

高压氧医学

第五届全国高压氧医学学术会议
暨国际学术讨论论文汇编



全国高压氧学术委员会编

一九八七年八月

浙江省宁波市高压氧舱厂

是全国生产高压纯氧治疗舱的专业工厂，自一九七一年开始生产单人高压纯氧治疗舱，经过几次改型设计，历年来已先后生产达441台，销往全国各大、中城市医院，工矿职工医院。一九八〇年开始生产大型高压氧舱，一九八三年开始承接中型高压氧舱业务。

高压纯氧治疗舱是我厂的主要产品，生产历史悠久，技术成熟，质量可靠，服务周到。

欢迎用户来信、来电、来员前来洽谈业务。

本厂厂址：浙江省宁波市大闸路28号

电 话：56666

电 报：1700(宁波市)

银行帐号：宁波市江北营业所 1006034

前 言

中国第五届高压氧医学学术会议及国际学术讨论会，于一九八六年九月二十五日至三十日在中国福建召开，这是解放三十七年来，我国高压氧医学举行的具有国际高水平的学术会议，出席这次会议的有：美国、西德、新加坡、瑞典、苏联、日本、南斯拉夫、挪威等八国三十多位专家，国内有二十四个省、市、自治区 142 个单位二百七十位代表参加，收到国内外论文一百六十八篇，国际交流三十二篇。从这次会议可以看出，我国高压氧医学无论在建舱数量，高压氧临床应用，基础研究等均已进入国际先进行列，某些领域处于国际领先地位。

为了更好的交流学术经验，促进高压氧医学的发展，全国高压氧学术委员会决定，将论文汇编成册，以期反映出我国高压氧医学的现代水平。

国际论文部分福州会议期间已用英文汇编成册，已发给各个单位。就不再编入本辑。

学会委托哈尔滨市第一医院高压氧科张九如主任，郑州第二人民医院高压氧科毛云鹏主任负责编审工作。由于编者医学水平低，错漏在所难免，敬请同道们批评指正。

编 者

一九八七年六月

目 录

科研论著

- 1、高压氧激光卟啉(HPD)对动物肿瘤作用的实验研究
——董国臣等……………(1)
- 2、高压氧对正常大鼠胸腺、肾上腺环核苷酸及末梢血淋巴细胞酸性
非特异酯酶活性的影响 ——张海鹏等……………(10)
- 3、高压氧处理后大鼠肾上腺皮质细胞的形态学观察
——张海鹏等……………(14)
- 4、高压氧—平阳霉素对人舌鳞状细胞癌Tcd8113系细胞影响的实验研究
——罗伟华等……………(16)
- 5、在高压氧作用下对家兔某些生物效应的研究
——周伟等……………(16)
- 6、高压下体外反搏实验研究
——陈文珍等……………(20)
- 7、高压氧与体液免疫的初步观察
——范淑纯……………(23)

内 科

- 1、高压氧治疗心跳骤停,心肺脑复苏的疗效评价
——郭守蔚等……………(24)
- 2、心跳呼吸停止复苏后HBO治疗时机,时限的探讨——55例心跳
呼吸停止抢救分析 ——许冠生等……………(27)
- 3、高压氧治疗支气管哮喘的探讨(附387例分析)
——刘子藩等……………(30)
- 4、高压氧治疗脑血栓的临床体会(附104例报告)
——贾士杰等……………(32)
- 5、高压氧治疗脑血栓78例总结
——张永寿等……………(35)
- 6、高压氧治疗急性脑缺氧的体会
——徐照明等……………(36)
- 7、高压氧治疗冠心病、心绞痛的疗效观察
——吕俊生等……………(37)
- 8、治疗严重肺气压伤的体会
——关永家……………(38)
- 9、重症减压病一例报告
——关永家……………(39)
- 10、加压治疗气栓症、合并气胸一例报告
——杨树栋……………(39)

11、高压氧治疗周围性瘫19例	——沈洪亮..... (40)
12、不同半球脑梗栓患者49例的记忆障碍和高压氧治疗后的改变	——沈仲元..... (42)
13、高压氧治疗重症肌无力40例的报告	——张慈录等..... (46)
14、高压氧治疗流行性乙型脑炎52例报告	——李志才等..... (48)
15、高压氧抢救深昏迷48天成功一例报告	——张九如等..... (48)
16、高压氧对长期昏迷患者的疗效与机理探讨	——吴钟琪等..... (50)
17、高压氧治疗驱虫净引起的脑炎综合症的临床探讨	——朱双罗等..... (50)
18、高压氧治疗偏头痛150例的报告	——张慈录等..... (51)
19、速发性青霉素过敏与高压氧的治疗	——谷金龄..... (51)
20、高压氧治疗晚放放射损伤58例疗效分析	——周树荣等..... (52)
21、脑血栓形成病高压氧治疗与临床治疗各25例的临床观察	——张国新..... (53)
22、高压氧治疗急性硫化氢中毒	——徐鹏等..... (53)
23、高压氧(2ATA)治疗职业病H ₂ S中毒后神经衰弱综合症五例报告	——吕宪慈..... (56)
24、单人高压氧舱治疗硫化氢中毒的实例报告	——张训..... (57)
25、成功抢救饱和潜水减压病的体会	——关永家等..... (59)
26、高压氧治疗光气中毒性肺水肿二例报告	——崔勋文..... (61)
27、高压氧治疗慢性溃疡性结肠炎附二例报告	——俞友皆..... (61)
28、高压氧治疗结肠炎15例报告	——赵淑兰等..... (62)
29、高压氧致Ⅱ度Ⅰ度房室传导阻滞一例	——沈洪亮..... (64)

30. 急性重型减压病截瘫症延误治疗176小时抢救成功	——杨雪耀	(65)
31. 高压氧治疗动脉硬化血栓形成脑梗塞311例报告	——袁乃贤	(67)
32. 高压氧治疗急性一氧化碳中毒672例临床疗效分析	——杨硕等	(67)
33. 急性一氧化碳中毒迟发脑病183例高压氧治疗临床观察	——刘志强等	(71)
34. 103例老年急性一氧化碳中毒高压氧治疗观察	——杨硕	(74)
35. 老年人急性一氧化碳中毒的临床及高压氧治疗特点	——郝鸣政等	(75)
36. 高压氧及胞二磷胆碱治疗一氧化碳中毒38例临床分析	——陈玉萍	(76)
37. 急性重度一氧化碳中毒高压氧治疗及特殊脑电图所见	——孙亚娟等	(77)
38. 急性一氧化碳中毒患者高压氧治疗前后血气及酸碱平衡的变化	——王如锦等	(79)
39. 应用电子计算机诊断急性一氧化碳中毒, 制订治疗方案及预测、预后	——杨硕	(80)
40. 高压氧下血压的变化	——刘明霞等	(82)
41. 重型减压病截瘫的治愈体会	——张建歧	(83)
42. 心肺复苏与高压氧	——谷金龄	(84)
外 科		
1. 高压氧治疗骨延迟愈合和骨不愈合50例报告	——毛文贤	(85)
2. 股骨头缺血性坏死高压氧治疗的探讨	——刘志强	(85)
3. 高压氧治疗骨骼无菌坏死报告40例	——毛文贤	(87)
4. 高压氧在移植300例手指坏死中所起的作用	——毛文贤	(88)
5. 高压氧治疗无菌性股骨头坏死10例疗效观察	——肖志详等	(89)
6. 高压氧治疗长期服强地松引起双侧股骨头坏死6例报告	——毛云鹏等	(91)

7. 试用高压氧治疗绞窄性肠梗阻引起的肠坏死成功一例	——张帆·····	(91)
8. 高压氧治疗严重挤压综合症2例报告	——徐熙明等·····	(93)
9. 高压氧治疗外伤性湿肺一例报告	——谷金龄·····	(95)
10. 单人高压氧舱治疗颈椎病105例报告	——罗家强·····	(96)
11. 高压氧治愈筋膜间隙综合症2例报告	——牟如春·····	(98)
12. 中西医结合加高压氧治疗血栓闭塞性脉管炎55例观察	——曾令芳·····	(98)
13. 高压氧治疗血栓性静脉炎40例的报告	——张荣春等·····	(99)
14. 高压氧治疗气性坏疽的疗效观察	——杨海平·····	(99)
15. 高压氧治疗战伤气性疽15例分析	——牟如春·····	(102)
16. 高压氧治愈脊髓损伤一例报告	——吕宪惠·····	(103)
17. 高压氧治疗肢体损伤20例观察报告	——苏志经·····	(104)
18. 高压氧治疗自缢急性脑缺氧6例报告	——毛云鹏·····	(105)
19. 高压氧对125例脑外伤后康复治疗小结	——李运泉等·····	(106)
20. 高压氧治疗脑外伤后综合症45例疗效观察	——丁春香·····	(107)
21. 高压氧治疗脑外伤后遗症13例临床观察	——邓维祥·····	(108)
22. 高压氧治疗溺水后缺氧性脑病一例报告	——兰样珍等·····	(109)
23. 高压氧治疗溺水2例报告	——赵长庚·····	(110)
24. 33例气性坏疽高压氧治疗的体会	——李景喜等·····	(110)
眼 科		
1. 高压混合氧治疗中心性浆液性脉络膜视网膜病变(80例91眼)的 疗效观察	——张绪中等·····	(111)

2. 视网膜血管阻塞的高压氧治疗	——张丽萍等	(114)
3. 高压氧对葡萄膜炎的疗效观察	——张国新等	(116)
4. 高压氧治疗眼底疾病74例的体会	——徐维玲等	(117)
5. 高压氧治疗眼底疾病70例疗效观察	——王玉文等	(119)
6. 高压氧治疗陈旧性中心性视网膜病变的探讨	——陈成秀等	(121)
7. 高压氧治疗中心性视网膜炎13例临床观察	——丁春香	(124)
8. 高压氧治疗眼病的体会	——李淑芬等	(125)
9. 高压氧治疗皮质盲一例报告	——王章珠等	(126)
10. 重度一氧化碳中毒引起失明经高压氧治疗 2 例体会	——依重贤等	(127)
11. 高压氧治疗眼战伤22例临床观察	——165医院	(128)

耳 科

1. 高压氧混合氧治疗突发性耳聋的疗效观察(附200例分析)	——张绪中等	(129)
2. 单纯高压氧及高压氧加药物治疗耳聋200例的疗效分析	——肖志祥等	(130)
3. 高压氧治疗神经性耳聋(附150例分析)	——赵长庚等	(133)
4. 高压氧对用药物治疗无效的感应性耳聋的疗效观察	——吴澹景等	(134)
5. 高压氧治疗突发性耳聋	——杨树栋等	(134)
6. 高压氧治疗压迫性单侧喉返神经全瘫一例报告	——范淑纯	(136)
7. 高压氧治疗噪声性耳聋临床疗效观察	——李继琪	(136)

口腔科

1. 高压氧短程疗法治疗牙周炎104例分析	——舒俊贤等	(141)
-----------------------	--------	---------

2. 牙周病的高压氧治疗

——孙亚娟等……………(142)

妇产、儿科

1. 高压氧治疗新生儿颅内出血及新生儿窒息27例报告

——孟锦香……………(143)

2. 产科应用HBO治疗的尝试

——吴桂芬等……………(143)

3. 高压氧治疗更年期综合症13例临床疗效观察

——张宪恩等……………(145)

皮肤科

1. 高压氧治疗弥漫性硬皮病(附5例报告)

——周瑞锡等……………(147)

2. 高压氧治疗圆型脱发症18例报告

——赵淑兰等……………(148)

3. 高压氧治疗致红皮病型银屑病复发一例报告

——朱定贵等……………(149)

4. 治疗寻常性痤疮的新疗法

……………(150)

经验介绍

1. 高压氧治疗的心理护理

——丁燕京……………(151)

2. 浅谈安全操舱的体会

——李秀兰……………(154)

3. 单人高压氧舱在抢救集体有害气体中毒时的应用

——任国范……………(156)

4. 单人氧舱一次性加压疗效观察

——且大文……………(156)

5. SG—T 2型单人高压纯氧舱心脏监视的装置

——王玉文……………(156)

6. 对国产10NE—75型单人高压纯氧舱对讲、制冷系统的改革

——高波等……………(157)

7. 高气压重症病人的护理

——余长青……………(157)

8. 氮氧潜水中血液流变学观察

——孙长风等……………(161)

9. 氮氧潜水前后心功能变化的观察

——季文元等……………(162)

10. 潜艇脱险卫勤保障

——关永家等……………(163)

11. 单人高压氧舱治疗昏迷病人—11例

——方岳林等……………(164)

高压氧激光光卟啉(HPD)对 动物肿瘤作用的实验研究

董国臣 邵素珍 赵改英 胡树新 吴兰瑞*

(山西省职业病研究所, 太原)

摘 要

本文应用高压氧舱和激光有机结合成的新装置, 进行了高压氧激光光卟啉对动物肿瘤作用的实验研究。小鼠瘤体反应区痂面直径、坏死深度和实验前后瘤体平均差数(X)与光动力疗法(PDT)比较有显著差异($P < 0.01$), 表明高压氧在光动力作用反应过程中具有提高光能量转移效率、增加单线态氧 $^1(O_2)$ 量子产额和氧的有效弥散距离半径、加速反应过程的独特的重要作用。本研究对光动力疗法进一步完善抗癌的标准程式是一个新的尝试, 是光动力疗法治癌学说的一个有力证明。

本文还对高压氧舱激光照射装置原理和应用进行了初步讨论。

关键词 高压氧 激光 光卟啉(HPD) 肿瘤

高压氧和激光在医学领域中的应用日益扩大, 引起了某些医学领域不同程度的变革, 为人类开辟了新的医学前景。现在, 国内外都是单独应用高压氧或者单独应用激光诊断和治疗疾病, 还没有将高压氧与激光结合使用的方法和装置。笔者于1984年1月将高压氧和激光这两个具有诊治疾病的要素有机结合成一种新的装置。除能完成原有的高压氧和激光的功能外, 还具有新的独特性能。

近年来, 我们进行了高压氧激光照射原理和应用的研究, 共分三部分, 本文报告的是第一部分, 即高压氧激光光卟啉(HPD)对动物肿瘤作用的实验研究。有关这方面多次实验结果显示, 高压氧激光光卟啉对动物肿瘤作用的结果是光动力疗法(PDT)治癌的单线态氧学说的一个有力证明, 对光动力疗法进一步完善抗癌的标准程式概念是一个新的尝试。

材料与 方法

一、高压氧舱激光照射装置^[1]

在高压氧舱开设激光入射窗，将激光束通过入射窗的K9光学玻璃导引进高压氧舱内，再经装在高压氧舱内壁上的可使激光反射形成合适的孔径角和光斑位置的全反射镜、发散透镜，或者经过会聚透镜聚焦耦入光导纤维或窥镜导光束引入人体腔内照区进行高压氧激光照射。（图1）

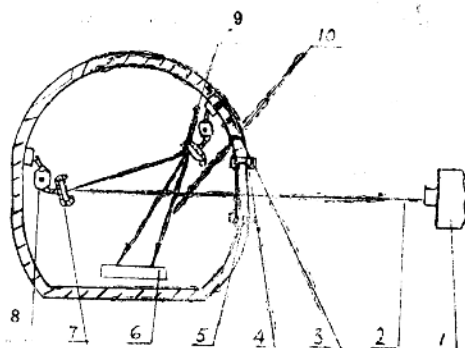


图1 高压氧舱激光照射经发散透镜扩束至照区

1·激光器 2·激光束 3·高压氧舱 4·激光入射窗 5·K9光学玻璃 6·照区（光斑位置） 7·全反射镜 8·万向转向装置 9·发散透镜 10·扩束的激光束

1·高压氧舱：（1）11wY—75型单人高压氧舱，宁波医疗器械二厂制造。（2）自制高压实验舱^[2]，舱体长0.64米，直径0.3米，每平方米耐压6公斤。舱体中部开设一激光入射窗，双层平行平面K9光学玻璃镶嵌于间。高压实验舱内的道氏袋为有机玻璃小室，其激光入射窗与高压实验舱入射窗在同一水平位置并可调接。K9光学玻璃双面镀介质增透膜，使激光输出功率经入射窗后损失小于5%。

2·激光器及光路转换器件：（1）氦氖激光器，北京科学仪器厂生产，波长6328埃，输出功率70~78mw。采用三台激光器合成光束，总输出功率 220 ± 10 mw，光斑功率密度为 172 mw/cm^2 。（2）全反射镜、发散透镜、会聚透镜根据使用激光器波长选镀多层全反射介质膜。（3）激光器与光导纤维的耦合，采用磷石英梯度型直筒光导纤维，芯径400微米，数值孔径值0.27，导光率88%。聚焦透镜焦距小于光纤的数值孔径角，光斑直径小于光导纤维的截面。将透镜与光导纤维固定在微调架上。

二、主要材料：

1·药物：（1）光叶咪注射液（批号850110），江苏扬州生物化学制药厂无偿提供，棕红色等渗灭菌溶液，每安瓿125mg/25ml。（2）血叶咪衍生物注射液（HPD）（批号831109），每安瓿25mg/5ml，北京制药工业研究所提供。

2·瘤源：(1)小鼠肉瘤S180(腹水型)，中国医学科学院药物研究所提供。(2)小鼠乳腺癌Ca759，大连医学院提供。

3·动物：(1)昆明种小白鼠，体重18~20克，80只，雌雄各半，中国医学科学院实验动物中心提供。(2)615种小鼠，体重18~20克，80只，雌雄各半，中国医学科学院实验动物中心提供。

三、实验方法：

将S180和Ca759分别常规接种于昆明和615小鼠右前臂靠前胸部皮下，随机分成各6组，每组12只。待瘤体长成表面直径大于1.0cm，除对照组和高压氧激光组外，荷瘤小鼠尾静脉注射光卟啉10mg/kg体重，48~72小时内将小鼠置于高压氧舱内有有机玻璃小室固定架上，调节固定架使小鼠瘤体部位与激光入射窗成水平位，使激光束与瘤体成垂直照射形成合适的光斑。各组动物均于实验后第10天处死。实验期间观察并记录动物肿瘤的变化。

1·分组与实验内容：(1)高压氧激光光卟啉组，在高压氧下对含光卟啉的小鼠瘤体进行激光照射。(2)激光光卟啉组，在常压空气下对含光卟啉的小鼠瘤体进行激光照射。(3)高压空气激光光卟啉组，在高压空气下对含光卟啉的小鼠瘤体进行激光照射。(4)高压氧激光组，高压氧下激光照射不含光卟啉小鼠瘤体。(5)高压氧光卟啉组，含有光卟啉的荷瘤小鼠进行高压氧治疗。(6)对照组，种瘤后不给药、不照光和不加高压氧。

2·照光方法：将小鼠肿瘤部位用除毛剂脱毛，经皮肤照射。三台激光器激光聚焦为合成光，其焦点在高压实验舱有机玻璃小室的固定架上，合成光束长15~20厘米，光斑直径0.7厘米。激光总输出功率220mw，光斑功率密度为172mw/cm²，经高压氧舱入射窗的k9光学玻璃的激光功率损失小于5%。肿瘤的一个光斑照射激光30分钟。

3·高压氧舱加压方法：将小鼠固定在舱内道氏有机玻璃小室的可调架上，关闭小室和实验舱门。先以1.3ATA氧气洗舱、加压至2.5ATA，使舱内氧浓度在98%左右，稳压30分钟照完一个光斑，减压出舱。

4·观察指标：(1)瘤体消长变化，用游标卡尺(0~125mm)测量瘤体大小，计算实验前后瘤体表面积差数。(2)测量瘤体反应区坏死面直径。(3)瘤体反应区坏死深度，荷瘤小鼠处死时解剖瘤体，用游标卡尺测量瘤组织由皮肤至坏死边缘部纵切面距离。(4)病理学检查。

结 果

一、小鼠瘤体照区出现反应的时间：

激光照射含有光卟啉的小鼠瘤体后，照区初呈粉红色，12小时后呈暗红色、红肿、渗出、坏死结痂，与非照区瘤体部分之粉白色可见较清楚界线，显示有照射反应。照区出现反应的时间为，高压氧激光光卟啉组12~24小时(平均17小时)，较激光光卟啉组照区出现反应的时间(平均24小时)早7小时，高压氧激光组和高压氧光卟啉组至第10天处死时瘤体表面未见明显反应区出现(表1)。

表 1

小鼠瘤体照区出现反应的时间

组 别	动物数 (只)	反 应 出 现 时 间 (小 时)							
		12	16	20	24	28	32	36	平 均
高 压 氧 激 光 光 卟 啉	S 180	12	3	4	4	1			17.0
	Ca759	12		3	6	2	1		20.3
激 光 光 卟 啉	S 180	12		1	1	7	3		24.0
	Ca759	12		1	1	6	4		24.3
高 压 空 气 激 光 光 卟 啉	S 180	11		4	5	2			20.0
	Ca759	12		3	5	3	1		20.6
高 压 氧 激 光	S 180	12							
	Ca759	11							
高 压 氧 光 卟 啉	S 180	12							
	Ca759	10							
对 照 组	S 180	13							
	Ca759	12							

二、小鼠瘤体反应区坏死痂面直径与坏死深度:

1. 瘤体反应区坏死痂面直径的大小: 瘤体反应区的形状多为圆形与卵圆形, 与照区光斑形状近似。反应区呈暗紫色坏死结痂, 照射后96小时各组反应区坏死痂面直径测量结果如表 2。高压氧激光光卟啉 (S180) 坏死痂面直径大小为 $0.93 \pm 0.18\text{cm}$, 与激光光卟啉组 $0.74 \pm 0.15\text{cm}$ 相比有明显差异 ($P < 0.05$), 表明高压氧激光光卟啉对瘤体照区作用范围大, 反应区坏死痂面直径大。高压空气激光光卟啉组反应区痂面直径较激光光卟啉组反应区直径大, 但差异不显著 ($P > 0.05$)。

2. 瘤体反应区坏死深度: 激光照射含有光卟啉的小鼠瘤体, 其反应区坏死深度除决定于激光束穿透瘤组织的深度外, 还与单线态氧量子产额和弥散距离有关。高压氧激光光卟啉组与激光光卟啉组相比, 瘤体反应区坏死灶垂直切面的深度有显著差异 ($p < 0.01$)。高压空气激光光卟啉组与激光光卟啉组相比亦有明显差异 ($p < 0.05$) (表 2)。

表 2

小鼠瘤体反应区坏死痂面直径与坏死深度

组	别	动物数(只)	坏死痂面直径 $\bar{X} \pm S.D(\text{cm})$	坏死深度 $\bar{X} \pm S.D(\text{cm})$	P 值
高压氧激光光卟啉	S 180	12	0.93 ± 0.18	0.66 ± 0.01	痂面直径
	Ca759	12	0.96 ± 0.28	0.65 ± 0.01	$P^* < 0.01$
激光光卟啉	S 180	12	0.74 ± 0.15	0.46 ± 0.02	$P^{**} > 0.05$
	Ca759	12	0.70 ± 0.14	0.52 ± 0.01	$P^{***} > 0.05$
高压空气激光光卟啉	S 180	11	0.90 ± 0.16	0.57 ± 0.02	坏死深度
	Ca759	12	0.79 ± 0.16	0.61 ± 0.01	$P^* < 0.01$
高压氧激光	S 180	12			$P^{**} > 0.05$
	Cg759	11			$P^{***} > 0.05$
高压氧光卟啉	S 180	12			
	Ca759	10			
对 照 组	S 180	13			
	Ca759	12			

P^* 高压氧激光光卟啉组与激光光卟啉组比较 P^{**} 高压氧激光光卟啉组与高压空气激光光卟啉组比较 P^{***} 高压空气激光光卟啉组与激光光卟啉组比较

三、实验前后瘤体增减：

各组荷瘤小鼠只进行一次实验，激光照射瘤体只照一个光斑。瘤体的增减与实验前瘤体表面积大小和照光光斑大小有关。对荷S180实验组小鼠选瘤体表面直径在 $1.0 \pm 0.1\text{cm}$ 的各5只，在光斑直径均为 0.7cm 下，进行激光照射，至第9天高压氧激光光卟啉组5只全部消退，瘤体处无残瘤，激光光卟啉组2只瘤体消退，高压空气激光光卟啉组3只瘤体消退，高压氧激光组5只瘤体均有增大。经统计学比较，高压氧激光光卟啉组与激光光卟啉组相比，实验前后瘤体表面积增减差数有显著差异 ($p < 0.01$) (表3)。

肿瘤完全消退之小鼠一个月内未再复发。

四、病理学检查：

1. 肉眼所见：(1) S180大体观察，对照组小鼠瘤体分界清楚，包膜较完整，肿瘤切面呈黄白或灰白色。治疗后瘤体反应区坏死痂皮下组织质地松软、坏死，坏死与非坏死区界限清。(2) Ca759大体观察，对照组瘤体大部分呈卵圆形、结节状或长条状，瘤体易剥离，浅灰红色，质地中等硬，切面有囊腔。瘤体反应区坏死痂面下质软，坏死液化呈豆腐渣样，坏死与非坏死区界线清楚。

2. 镜下观察：(1) S180组织切片，HE染色，对照组瘤细胞呈多边形，胞浆嗜酸细胞界限不清，铺砖样排列，细胞核相对大，圆和卵圆形，核膜清楚，染色质为细颗粒状或细网状，可见1~多个嗜酸着色的核仁，核分裂相高倍视野下3~5个。高压氧激光光卟啉组治疗后反应区内瘤组织坏死，与周围非反应区没有坏死的组织之间有

表 3

实验前后小鼠瘤体表面积增减结果

组	别	动物数 (只)	瘤体表面积 (cm ²)			P 值
			实验前 $\bar{X}_1$	实验后 $\bar{X}_2$	实验前后差数 ($\bar{X}_2 - \bar{X}_1$)	
高压氧激光光卟啉	S 180	12	1.37	0.33	-1.04	P* <0.01
	Ca759	12	1.58	2.61	1.03	P** <0.01
激光光卟啉	S 180	12	1.36	1.26	-0.10	P*** >0.05
	Ca759	12	1.41	4.55	3.14	P**** >0.05
高压空气激光光卟啉	S 180	11	1.41	0.72	-0.69	
	Ca759	12	0.93	2.37	1.44	
高压氧激光	S 180	12	1.30	1.79	0.49	
	Ca759	11	1.34	5.78	4.44	
高压氧光卟啉	S 180	12	1.48	1.78	0.30	
	Ca759	10	1.74	8.37	6.63	
对 照 组	S 180	13	1.69	2.10	0.41	
	Ca759	12	1.03	4.72	3.69	

p* 高压氧激光光卟啉组与对照组 p** 高压氧激光光卟啉组与激光光卟啉组 p*** 高压氧激光光卟啉与高压空气激光光卟啉组 p**** 高压空气激光光卟啉组与激光光卟啉组

清楚界限,反应区中央瘤细胞完全坏死或伴有液化,偶见残存的瘤细胞。坏死区边缘可见胞核固缩,崩解和不完全坏死的瘤细胞,激光光卟啉组反应区坏死变性程度相对较轻。高压氧光卟啉组和高压氧激光组无坏死区出现,瘤细胞生长活跃。(2)Ca759组织切片:HE染色,肿瘤实质和间质分界清楚,瘤细胞形态大小不一,多为椭圆及不整形,胞浆丰富,核为圆形,核膜清楚,常含1~3个核仁。高压氧激光光卟啉组反应区瘤组织变性坏死,周围有淋巴细胞浸润,坏死区常呈胶状变性,其间可见大量的崩解的细胞核,偶见坏死的瘤细胞。激光光卟啉组反应区内坏死较轻。高压氧激光组和高压氧光卟啉组没有坏死,瘤细胞生长活跃。

讨 论

一、高压氧激光光卟啉对动物肿瘤作用的机理:

1. 光动力作用反应过程中高压氧存在的重要作用:国内外通过生物化学和分子药理学实验,证明光动力作用主要是单线态氧直接损伤质膜和线粒体膜、溶酶体膜等生物膜结构上的脂类发生氧化作用,使细胞生物膜结构的破坏导致细胞功能上的障碍而死

亡, 指出这一反应过程中氧的存在起重要作用〔8〕。

由于肿瘤组织中氧张力、氧含量、储氧量和氧的有效弥散距离较正常组织低, 处于低氧或缺氧状态。含有光卟啉的肿瘤组织受光照射时, 光卟啉受激发辐射出的能量使肿瘤内的分子氧形成单线态氧的量子产额受到影响。将荷瘤小鼠或癌患者置于2.5ATA高压氧下, PaO_2 可提高1770mmHg, 血浆内的氧可达5.3体积, 比常压下呼吸空气时增高17倍左右。虽然在相同的氧张力下不同组织的氧含量仍不相同, 但在高压氧下肿瘤组织的氧含量、储氧量和氧向细胞间的有效弥散半径相应增加是肯定的〔4〕。高压氧激光光卟啉由于单线态氧量子产额增加、弥散半径延伸等一系列作用, 实验前后小鼠瘤体表面积增减差数与激光光卟啉组比较有显著差异 ($P < 0.01$), 表明肿瘤组织内氧张力升高、氧含量和储氧量增加, 保证了光动力作用反应移向反应生成物 $^1(\text{O}_2)$ 的方向。在光动力作用反应过程中的先决条件是存在光、光敏物质和分子氧, 高压氧在反应过程中具有独特的重要作用。

2. 高压氧下单线态氧量子产额增加加速光动力作用的反应过程: 在相同的照光和药物剂量下, 高压氧使肿瘤组织内氧张力升高, 氧含量和储氧量增加, 含光卟啉小鼠瘤体受照射时激发释放出的能量引起的化学反应移向生成物单线态氧的方向, 加快了光动力作用的反应进程。高压氧激光光卟啉组瘤体照光区出现反应的时间较激光光卟啉早7小时以上, 病理学镜下观察肿瘤细胞坏死完全。

3. 高压氧下单线态氧有效弥散半径延伸增加光动力作用范围和深度: 瘤体反应区坏死断面直径反映光斑区作用的大小, 即光动力作用的范围。在相同的照光条件下, 反应区断面大小决定于单线态氧量子产额和有效弥散半径。肿瘤细胞距毛细血管较远的, 要求氧的有效弥散距离延长才能杀伤肿瘤细胞, 高压氧能够地增加氧的弥散距离达到杀伤距毛细血管较远的肿瘤细胞的目的。高压氧激光光卟啉组瘤体反应区坏死断面直径和坏死深度与激光光卟啉组相比有显著差异 ($p < 0.01$), 表明两种方法在破坏肿瘤组织的作用范围和深度, 由于肿瘤组织内氧的有效弥散半径不同, 光动力作用反应的范围和强度不同。病理学镜下所见与实验观察一致。

4. 高压氧或高气压缩小分子间距离提高光动力作用能量转移效率: 在光动力学反应过程中, 不可无分子氧, 也不可无光敏剂, 表明光卟啉和氧分子之间的能量转移是分子间的转移。能量转移同分子之间的距离的关系是 $K \sim 1/R^6$, K 为能量交换几率, R 为分子间距离。即距离越近转移效率提高的越显著〔5〕。高压氧时气体体积会发生明显的变化, 根据波义耳-马略特定律, 在2.5ATA时分子密度增加2.5倍, 其间距缩小2.5倍, 因而分子氧受到的辐射能量转移效率明显提高, 产生单线态氧的量子产额增加。

5. 高压空气的亚高压氧作用: 高压空气对机体生理机能的影响, 不决定于它的百分比, 而决定于它的具体分压值。在高压空气中, 各组成的气体的百分比并没有改变, 但是它们各自的分压值却随着总压的提高而增加。高压空气激光光卟啉组, 在2.5ATA空气下氧分压为 $760 \times 2.5 \times 20.9\% = 397.5\text{mmHg}$, 这就相当于空气的氧分压(pO_2)159mmHg的2.5倍, 为亚高压氧, 对机体的生理机能就会发生影响。亚高压氧与高压氧有许多相似之处, 高压空气激光光卟啉组在瘤体反应区出现的反应时间、

瘤体反应区坏死断面直径和坏死深度等都较激光光卟啉组表现为佳，但差异不显著。这个实验结果进一步证明，高压氧在光动力作用中的关键所在是使光能量转移效率提高、单线态氧的量子产额增加、作用半径延伸、加速光动力作用反应过程和扩大其作用范围。

二、高压氧舱激光照射装置的原理：

高压氧舱观察窗的有机玻璃或玻璃钢对透过的激光束产生散射，不能形成合适的孔径角和光斑，且光能量被吸收和散射，使激光输出功率损失30%以上；而激光器的激光管在高压（大于1个大气压）下易移位和变形，甚至破碎，再加激光管阴极与阳极间产生气体辉光放电时瞬间电压达千伏以上，因此不能将激光器置于高压氧舱内照射。

为了克服上述缺点，将医用激光器放置在距高压氧舱2~30米处，激光束通过高压氧舱激光入射窗的K9光学玻璃射入舱内。导入高压氧舱内的激光束，由安装在入射窗对面舱壁上的与入射窗在同一水平位置的全反射镜、发散透镜、会聚透镜和光导纤维，经光路转换在照区形成合适的孔径角和光斑，亦可经会聚透镜聚焦耦入光导纤维导入人体腔内照射。其原理如图13所示：

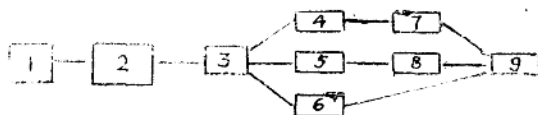


图13 高压氧舱激光照射原理

1. 激光器光束 2. 高压氧舱激光入射窗 3 全反射镜 4 会聚透镜
5. 发散透镜 6 直接照射 7 光导纤维 8 扩束 9 照区（光斑位置）

本装置的原理适用所有医用激光与大、中、小型高压氧舱的结合，大中型高压氧舱内氧浓度在25%以下时，导入舱内的激光功率可与舱外相同。单人高压氧舱内导入的激光功率在300mW以下是安全的。

三、高压氧治疗肿瘤：

高压氧治疗肿瘤始于1955年，当时合并放射治疗以获得增加对肿瘤细胞有效的射线，其目的要减低缺氧的肿瘤细胞对射线的抵抗力，防止肿瘤继续生长和再发。这类肿瘤细胞处于不增殖状态尚完全保留增殖能力，对各种治疗因素较不敏感或完全不敏感。应用高压氧且氧压适当地高于一般治疗水平，使肿瘤组织中氧张力升高，本来不敏感的细胞转化为敏感，从而加强放射线或化学药物的效果。有人认为高压氧可使肿瘤细胞产生过氧化基团以及过氧化氢，二者均有强氧化作用，使酶及其他蛋白质等遭受障碍甚至破坏，加上放射线或化学药物的作用，肿瘤细胞更易被抑制或破坏〔*〕。

实验证明，高压氧激光光卟啉组实验前后小鼠瘤体消退明显，与对照组和激光光卟啉组比较差异显著（ $p < 0.01$ ）为高压氧治疗肿瘤开辟了新的前景。但是，若只用高压氧光卟啉或高压氧激光（低功率），肿瘤反可恶化，实验前后小鼠瘤体明显增加，表明