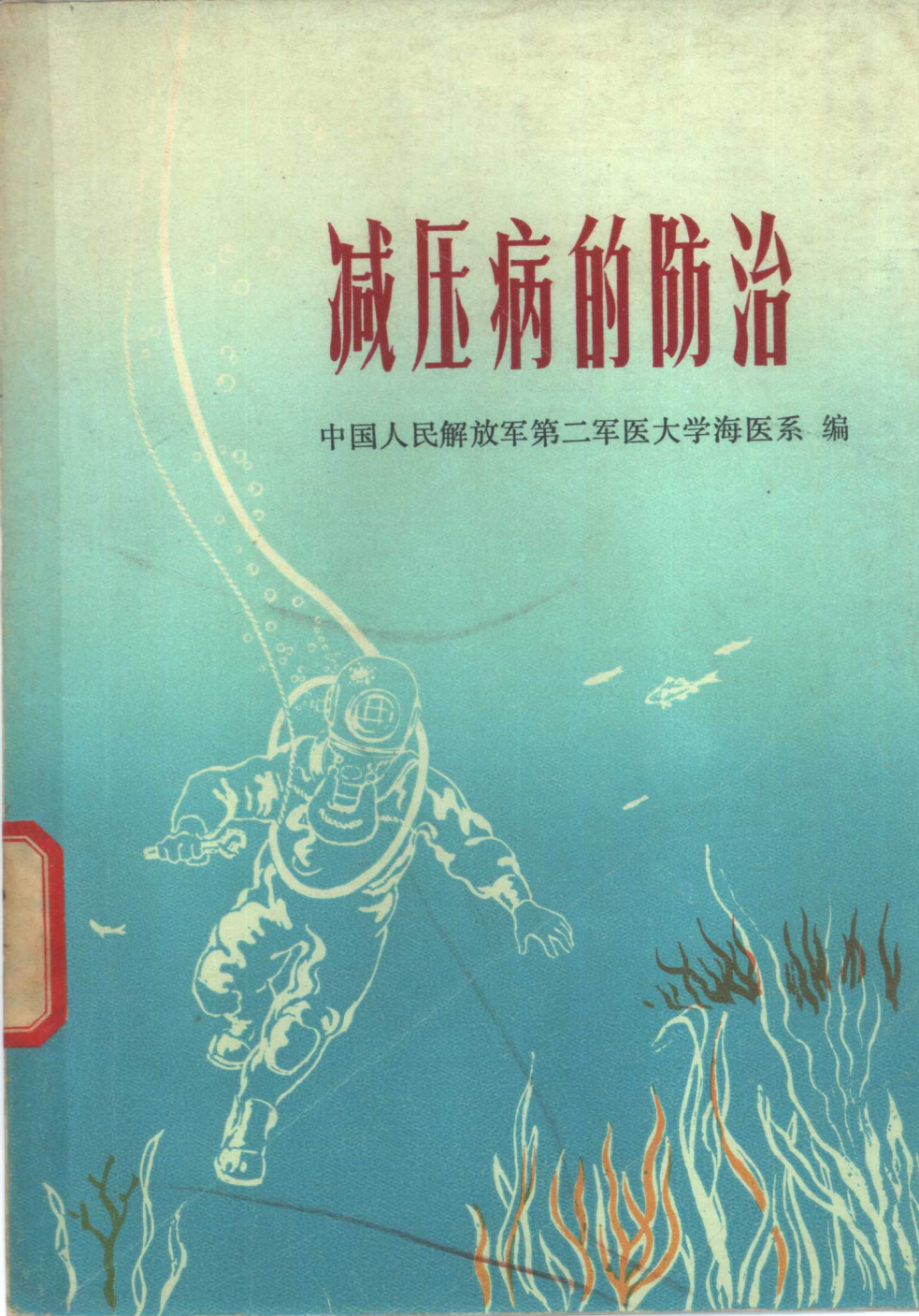


减压病的防治

中国人民解放军第二军医大学海医系 编



減圧病の防治

中国大気病院院長 謝一武 監修 九平院院長 謝一武



减压病的防治

中国人民解放军第二军医大学
海医系 编著

上海人民出版社

减压病的防治

中国人民解放军第二军医大学海医系 编著

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海日历印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.375 字数 92,000

1976年1月第1版 1976年1月第1次印刷

统一书号: 14171·196 定价: 0.29 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

预防为主

救死扶伤，实行革命的人道主义

前 言

解放以来，随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的飞跃发展，潜水事业也有很大进展。伟大的无产阶级文化大革命以及批林批孔运动，进一步巩固了我国的无产阶级专政，促进了社会主义建设。随着全国各地水利建设、水下设施、海港码头修建、大型桥梁建筑、水产养殖、水底资源勘探和开发、海难救助、沉船（物）打捞等等事业的蓬勃发展，潜水作业更被广泛采用，对潜水作业的要求也越来越高，潜水专业队伍日益扩大，遍及全国各地。广大潜水作业人员正在为建设我们的社会主义祖国忘我劳动，努力战斗。

在潜水作业中，可能会发生一些潜水疾病，其中最常见的是减压病，它直接危害着潜水作业人员的身体健康；但是只要我们能掌握减压病的发生、发展规律，遵守潜水规则，积极做好潜水医务保证工作，减压病是可以预防的；即使发生了减压病，只要能及时、正确地进行治疗，也是可以治愈的。

我们遵照毛主席关于“应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业”的教导，在广大的潜水及有关事业的工人和医务工作者的鼓励和推动下，在各级领导的督促下，编写了《减压病的防治》这本小册子。在编写前，我们作了一些调查研究，得到有关兄弟单位的大力支持，并提供了不少宝贵的经验和资料，初稿完成后，曾征求各地有关单位和部门的意见，并根据这些意见和建议，又作了修改和补充。在编写和修改过程中，我们力求做到简明扼要，通俗易懂，切合实

用,以期能供广大潜水作业人员、医务工作者以及有关方面的同志们在工作中参考。但由于我们经验不足,水平有限,本书一定存在不少错误和不当之处,恳切地希望读者批评和指正。

编 者

一九七五年一月

目 录

第一章	概述	1
第二章	氮的饱和及脱饱和、过饱和及过饱和安全系数	6
第三章	减压病的发病原理	12
	气泡的形成	12
	气泡对机体的影响	12
	影响发病的一些因素	14
第四章	减压病的症状、体征和临床分型	16
第五章	减压病的诊断和鉴别诊断	21
第六章	减压病的治疗	23
	加压治疗	23
	辅助治疗	38
	附: 加压系统的设备及使用	42
第七章	减压病的预防	56
第八章	减压病病例讨论	68
附录一	潜水减压表	84
	60 米水下阶段减压潜水减压表	84
	水面减压潜水减压表	91
	应急(失事)情况潜水减压表	114
附录二	潜水常用记录表	117
	潜水记录表	117
	减压病病历记录表	119
	加压治疗记录表	121
附录三	潜水医疗用品的配备及使用	123

医疗急救箱配备.....	123
减压病常用药物使用说明.....	124

第一章 概 述

减压病是指因外界气压降低的幅度过大、速度过快,在机体组织和血液内形成气泡所致的一种疾病。

由于各种斗争实践的需要,人类必须从事一些特殊环境下的作业。气压改变,即不同于正常大气压(常压)的环境,就是特殊环境的一种。

这里所说的气压改变,概括起来有如下两类:(1)从常压增加气压(加压)到高压(高压),然后又从高压减低气压(减压)而回到常压。其过程是:常压→加压→高压→减压→常压。潜水、沉箱、水底隧道以及加压舱内的气压改变都属于这一类。(2)从常压减低气压(减压)到低于常压的气压(低压),然后又从低压增高气压(加压)而回到常压。其过程是:常压→减压→低压→加压→常压。座舱不密闭的高空飞行和低压舱内的气压改变,属于这一类。

这两类的气压改变中都有减压。尽管减压的基础不一样,但如果减压的速度过快而且幅度又过大,人体都有可能罹患减压病。

减压病最初是在潜水和沉箱等工作人员身上发现的,至今关于减压病的认识和阐述,一般仍以潜水减压病和沉箱减压病为例证,尤以潜水减压病为主。本书着重阐述潜水减压病。

以往对本病有各种命名,如潜水病、沉箱病、潜函病、压缩空气病、高压病、屈肢症、气哽、潜水瘫痪病、潜水瘙痒症等。但

这许多名称既未指明发病的本质，也未反映出疾病的全貌，故目前都依据发病原因称为减压病。

潜水、沉箱、航空等不同条件下的减压所引起的减压病基本相同，但也略有差异。为便于区别，可在减压病这一名称之前分别地冠以相应的具体条件，例如潜水减压病、沉箱减压病、航空减压病等。

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国社会主义建设事业蓬勃发展，港口码头、水下隧道、大型桥梁、海难救助、打捞沉船沉物、水产养殖、水库修建、水底资源勘探和开采等事业日益兴起，从事高压作业的队伍也正在迅速扩大，空气潜水在全国各地更是普遍，所以防治潜水减压病已成为迫切的任务之一。

人潜至水下，首先遇到的问题是呼吸问题。现代的潜水通常都配备潜水装具供应呼吸气体。随潜水的深度、时间以及水下作业等的需要不同，使用不同类型的装具，呼吸不同的气体——空气、氧气或人工配制的混合气体（如氮氧混合气体）等。根据呼吸气体的不同，将潜水分为空气潜水、氧气潜水和氮氧潜水等。

无论使用那一类潜水装具和使用那一种呼吸气体，都能保证潜水员获得充分的氧气并且及时排出所产生的 CO_2 为前提，即以呼吸气体的质和量合乎潜水员的生理需要为前提。与此同时，供潜水员呼吸的气体都是压缩状态的气体，即高压气体，使气压足以抗衡人在水下所受到的水压（静水压）；并且气压还需略超过静水压，使有一定的余压，以便供气。潜水越深，人体所受到的静水压越大，供应呼吸气体的气压就相应地越高，才能进行呼吸。所以人入水下潜即处于加压过程中；在水底停留时则暴露在高气压环境中；上升出水

则处在减压过程中。

空气主要是由氧(占 20.93%)、氮(占 79.04%)和二氧化碳(占 0.03%)所组成的混合气体,它在海平面上的压力等于 760 毫米汞柱,即一个大气压或 1 公斤/厘米²。其中每一种气体按其在空气中所占的比例各有自己的压强,这就是分压。在潜水和高压作业时,习惯地以大气压作为压强的计量单位。

人潜入水下时,不仅承受大气压的作用,同时承受静水压的作用。单位面积上实际承受的总的压强,称为绝对压。因此,人在水下时身体所承受的绝对压,就是大气压和静水压之和。单位面积上所承受的除大气压之外的那部分压强,称为附加压。在潜水作业中遇到的附加压,实际上就等于静水压。水越深,静水压越大。水深每增加 10 米,静水压增加 1 个大气压(1 公斤/厘米²)。用于潜水设备的压力表(与普通的压力表一样)所指示的压力是附加压,故通常亦称附加压为表压(图 1)。

人在水下所呼吸的压缩空气中,各种气体成分的比例并无改变,但它们各自的分压却相应地增高了。在空气潜水中,因为氧不断地被组织细胞消耗,由于机体灵敏地调节,二氧化碳一般都不会在体内过度蓄积。而氮则不同,它在空气中所占的比例最大,化学性质不活泼,仅以物理状态溶解于体内,机体既不能利用氮,也无调节氮含量的特殊机能,所以称为中性气体*。氮溶解于体内的量可随吸入气中氮分压的升高而成正比例增加。实验证明,在常压下,重 70 公斤的人,全身组织内约溶解 1 升的氮。每潜深 10 米即增加一个大气压,如时间足够长,在体内可再多溶 1 升氮。在深度减小(即减压)时,

* 在潜水医学中,所谓中性气体,是指以物理状态溶解于机体组织而通常不引起明显的生理或病理反应的某些气体,如氮、氢、氦、氖、氩、氙、氡等气体。

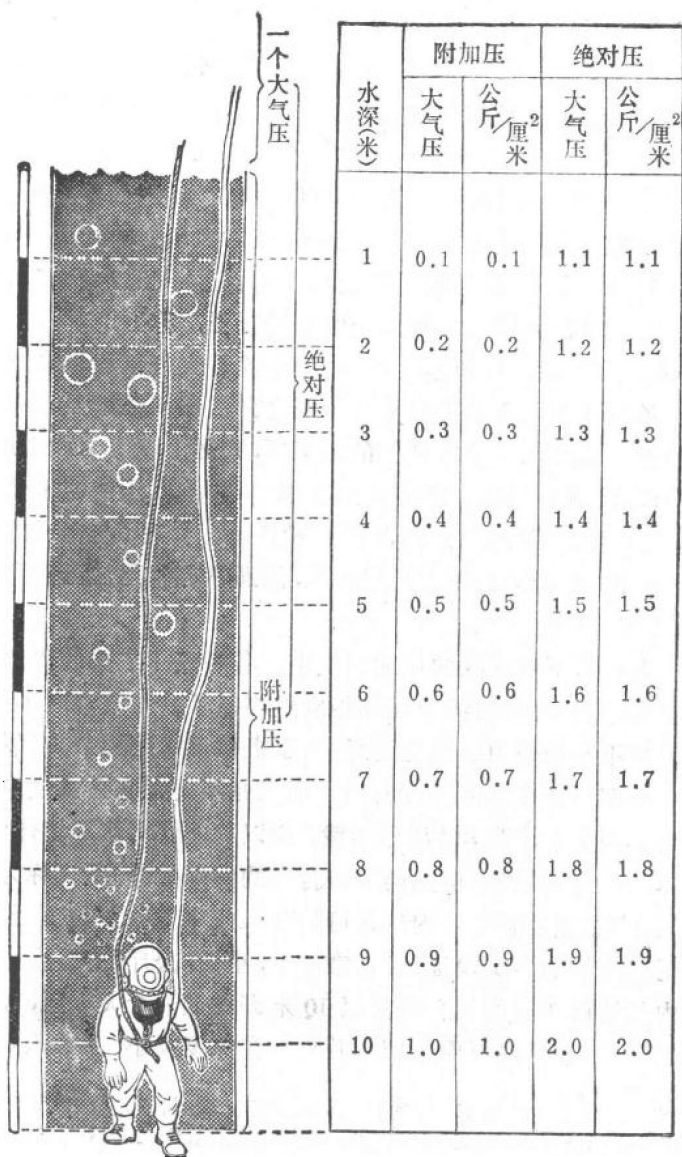


图 1 水深同附加压和绝对压的关系

组织内氮的可溶解量减少,已溶于组织内的氮又离开组织。已溶氮脱离溶解的形式又依减压的速度和幅度不同而有很大差别。氮的这些特性及其在体内的运动规律,对减压病的发生,起着十分重要的作用。

毛主席教导我们:“不论做什么事,不懂得那件事的情形,它的性质,它和它以外的事情的关联,就不知道那件事的规律,就不知道如何去做,就不能做好那件事。”为了做好对减压病的防治工作,有必要熟悉这方面的知识。只要我们掌握了减压病的客观规律并加以具体运用,不断总结经验,减压病是可以预防的;即使发病,也是可以治愈的。以下讨论有关的规律及其运用。

第二章 氮的饱和及脱饱和、过饱和及过饱和安全系数

机体暴露于高压空气下,溶于体内的氮相应增加,直到体内氮张力*与外界氮分压平衡,这一过程称为饱和。外界气压降低,体内氮张力高于外界氮分压,这种状态称为过饱和;此时,氮从溶解状态释放出来,直到与外界平衡,这一过程称为脱饱和。

机体内氮的饱和及脱饱和,主要是依靠呼吸和循环机能进行的。极少部分经皮肤弥散,通常略去不计。

如果减压得当,即减压的速度不太快、幅度不太大,氮的脱饱和将以通过循环和呼吸逐步弥散出体外的形式进行,此称为安全脱饱和。通常所说的脱饱和即指安全脱饱和。

如减压不当,即减压的速度太快、幅度太大,在高压下已溶解在体内的氮来不及都经过循环和呼吸从容地弥散出体外,而在组织中、血液中“原地逸出”形成气泡,将导致减压病。

氮的饱和、过饱和、脱饱和都是有规律的。在这一章里将分别地讨论这些规律。

(一)氮的饱和及脱饱和 当机体进入高气压环境呼吸压缩空气时,肺泡内的氮分压可立即与压缩空气中增高的氮分压大致相等。由于肺泡内氮分压高于流经肺泡的血液中的氮

* 气体张力是指溶解于液体内的气体分子从液体中向外释出的力。气体张力的大小,可借与液体处于动力平衡状态的气体的分压来测量。因此,有时气体张力与气体分压通用,例如氮张力与氮分压通用。

张力，氮便溶于血液。因为肺泡表面积很大，血液得以与肺泡气充分接触，所以，血液内氮张力能很快地与肺泡气中氮分压平衡，达到饱和。饱和了氮的血液流经组织时，因血液中氮张力高于组织，氮就从血液向组织弥散以达平衡。在组织中脱去一部分氮之后的血液再流到肺，又被饱和，于是又给组织送去一部分氮。如此循环往复，直到肺泡内氮分压与血液和组织中氮张力之间都平衡为止；也就是说，氮进入和离开机体的量相等，这就达到完全饱和（见图 2）。

必须指出，机体被氮饱和的过程并不是自始至终等速进行的。最初，在肺中被氮饱和的血液的氮张力与组织氮张力之间的压差大，所以从血液转给组织的氮量多。也就是说，机体被氮饱和的过程，在开始阶段进行得快。随着时间的不断推移，组织中溶解的氮量不断增加，上述的压差逐渐缩小。故血液循环每循环一周，向组织转送的氮量不相等，后一周总比前一周少。

机体各种不同组织被氮饱和的速度，也因组织容氮量和血液供应状况的不同而有很大差异。脂肪组织的容氮量大，比血液大四倍，而且供血又差，所以机体的脂肪组织被氮饱和的过程进行得非常缓慢。而那些容氮量小，供血又丰富的组织，如血液本身、淋巴、肌肉、腺体、脑组织的灰质等，被氮饱和的速度就快得多（见图 2-A, B）。由此可见，机体不同组织被氮饱和所需的时间是有长有短的。

在潜水或其他高压作业中，由于暴露在高气压下的时间长短的不同，氮的饱和程度并不都达到完全饱和（即 100% 饱和），而是达到相应百分数的饱和。而且，在同样的暴露时间内不同组织所达到的饱和百分数也不相同；饱和快的组织达到的饱和度高，反之则低。（见图 2-A）。

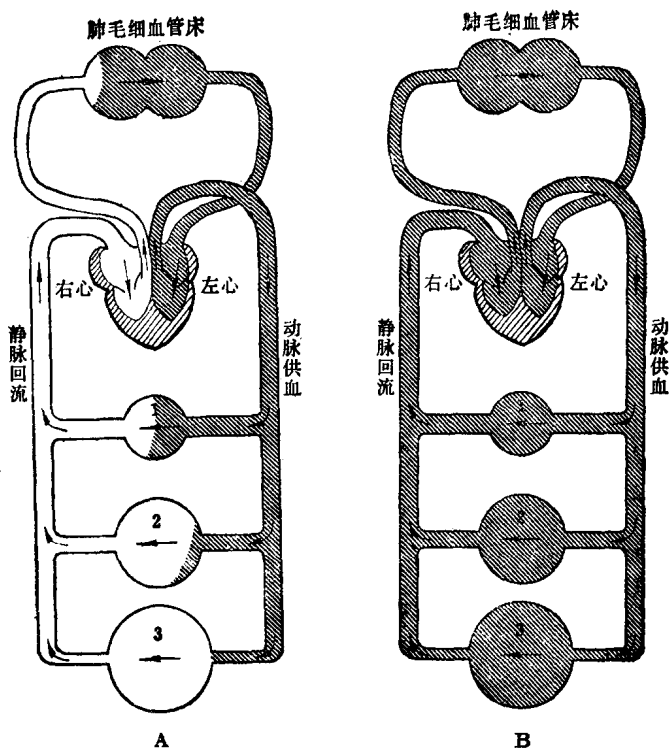


图 2 机体内氮饱和过程的模式图

图中阴影表示氮的饱和, 1 表示供血丰富或容氮量小的组织, 2、3 分别表示供血量和最小或容氮量较大和最大的组织。

外界气压降低, 氮脱饱和的规律与饱和的规律相同。饱和快的组织, 脱饱和也快; 饱和慢的组织, 脱饱和也慢。所区别的只是脱饱和时血液输送氮不是从肺向组织, 而是从组织向肺(见图 3 -A,B)。当组织中的氮张力与肺泡内的氮分压之间达到平衡时, 脱饱和过程也就完成, 即完全脱饱和。