成为红细胞增多症。

5. 泌尿系统：在严重的高原缺氧时可发生少尿，并加重或导致脑水肿的发生。缺氧时少尿的机制尚待阐明，可能与缺氧引起垂体后叶抗利尿激素分泌增加和缺氧引起肾小动脉收缩，使肾血流量减少有关。高山病时还常见肾小管上皮组织细胞变性甚至坏死、血尿、蛋白尿等征象。

6. 消化系统：高原缺氧常致胃肠蠕动减弱，胃排空时间延缓、唾液、肠液及胆汁分泌减少，食欲减退，高原低压使沸点下降，饭不易煮熟，影响消化吸收。初入高原者因食欲减退，消化不良，导致体重下降，劳动力减退。

7. 眼睛：高原地区太阳光中的强紫外线辐射容易引起眼睛的急性损伤——即雪盲，尤其雪线以上地区常年积雪，通过雪面反射大量的紫外线，其中的生物学作用较强的短波

紫外线易被眼睛前部组织（尤其角膜）所吸收，产生恶化作用，损伤组织。主要是引起急性角膜炎症状，导致视力障碍，若防护不当，可产生大批雪盲。其潜伏期 6-8 小时，以 2 天内最严重，3-7 天可基本恢复。轻者羞明，流泪，异物感；重者眼睑痉挛，双目灼痛，视力减退甚至头痛头晕等全身症状。主要病变为角膜浅层水肿变性，甚至坏死，炎细胞浸润，然晶体和视网膜多无变化。

8. 皮肤：高原地区皮肤损伤主要是强紫外线引起暴露皮肤的晒斑，寒冷所致的冻伤及干燥所致肢端皮肤破裂，另一常见病为高原指甲凹陷症（又称反甲）。在海拔 2000 米以上地区部队发病率约 50-60%，少数工程部队达 90% 以上，并随海拔升高而增多，其发生可能与低氧、寒冷、疲劳及营养不良诸多因素有关。主要表现为指甲初期扁平，继之凹陷呈匙状，严重时与甲床分离，疼痛、出血，右手多于左手，拇指多见，食指、中指、环指和十指依次减少，重体力劳动和常接触冷水者发生率更高，少数累及趾甲。发病可在入高原后 1-2 月，然多在 6-12 月内。返到平原后 1-2 月可恢复正常。本病是部队高原劳动卫生学问题之一。严重时影响部队训练及国防施工任务。

### 三、高原创伤修复愈合的特点：

创伤修复是一个非常基本的病变修复过程，均经历致伤、炎症反应和细胞增生阶段，但其机理复杂，易受多种因素（如血循环、感染、激素、介质、维生素，损伤范围部位及自身稳定性等）影响。在高原受伤后，除上述影响因素外，还受到高原缺氧低压、寒冷等诸多因素的影响。其特点为：

1. 局部血循环差：高原地区缺氧，红细胞增多，血红蛋白增高，易发生血浓缩，且携氧能力低，血小板粘附集聚，甚至导致 DIC 和微血栓形成，并由于凝血酶原时间延长等因素，发生出血倾向，加之空气干燥，大量脱水，休克发生率较高（据报道，中印反击战中师救护所伤员休克发生率为 12.0%，高于抗美援朝战争的 7.4%），使得创伤组织血流灌注不足和缺氧成纤维细胞增生受抑，导致创伤修复愈合延迟。

2. 创口感染率增高，高原地区虽因太阳辐射及紫外线强，温度低，不利于细菌生长，平时的一般性化脓性感染率低于平原地区（如据统计，拉萨人民医院儿科 1060 例病儿中各种感染率仅 8.9%，低于平原地区的 22%）。但在战时是在缺氧条件下作战，特别是在寒冬时执行任务，长途行军消耗大，营养缺乏体质下降，动脉血氧分压低且局部血流减少，伤部保温不佳冻伤多，加之后送困难，难以彻底清创，创伤感染机率明显增多，感染时间明显延长。1962 年对印反击战的战伤感染率达 76.2%，拉萨总医院报告 181 例战伤病理活检中，见慢性骨髓炎 67 例，慢性软组织炎 42 例，气性坏疽 7 例。

3. 局部冻伤多见：西藏高原寒冷季节长，气温低，尤边防地区多处海拔较高的山区，每年 9 个月以上处于严寒时期，尤其战事紧急时，难以保温和及时后送，致伤部位易合并冻伤，加重血循障碍，使创伤局部伤情加重，如上述 181 例战伤活检中，并发四度冻伤者 44 例，三度冻伤者 14 例。

4. 后送困难，伤部固定不良：高原作战，运输线长，路况差，搬运后送伤员多靠人背挽扶汽车送，局部固定不

良，每致骨折断端再移位或骨痂破坏，刺伤周围组织和血管，或伤口裂开，发生或加重失血，使失血性休克增多，甚至危及生命。据西藏总医院病理科 13 例战伤住院死亡病例剖检中，即发现 1 例右股骨骨折伤员因后送途中未有效固定，造成骨折处脂肪组织入血致重要脏器脂肪栓塞而死亡。

5. 营养和维生素缺乏，创伤愈合延迟：高原地区（尤其高原边防区）缺少蔬菜水果，食品较单调，部队作战训练和劳动体力消耗较大，每易发生维生素缺乏、低血钾及浮肿等病症。据调查，1962 年中印边境作战时，有的连队约 10%（14 / 138 人）发生浮肿，约 28%（123 / 511 人）发生低血钾。维生素 B 族和 C 缺少将分别降低细胞代谢作用和间质细胞纤维组织的形成，维生素 K 缺乏会加剧伤口渗出，均将影响伤口修复愈合。

总之，高原地区由于气候和地理环境的特殊性，战创伤的损伤与修复过程也有着区别于平原地区的规律性，对高原地区战创伤的救治原则，无论全身治疗（如抗体克时输液中预防肺水肿，抗感染时抗菌素的伍用等），抑或局部治疗（如手术原则，局部复温等）也有其特殊规律，开展关于高原条件下战创伤损伤修复特点，促进创伤修复措施的研究有重要军事和理论意义。

#### 四、关于高原低氧习服锻炼

高原低氧是影响部队在高原地区生活训练作战行动的主要因素，为获得对高原低氧环境的适应能力和提高其对低氧的耐力，可进行习服锻炼，以执行军事任务。

习服机理：通过对高原低氧环境的适应性锻炼，经过一段时间后，可使呼吸变深，心跳加快，血流成份改变，细胞



线粒体增多，酶活力增强，氧利用增加，ATP产生增多，神经递质和内分泌改变，组织对缺氧耐力增大，中枢神经系统和各器官功能活动逐渐协调并适应低氧环境。概言之，机体通过器官，组织细胞及分子水平的功能和结构的改变而逐渐习服高原环境。

**习服高度：**人体对高原低氧环境习服的潜力很大，一般来说，可习服的海拔高度约为4500-5200米，超过5300米，长期生活就很困难。

**习服时间：**主要取决于海拔高度：习服3000米时需2-4周，4000米时需5-6周，5000米时需9-10周。但是，达到组织细胞和分子水平的习服则需数日或数年。

**习服方法：**锻炼方法包括：（1）单纯体格锻炼——即在平原地区给予大强度体力劳动负荷（如长跑、登山、负重行军等），并持续一定时间，通常约2个月），各器官可出现类似高原低氧的变化；（2）单纯阶梯习服——即进驻高海拔地区时，采取途中分段停留，逐步登高而获得习服的能力。如进驻5000米以上高度前，可在2000米、3000米和4000米各至少停留1-2周，（3）阶梯习服加体格锻炼——即在不同高度进行阶梯习服同时进行适当强度体格锻炼（如长跑、负重引导、战术演习等），约2-3周。

**高原习服指征：**主要为高原反应症状消失，安静时的心率、呼吸率和通气量接近平原水平、红细胞和血红蛋白达到一定高度时不再继续升高，体重稳定不再下降，工作能力接近高原移居人水平。

**脱习服：**即从高海拔地区回到低海拔地区时，习服能力逐渐减退和消失。在低海拔地区，习服能力的保持时间一般