

高气压医学

关永家 主编

人 民 卫 生 出 版 社

86056

高 气 压 医 学

关 永 家 主 编

关永家 杨安全 季文元 编



人 民 卫 生 出 版 社



C0151197

(京)新登字081号

高 气 压 医 学

关永家 主编

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里10号)

北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 33 $\frac{1}{2}$ 印张 4插页 779千字

1992年1月第1版 1992年1月第1版第1次印刷

印数: 00 001—2 010

ISBN 7-117-01557-8/R·1558 定价: 27.00元

〔科技新书目 249—219〕

前 言

研究人处于高压下的医学问题的科学,称为高压医学。高压医学包括潜水、隧道、潜艇脱险和高压氧治疗等医学问题。

高压医学所研究的是一种特殊环境下的医学科学。它是随着潜水事业和高压氧医疗的发展而迅速发展起来的一门新兴学科。其应用范围日趋广泛,几乎涉及临床各科许多危重、疑难病患者的抢救和治疗,在以下方面所取得的较好的疗效已为国内外医学界所公认:治疗减压病、肺气压伤、一氧化碳中毒、厌氧菌感染;治疗心、脑血管病、突发性耳聋、视网膜病变、脑外伤、烧伤以及复苏等。

目前,高压舱设备已遍及全国各省市,从事高压医学的人员逐年增多,但尚缺少这方面专业书籍。我们根据多年的潜水医学和高压氧临床工作的实践,结合国内外有关资料编写了本书,供潜水医务人员和高压氧临床工作者参考。

本书共分四篇、四十三章;内容包括:高压舱设备和安全操作规则;潜水医学的基本理论;潜水疾病的防治;潜水作业、隧道作业、潜艇脱险的医疗保障;高压氧的临床应用;高压氧下的手术和麻醉及高压氧治疗时的护理等。书末附有各种潜水减压表及换算表等,以资查阅。

本书在编写过程中,曾得到各级领导及许多兄弟单位的热情帮助和鼓励。在此一并致谢。

由于我们水平有限,时间仓促,书中错误和不当之处在所难免,殷切希望读者批评指正。

编 者

1990年10月于青岛

目 录

第一篇 总论	1
绪言	1
第一章 加压舱医疗设备和安全操作规则	3
一、加压舱医疗设备	3
(一) 加压舱	3
(二) 加压系统	4
(三) 供氧系统	6
(四) 空气调节系统	6
(五) 通信联络系统	6
(六) 监护设备	6
(七) 照明装置	7
(八) 安全装置	7
(九) 操纵台	8
二、安全操作规则	8
(一) 高气压设备安全操作规则	8
(二) 高压氧瓶及供氧系统的安全操作规则	10
(三) 对气源的要求	10
(四) 对工作人员的医务保证	11
第二章 气体的基本物理知识	13
一、气体的一般特性	13
二、气体的压强、温度、体积	13
(一) 大气压	13
(二) 气体的压强	13
(三) 气体的温度	14
(四) 气体的体积	14
三、气体的实验定律	14
(一) 波义耳-马略特定律	14
(二) 盖-吕萨克定律	15
(三) 查理定律	15
(四) 气态方程	16
(五) 道尔顿分压定律	17
四、气体的密度	18
五、气体在液体中的溶解	19
(一) 气体在液体中的溶解量	19
(二) 气体张力	20
(三) 脂水溶比	20
六、气体的弥散	21
七、气体的热容量和热传导	21

(一) 气体的热容量	21
(二) 气体的热传导	22
第三章 高气压对机体的影响	23
一、压力本身对机体的机械作用	23
(一) 均匀受压	23
(二) 不均匀受压	23
(三) 超高压对机体的作用	25
二、高压氧对机体的生理影响	25
(一) 呼吸系统	26
(二) 心血管系统	29
(三) 血液系统	32
(四) 消化系统	33
(五) 泌尿系统	33
(六) 内分泌系统	34
(七) 代谢的改变	34
(八) 神经系统	35
第二篇 潜水医学	36
第四章 潜水装具及卫生学特点	36
一、重潜水装具	36
(一) 空气重潜水装具	36
(二) 氮氧重潜水装具	40
二、轻潜水装具	46
(一) 氧气轻潜水装具	46
(二) 空气轻潜水装具	49
第五章 水下环境对机体的影响	53
一、关于水下环境的一般知识	53
(一) 水的压力和密度	53
(二) 海水的温度	53
二、水中的视力	54
三、水中的听力	55
四、水中的体温调节	55
五、水的浮力与潜水员的稳度	55
(一) 水的浮力	55
(二) 潜水员的稳度	56
六、潜水时的静水压	58
第六章 惰性气体在体内的饱和、脱饱和及过饱和	61
一、氮气在体内的饱和及其规律	62
(一) 饱和的定义	62
(二) 氮在体内饱和的一般过程	62
(三) 饱和的规律	62
二、假定时间单位、五类理论组织	64
(一) 假定时间单位	64

(二) 五类理论组织·····	65
(三) 有关计算问题·····	65
三、氮气在体内的脱饱和·····	66
(一) 脱饱和的定义·····	66
(二) 脱饱和的规律·····	66
(三) 影响脱饱和的因素·····	66
四、氮气在体内的过饱和·····	67
(一) 过饱和的定义·····	67
(二) 安全过饱和·····	68
(三) 过饱和安全系数·····	68
五、Haldane学说的运用和存在的问题·····	68
第七章 减压方法·····	71
一、等速减压法·····	71
二、阶段减压法·····	72
三、水面减压法·····	73
(一) 概况·····	73
(二) 原理·····	74
(三) 水面减压法的优缺点·····	75
(四) 注意事项·····	76
四、氧气减压法·····	76
(一) 理论根据·····	76
(二) 氧气减压法的使用·····	76
五、不减压潜水·····	76
(一) 理论根据·····	76
(二) 不减压潜水的深度和停留时间的规定·····	77
第八章 减压表的设计原则与计算方法·····	78
一、减压表的设计原则·····	78
(一) 过饱和安全系数·····	78
(二) 理论组织的半饱和时间·····	80
(三) Haldane 制定减压表的准则·····	81
二、减压表的计算方法·····	81
第九章 饱和潜水·····	84
一、概述·····	84
二、饱和潜水的理论根据·····	84
三、实施饱和潜水的设备和方法·····	85
(一) 水下居住舱·····	85
(二) 下潜式减压舱和甲板减压舱系统·····	86
四、与饱和潜水有关的医学问题·····	88
(一) 饱和潜水医学保障应研究的主要内容·····	88
(二) 呼吸气体问题·····	90
(三) 饱和潜水时人体各系统生理功能的变化·····	91
五、饱和潜水的减压问题·····	92

(一) 饱和潜水减压问题的理论基础·····	92
(二) 饱和潜水减压表计算和实施特点·····	94
(三) 巡回潜水及其减压问题·····	94
(四) 饱和潜水发生的减压病及处理·····	94
第十章 减压病·····	96
一、病因与发病原理·····	96
二、影响发病的一些因素·····	98
三、病理解剖·····	99
四、症状与体征·····	99
五、临床分类·····	103
六、诊断和鉴别诊断·····	103
七、治疗·····	103
八、预后·····	106
九、预防·····	106
第十一章 肺气压伤·····	127
一、发病原理·····	127
二、发病因素·····	127
三、症状与体征·····	129
四、诊断与鉴别诊断·····	130
五、急救与治疗·····	130
六、预防·····	131
第十二章 缺氧症·····	133
一、缺氧对机体的影响·····	133
(一) 缺氧对中枢神经系统的影响·····	134
(二) 缺氧对呼吸系统的影响·····	134
(三) 缺氧对循环系统的影响·····	134
(四) 缺氧对血液系统的影响·····	134
二、缺氧分类·····	134
(一) 乏氧性缺氧·····	134
(二) 血液性缺氧·····	135
(三) 循环性缺氧·····	135
(四) 组织中毒性缺氧·····	135
三、潜水时发生缺氧的因素·····	135
四、病理·····	135
五、症状与体征·····	136
六、急救与治疗·····	138
七、预防·····	138
第十三章 氧中毒·····	140
一、氧中毒的发病机理·····	140
(一) 影响细胞正常氧化还原的生化反应·····	140
(二) 对局部组织损害的机理·····	140
(三) 对中枢神经系统的损害·····	141

(四) 其他	141
二、病理变化	141
三、发生氧中毒的因素	143
四、症状与体征	143
(一) 神经型氧中毒	143
(二) 肺型氧中毒	145
(三) 眼型氧中毒	145
五、急救与治疗	145
六、预后	146
七、预防	146
第十四章 二氧化碳中毒	148
一、潜水时引起二氧化碳中毒的原因	148
二、病理	149
三、症状与体征	149
四、急救与治疗	150
五、预防	150
第十五章 氮麻醉	151
一、引起氮麻醉的机理	151
二、影响氮麻醉发生的因素	152
三、症状与体征	152
四、诊断	153
五、治疗	153
六、预防	153
第十六章 潜水挤压伤	154
一、潜水时引起挤压伤的原因	154
二、症状与体征	154
三、急救与治疗	155
四、预防	155
第十七章 中耳气压伤	156
一、解剖与生理	156
二、病因	156
三、病理	157
四、症状与体征	158
五、诊断	159
六、治疗	159
七、预防	160
第十八章 内耳气压伤	161
一、发病机理	161
二、症状与体征	162
三、诊断	163
四、治疗	163
五、预防	163

第十九章 鼻窦气压伤	164
一、鼻窦的解剖与生理	164
二、发生鼻窦气压伤的原因	164
三、症状与体征	165
四、治疗	165
五、预防	165
第二十章 溺水	166
一、潜水时发生溺生的原因	166
二、溺水的病理与生理	166
三、症状与体征	167
四、诊断	167
五、急救与治疗	167
六、预防	167
第二十一章 潜水医疗保障	168
一、潜水医疗保障的任务	168
二、潜水员平时医务保证工作	168
(一) 潜水员的医学选拔	168
(二) 对潜水员进行潜水医学知识教育	168
(三) 潜水员的饮食、营养	169
(四) 潜水员的劳动与休息	169
(五) 潜水装具和设备的消毒	170
三、潜水作业时的医疗保障	170
(一) 潜水前的医疗保障	170
(二) 潜水中的医疗保障	171
(三) 潜水结束后	172
四、特殊条件下潜水的医疗保障	172
(一) 急流条件下潜水的医疗保障	172
(二) 夜间潜水时的医疗保障	172
(三) 冬季潜水的医疗保障	173
五、空气轻潜水的医疗保障	173
六、氮氧重潜水医疗保障特点	175
(一) 潜水前的医疗保障	175
(二) 下潜和水下停留时的医疗保障	175
(三) 上升出水及在加压舱内减压时的医疗保障	176
(四) 减压结束后的医疗保障	176
七、混合气体的配制与分析	176
第三篇 隧道、潜艇脱险医学	188
第二十二章 高压隧道作业的医疗保障	188
一、高压隧道施工的特点	188
二、高压隧道作业的医疗保障及卫生学要求	190
三、高压隧道作业的安全措施	191
四、高压隧道作业的疾病发生率	192

第二十三章 潜艇结构、脱险设备和脱险装具	197
一、潜艇结构	197
(一) 耐压艇体	197
(二) 非耐压艇体	199
二、脱险设备	200
(一) 失事浮标	200
(二) 救生平台	200
(三) 救生闸套	200
(四) 备用气瓶	201
(五) 管路系统	201
(六) 脱险专用压力表	201
(七) 脱险浮标	201
(八) 脱险敲击信号表和减压表	202
(九) 橡皮救生艇	202
(十) 应急淡水箱和应急食品箱	202
三、脱险装具	202
(一) 呼吸器	203
(二) 救生服	207
第二十四章 潜艇脱险方法和脱险的医疗保障	208
一、潜艇脱险方法	208
(一) 单人脱险	208
(二) 集体脱险	213
二、潜艇脱险的医疗保障	215
(一) 艇内的医疗保障	215
(二) 海上救生措施	217
(三) 潜艇脱险中可能发生的疾病及预防措施	224
(四) 潜艇脱险减压表和敲击信号表	224
第四篇 高压氧医学	225
第二十五章 高压氧治疗的基本原理	225
一、基本概念	225
(一) 高压氧治疗	225
(二) 氧分压和氧张力	225
(三) 氧在生命活动中的作用	225
(四) 氧的运输和储存	227
二、高压氧治疗的基本原理	229
(一) 高压氧下肺部氧的摄取	229
(二) 高压氧下动脉血的氧含量	231
(三) 增加组织的氧含量和储氧量	234
(四) 提高组织内氧的弥散	238
(五) 高压氧下组织内二氧化碳运输的障碍	240
(六) 高压氧对血管的收缩作用和侧支循环的影响	241
(七) 高压氧对恶性肿瘤的作用	243

(八) 高压氧抑制细菌的生长和繁殖·····	244
(九) 高压氧对气泡的作用·····	245
第二十六章 高压氧治疗方法·····	246
一、加压·····	246
(一) 加压前的准备·····	246
(二) 大型加压舱加压·····	247
(三) 小型单人舱加压·····	247
二、高压下停留·····	247
(一) 高压下供氧·····	248
(二) 通风·····	249
(三) 加压舱在负荷压力情况下人员出入和物品传递·····	250
三、减压·····	250
(一) 陪舱医护人员的减压·····	251
(二) 病员减压·····	252
(三) 减压时注意事项·····	252
(四) 高压氧治疗减压表·····	253
第二十七章 高压氧治疗一氧化碳中毒·····	255
一、原理·····	255
二、指征·····	256
三、疗效·····	257
四、注意事项·····	258
第二十八章 其他中毒的高压氧治疗·····	260
一、有机磷中毒·····	260
(一) 原理·····	260
(二) 作用·····	261
(三) 指征·····	261
(四) 疗效·····	261
二、氰化物中毒·····	261
三、药物中毒·····	261
(一) 锑剂中毒·····	261
(二) 安眠药中毒·····	262
(三) 奎宁中毒·····	262
(四) 洋地黄中毒·····	262
四、河豚中毒·····	262
五、锰中毒·····	262
第二十九章 高压氧在复苏中的应用·····	264
一、脑循环·····	264
二、高压氧治疗的时机·····	264
三、指征·····	266
四、疗效和注意事项·····	266
第三十章 休克的高压氧治疗·····	269
一、各种休克的实验研究·····	269

(一) 失血性休克的实验研究	269
(二) 创伤性休克的实验研究	270
(三) 中毒性休克的实验研究	270
(四) 高压氧对实验性休克并酸中毒的作用	270
(五) 对失血性休克组织内氧含量的研究	271
(六) 肺栓塞所致休克的实验	271
二、高压氧治疗的作用原理	272
三、指征	272
四、疗效	272
第三十一章 高压氧治疗呼吸系统疾病	275
一、急性呼吸衰竭的治疗	275
(一) 作用原理	275
(二) 指征	276
(三) 治疗方法和注意事项	276
(四) 疗效	276
二、高压氧治疗肺水肿	277
(一) 作用原理	277
(二) 疗效	278
三、高压氧治疗支气管哮喘	279
(一) 作用原理	279
(二) 疗效	280
(三) 注意事项	280
四、高压氧治疗新生儿窒息和婴幼儿肺炎	281
第三十二章 高压氧治疗心血管疾病	282
一、高压氧治疗急性心肌梗塞	282
二、高压氧治疗冠心病	284
(一) 高压氧治疗冠心病的原理	284
(二) 适应证	284
(三) 方法	284
(四) 疗效	284
三、高压氧治疗心律失常	287
(一) 高压氧治疗心律失常的原理	287
(二) 指征	287
(三) 疗效	288
(四) 高压氧下除颤的注意事项	288
四、高压氧治疗急性心力衰竭	288
(一) 高压氧治疗的作用原理	288
(二) 指征	289
(三) 疗效	289
(四) 注意事项	289
五、高压氧治疗周围血管疾病	289
(一) 血栓闭塞性脉管炎	290
(二) 雷诺氏症	292

(三) 急、慢性动脉栓塞·····	292
(四) 静脉栓塞和静脉炎·····	292
第三十三章 高压氧治疗消化系统疾病·····	294
一、高压氧治疗溃疡病·····	294
(一) 溃疡病的病理变化·····	294
(二) 高压氧治疗溃疡病的作用机理·····	294
(三) 指征·····	294
(四) 疗效·····	294
(五) 注意事项·····	295
二、高压氧治疗肝性昏迷·····	295
第三十四章 高压氧治疗神经系统疾病·····	297
一、高压氧治疗急性脑缺氧、脑水肿·····	297
(一) 脑缺氧的病理生理·····	297
(二) 高压氧治疗的作用原理·····	298
(三) 急性脑缺氧的高压氧治疗·····	299
二、高压氧治疗脑缺血性疾病·····	301
(一) 作用原理·····	301
(二) 指征·····	301
(三) 疗效·····	301
三、高压氧治疗脑外伤·····	304
(一) 作用原理·····	304
(二) 指征·····	305
(三) 疗效与注意事项·····	305
四、高压氧治疗脑炎及后遗症·····	306
(一) 高压氧的治疗作用和疗效·····	306
(二) 指征·····	307
五、高压氧治疗脑动脉硬化·····	307
六、高压氧治疗脊髓病变·····	308
七、高压氧治疗放射性脑、脊髓疾病·····	309
八、高压氧治疗颅脑神经及周围神经疾患·····	309
九、高压氧治疗脑震荡后遗症·····	309
十、高压氧治疗进行性肌营养不良·····	309
(一) 高压氧治疗的原理·····	309
(二) 指征·····	310
(三) 疗效·····	310
十一、其他·····	310
第三十五章 高压氧治疗细菌感染·····	312
一、高压氧治疗气性坏疽·····	312
(一) 高压氧治疗的作用原理·····	312
(二) 指征·····	312
(三) 疗效·····	312
(四) 治疗方法·····	314
二、高压氧治疗破伤风·····	315

(一) 高压氧治疗的作用原理·····	315
(二) 指征·····	315
(三) 治疗方法·····	315
(四) 疗效·····	316
(五) 注意事项·····	316
三、其他细菌感染的高压氧治疗·····	317
(一) 实验观察·····	317
(二) 高压氧影响细菌生长的机理·····	319
(三) 临床应用·····	319
第三十六章 高压氧对机体创伤的治疗·····	321
一、高压氧治疗断肢(指、趾)再植·····	321
(一) 高压氧治疗的作用原理·····	321
(二) 指征·····	321
(三) 疗效和注意事项·····	321
二、高压氧治疗烧伤·····	322
(一) 高压氧治疗的作用原理·····	322
(二) 指征·····	323
(三) 疗效与注意事项·····	323
三、高压氧对植皮的作用·····	324
(一) 实验观察·····	324
(二) 高压氧治疗的作用原理·····	325
(三) 指征·····	325
(四) 疗效和注意事项·····	325
四、高压氧对局部创伤修复的作用·····	325
(一) 高压氧治疗的作用原理·····	326
(二) 指征·····	326
(三) 疗效·····	326
第三十七章 高压氧治疗气栓症、气体禁锢症·····	328
一、气栓症·····	328
(一) 病因·····	328
(二) 治疗·····	328
二、气体禁锢症·····	329
第三十八章 高压氧治疗五官科疾病·····	332
一、高压氧治疗眼底疾病·····	332
(一) 眼底病的病理变化·····	332
(二) 高压氧治疗的作用原理·····	332
(三) 指征·····	332
(四) 疗效·····	333
(五) 注意事项·····	334
二、高压氧治疗耳聋和眩晕·····	335
(一) 耳聋·····	336
(二) 眩晕·····	336
第三十九章 高压氧与肿瘤的放疗和化疗·····	338

一、高压氧合并放射线治疗肿瘤	338
(一) 实验观察	338
(二) 高压氧合并放射治疗的方法	339
(三) 疗效	340
(四) 治疗并发症	341
二、高压氧合并化学药物治疗肿瘤	342
第四十章 高压氧治疗皮肤病	344
(一) 皮肤病的病理变化	344
(二) 高压氧治疗的作用原理	345
(三) 指征	345
(四) 疗效	346
第四十一章 高压氧下的手术和麻醉	347
一、施行手术时使用高压氧的目的	347
二、高压氧下手术适应的范围	348
三、高压氧下手术的特殊要求	348
四、高压氧下的麻醉	349
第四十二章 高压氧治疗时的护理	351
一、护理人员职责	351
二、高压氧治疗前的准备工作	351
三、治疗过程中的护理	352
四、舱内护理的几种情况	353
五、舱内的消毒隔离制度	355
第四十三章 高压氧治疗可能发生的并发症及处理	356
一、气胸、纵隔气肿	356
二、急性肺不张	357
三、出血	358
四、酸碱平衡紊乱	358
附录一 空气潜水减压表	363
附录二 氮氧潜水减压表	431
附录三 饱和潜水减压表	440
附录四 不同假定时间单位内各类理论组织氮饱和(或脱饱和)程度检索表	473
附录五 M值及其在减压表计算中的应用	499
附录六 可编程序电子计算机在潜水减压表计算中的应用	507
附录七 吸高压氧时肺中毒剂量单位(UPTD)检索表	515
附录八 潜水呼吸气体的纯度标准	524

第一篇 总 论

绪 言

超过一个标准大气压力的压力谓“高压”。研究人在高压下医学问题的科学,称为高压医学。

高压医学包括潜水、隧道、潜艇脱险和高压氧医学等问题。

高压医学不是远离其他领域的一门孤立学科,它是医学科学的一个分支。与常压环境相比,高压环境对人体来说,毕竟是一异常环境。在高压作用下,机体会产生一系列的生理效应,甚至导致病理过程的发展。高压医学的主要任务是研究解决人在高压下所面临的一系列医学问题,以确保高压作业的安全,提高工作效率,促进高压医学的发展。

我国海域辽阔,海洋资源丰富。以下作业均需在水下或高压环境中进行:开发海洋;进行港口码头、桥梁、隧道的建设;援潜救生、沉船打捞、水产养殖、海洋科学考察等;在军事上如修建水下导弹基地、水下仓库、海底供应站、声纳站、海底军事哨以及高压氧临床治疗等等。

作为人与自然界作斗争的一种手段,远在太古时代就有潜水。那时还没有任何潜水技术装备。人们在潜水之前,先作一段深呼吸运动,然后在深吸气状态下屏住呼吸,很快地潜入水中,在不得不换气时就急速浮出水面。

为了能延长在水下的时间,潜水者开始使用呼吸管潜水:把管的一端衔在口中,另一端留在水面上,呼吸大气。这种方法虽然在水下的时间可以稍久一些,但是下潜深度有限。

人们能在水中停留几分钟,并知道了用呼吸管从水面呼吸空气,这是人类第一次的潜水尝试。然而,深不可测的水底具有极大的诱惑力,人们想潜入更深的水中,想在水中停留更长的时间。

直到 16 世纪,潜水钟的发明揭开了潜水事业上新的一页。潜水钟在潜水实践中使用了数百年。

本世纪 20 年代末和 30 年代初期,进行深潜水作业已成为普遍的现象,运用现代的潜水装具,可使潜水员下潜到达几百米深度进行水下作业。40 年代以来,进展更为迅速。这是同海洋开发、国防建设,同时也是同现代科学技术的高速发展紧密相关的。

由于潜水装具的不断改进和发展,人们下潜的深度也逐渐在增加,要想在很深的条件下进行潜水作业,就不得不考虑到挑选一些可以承受压力的硬式潜水装具。

1934 年发明了一种特殊的移动式加压舱,这种加压舱可以放入水中,当潜水员上升至第一停留站时便进入舱内,然后将舱提到潜水工作船的甲板上,再给潜水员慢慢进行减压。

近 20 年来发展起来的“饱和潜水”新技术,能够在更深的水下安全地工作数天乃至