

创建大型复合低压舱扩大医学实验平台种类

许永华, 张琼, 曹金军, 张东辉, 赵红艳, 是文辉, 许琴, 李建瑛, 李佳佳, 董翔

(兰州军区乌鲁木齐总医院, 乌鲁木齐 830000)

【摘要】 本文主要阐述了一种大型复合低压舱的研制及其在医学实验中的应用。该复合低压舱可模拟高原低气压、高温、低温、干热、紫外线照射等环境因素, 其可模拟单一气候条件, 也可以通过调控模拟出各种现场的复合气候环境。本舱为西北部卫勤保障研究提供了实验平台, 满足极端气候条件下战创伤救治及药物等相关研究及急进高原人员习服性训练等。本研究的成果扩大了动物实验平台建设, 完善了实验医学平台的种类。

【关键词】 低压舱; 西北气候; 实验平台; 动物实验

【中图分类号】 Q95-331 R332 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2012)07-0060-04

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2012.007.015

Creating Large Composite Low Pressure Tank for Perfecting Medical Experimental Platform Type

XU Yong-hua, ZHANG Qiong, CAO Jin-jun, ZHANG Dong-hui, ZHAO Hong-yan, WANG Zhong-ming,
YANG Zi-geng, SHI Wen-hui, XU Qin, LI Jian-yin, LI Jia-jia, DONG Xiang
(Urumqi General Hospital of Lanzhou Military Area Command, Urumqi 830000, China)

【Abstract】 This paper mainly expounds a large complex low pressure tank in the development and the application in medical experiments. This composite low pressure tank can simulate the plateau low pressure, high temperature, low temperature, dry heat, strong ultraviolet radiation environment and so on. This tank can simulate a single climate conditions, and also can simulate various site of the composite climate environment through regulation. This tank provides experimental platform for the medical supports to the northwest troops, the firearm wounds treatment, drug related research with the extreme weather conditions and the accelerated plateau personnel acclimatization training, etc. This research results improve the medical experimental platform type.

【Key words】 Composite low pressure tank; Northwest climate; Experimental platform; Animal experiment

西北地区地处内陆有着特殊的地理结构, 呈现出高海拔、低气压、紫外线辐射强度大的特点, 环境恶劣, 气候千变万化。其中新疆地区点多、面广、线长, 边防高原一年中有半年封山期, 人员进出不便, 给卫勤保障和科研实验工作带来极大困难, 本研究针对西北地区医学科研平台的现状和需求研制了

此款大型复合低压舱。^[1] 本舱可以模拟西北高原高寒、沙漠戈壁特殊自然环境条件, 用于基础研究、医学治疗及高原生理学、高原运动训练和高原设备试验, 且不受地理、季节等自然条件的限制, 精密控制实验条件, 缩短研究周期, 降低研究成本, 使研究的数据科学可靠。该复合低压舱为提高寒区、高原环

【基金项目】 总后卫生部“十一五”重大专项课题(08Z004)。

【作者简介】 许永华(1956-), 女, 主任、主任技师。E-mail: xyh821023@sina.com。

【通讯作者】 许永华。

境下军地人员作业能力的医学保障研究,提供了一种实用型实验技术平台。

1 创建大型复合低压舱

1.1 设计要求

该大型复合低压舱群是一种多功能模拟复合环境的实验设备,由 3 个舱室组成,面积分别为舱 I (38.70 m^2)、舱 II (54 m^2) 和过度舱 (24.3 m^2)。要求实现模拟高度为 10000 m ,温度值范围 $-50 \pm 50^\circ\text{C}$ 、紫外线强度 $40 \sim 70\text{ W/m}^2$ 、空气相对湿度 $10\text{RH}\% \sim$ 自由状态下的各项技术参数。根据实验设计要求,各舱有不同的使用功能,其中各舱室即可独立使用,也可根据需要将三个独立的舱连通成一个大舱工作^[2]。

1.2 系统组成

一款合格的低压舱首先要有一个密封性好、抗压强度大、内部装饰舒适的舱室;二是一套抽气效率高且抽量气可调的真空系统^[3]。三是受控的风量可变的新风补给系统;四是参数监测和计算机控制系统等,气体管道控制系统作为实验舱的动力支持系统,是低压舱重要的组成部分,主要是实现和维持各舱在不同海拔下的真空度(低气压),并保证舱室升降压速度、补充新风量,以确保舱内空气成分比例在各种海拔高度都与对应的自然环境一致,特别是在参加实验人数较多的情况下,要同时增加抽气量和新风补充量。模拟以上实验环境,需要多个系统独立或联合作用下来完成,如真空动力系统、新风补给系统、低温(制冷)高温(加热)系统、空气成分监测、控制及附属系统^[3]等。

1.3 低压低氧环境组成原理

1.3.1 低压舱是通过调节抽气量与进气量的比例来实施上升与下降的。上升时抽气量大于进气量,

停留时抽气量等于进气量,下降时抽气量小于进气量^[4]。原则是在模拟不同低气压条件的同时,保证舱内充分的通气量。如图 1 所示,低压舱根据随海拔升高,气压降低、空气密度减小、空气成分不变的物理原理,采用减压装置真空泵使密闭舱内压力降低、密度减小,从而模拟所需的高原缺氧环境,同时为保证实验舱内不同压力(模拟高度)、不同人数时空气成分不变的需要,舱内必须不断地注入新鲜空气,以确保舱内模拟环境空气的品质,从而构成开放的动态低压低氧环境^[5]。

1.3.2 温度环境模拟的过程控制是由温度变送器测量的舱内温度值与温度的设定值构成单回路调节,以实现所设温度值。

1.3.3 紫外线环境模拟由辐射探测器测量舱内紫外线辐射的强度值与设定值构成单回路调节,采用 PID 控制方式控制辐射器的工作电压,从而改变辐射强度。

1.3.4 控制系统由全自动和半自动控制,按照实验的类别分低压环境、高低温干燥环境、热辐射环境、有害气体环境,分别手动调控相应的子系统设备,模拟相应的实验环境。

1.3.5 氧舱急救 ICU,舱内配备 16 芯绝缘屏蔽性生物电导联装置,设置气控变压式多功能呼吸机接口及多参数监护仪通讯电缆接口,以便氧舱在急救治疗时,利用气控变压式多功能呼吸及多参数监护仪对患者进行监护及特殊治疗,实现氧舱 ICU 功能。

2 大型复合低压舱在医学实验中的应用

2.1 动物实验在医学研究中的价值

动物实验是医学科研实施的重要环节。由于人类疾病动物模型及动物实验手术制备模型等技

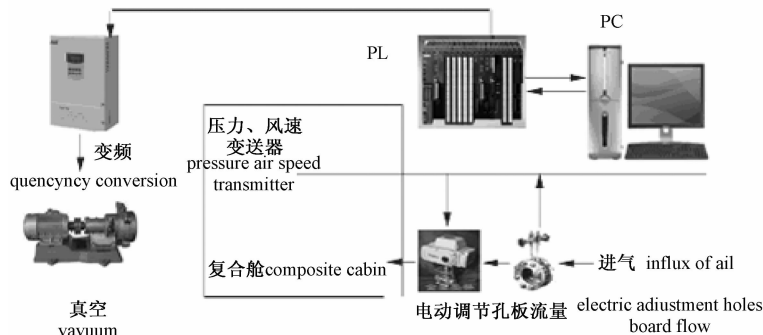


图 1 工作原理流程图

Fig. 1 Flowchart of working principle

术不断发展,动物实验在医学科研工作中的作用日益显现、动物实验作为医学基础性研究的主要方式,贯穿多学科的研究内容,是医学课题研究到科技成果应用中的重点环节。动物实验是判断医学科研创新的重要方式,医学科研课题的价值主要体现在创新性上^[6]。

2.2 人类疾病动物模型在医学科研中的作用

2.1 在诸多科研项目中约 2/5 是动物实验,其中 90% 以上是制作各类动物疾病模型。人类疾病动物模型是指为生物医学研究而建立的具有人类疾病模拟表现的动物疾病模型^[7],是现代医学研究中必不可少的重要研究方法和手段,也是实验医学、比较医学研究的核心内容,它能帮助我们更深刻地认识人类疾病的本质、发生发展规律,并找到预防、诊断、治疗疾病的准确途径。

2.2 军队医院医学科研主要突出军事医学、突发事件医学救援、临床特殊及重大疾病等方面研究,不断提高军队卫勤保障能力、平战时期医学保障和新型诊疗技术水平,其中包括:①军事医学研究主要围绕战创伤的损伤形成机制机理和临床救治理论及技术研究等方面而开展,以解决临床问题为主要目的、可替代选择实验动物去取得有价值的科研数据;②现代突发事件及意外事故发生比率不断增加,为提高医院 ICU 急救及院内急诊处置水平,动物实验是不可缺少的研究方式;③由于人类疾病动物模型及动物实验手术制备模型技术的不断发展,选择动物模型设计及相关动物实验进行临床特殊及重大疾病的生理、病理等发病机制和诊疗防治的新方法等研究。

3 大型复合低压舱的应用范围

3.1 满足特殊环境实验动物需要,适应于西北地区高原、高寒、干热、沙漠地区特殊环境下作战、反恐维稳、训练卫勤保障的需要,解决此环境下战、创伤救治、疾病预防的难点问题,应用实验动物在舱内模拟各类创伤及高原疾病模型进行相关实验,例如:高原疾病(急性高山病、高原肺水肿、高原脑水肿的发生发展机制及救治研究;对寒冷和沙漠、干热地区冻创、伤、火器伤清创与感染、高原男性生殖健康的调查及高原部队官兵睡眠质量,相关药物等研究。通过动物实验避免了在人身上进行实验的所造成的危害,并可以精密控制实验条件,缩短研究周期,降低研究成本,使研究的数据科学可靠。

3.2 满足实用需要

平原人进入高原后,机体发生一系列代偿适应性变化,这个过程在高原医学中称为习服(acclimatization)^[8]。随着我国对外开放逐步深化的开展、高山旅游、科学考察、探险和登山活动日趋活跃自青藏铁路开通以来更多人从平原急速进入高原,一些人还进入特高海拔区(5000 m 以上),其中急性高原病、高山事故、高山冻伤、低温血症,高原出血综合症和高山猝死等时有发生,该舱可为急进高原高寒、戈壁沙漠地区的人员进行习服性训练提供训练基地。通过动物实验,探讨平原人进入高原地区的“高原反应”及从高原返回平原“低原反应”的预防和救治措施 提供可靠的实验平台及技术依托。

3.3 专业人员技术培训

为医学院校和科研单位培养边防人才,提供教学实验基地。为提高军队医院科研管理水平和促进医院内涵建设的重要方面、具有很大的军事、社会和经济效益。

3.4 医学领域的作用

世界上许多国家已利用低压舱模拟高山作气候治疗、康复,收到了较好的效果^[9]俄罗斯在低压缺氧治疗方案、治疗适应证、禁忌证等研究比较深入。

桂芹^[10]支气管哮喘患儿每人早 8:00 进入低压舱中,以 3 m/s 的速度进行减压,达到相当海拔 2500 m 高度,维持 2 h,然后再逐渐升压恢复到正常状态,患儿即可出低压舱。一个治疗过程为 10d,其临床症状和肺功能改善。术前耐受性训练,低压缺氧环境可以校正患者的情绪、体力和智力状态,提高患者的非特异性抵抗力,用于开胸等大型手术的术前耐受性训练。龙超良^[11]等利用间断低氧习服大鼠(3000,5000 m 各 2 周,4 h/d)和正常大鼠经 8000 m 缺氧 4 h 后,观察其整体心功能,急性重度缺氧可显著抑制心功能,动物经低氧适应后,心脏功能明显改善,可减轻缺氧对心脏的损伤。

3.5 体育训练

低压缺氧环境可以升高人体红细胞数目,增加血红蛋白含量:,增大红细胞压积,使载氧能力增加,反映出其对人体健康有利的一面,美国著名马拉松选手萨拉萨尔仿高原训练,2 次创造马拉松世界最好成绩,多次获得重大国际马拉松赛的冠军。中国“铁人”张健再度出征我国最大的内陆咸水湖

—青海湖前曾搬进低压氧舱适应^[4]。

4 结论

低氧是威胁进入高原人员健康的最大“天敌”，人员劳作能力降低。高原气温随海拔高度增加而降低，加之风大，加剧寒冷作用，因此容易冻伤，急剧的温度变化是高原气候的一大特点，空气干燥加寒冷对人员发生皮肤皲裂、鼻粘膜损伤严重，高原日照时间长且紫外线强，人在高原所受的日光辐射随海拔高度的增加而增加，高度紫外线照射对人皮肤和眼睛造成损害^[15]。戈壁沙漠在我国主要分布在大西北^[10]、面积共计 304.3 平方公里，占西部总面积的 57.7%、沙漠戈壁常见地域病包括常见的地方病、地方性甲状腺肿、大骨节病、地方性氟中毒、寄生虫等，创-冻复合伤即在高寒区野外条件想，创伤后在发生冻伤，在我国沙漠戈壁高寒地域冬季常见发生。

利用复合低压舱，模拟高原或戈壁沙漠环境，制作动物低压缺氧、冻伤、紫外线灼伤等实验模型研究不同因素对机体的影响。本大型复合低压舱经过严密设计、按装和调试，所模拟海拔高度系统、温度、紫外线技术参数等工作稳定、性能可靠、模拟精度高，作为西部地区军地开展医学科技攻关提供了新型实验平台和技术依托，具有广泛的应用前景。

参考文献：

- [1] 许永华, 雷权, 陈振洲, 等. 新时期军队医院实验设施建设的探索与实践[J]. 实验动物科学, 2011, 28(4): 37-38.
- [2] 许永华, 张东辉, 王忠明, 等. 大型低压低氧干热高紫外线复合低压舱的研制[J]. 医疗卫生装备, 2011, 32(11): 33-35.
- [3] 王忠明, 许永华, 黄泽阳, 等. 基于大型复合低压舱的模拟环境系统研制[J]. 医疗卫生装备, 2011, 32(12): 13-14.
- [4] 韩文强, 胡文东, 等. 低压舱技术的发展及其应用[J]. 医疗卫生装备, 2009, 30(9): 37-39.
- [5] 王忠明, 许永华, 黄泽阳, 等. 基于大型复合低压舱的模拟海拔高度系统研制[J]. 医疗卫生装备, 2011, 32(11): 12-13.
- [6] 李大鹏, 刘文清, 王永清, 等. 实验动物工作在军队医院科研中的价值及实现要素[J]. 实用医药杂志, 2008, 25(9): 1142-1143.
- [7] 施新猷, 顾为望. 人类疾病动物模型[M]. 人民卫生出版社, 2008: 1-4.
- [8] 高钰琪, 罗德成, 牛文忠, 等. 高原习服的评价标准与方法研究[J]. 第三军医大学学报, 2001, 23(12): 1453-1454.
- [9] 吴天一. 高原环境对人体有益影响的研究[J]. 医学研究杂志, 2001, 36(12): 1-4.
- [10] 桂芹, 孔祥英, 黎永学, 等. 低压缺氧治疗哮喘临床疗效观察[J]. 重庆医学, 2000, 29(1): 25-27.
- [11] 龙超良, 周智, 尹昭云等. 急性缺氧对大鼠心功能的影响[J]. 航大医学与医学工程, 1999, 12(4): 267-269.

[修回日期]2012-07-06