

氧气与健康

YANGQI YU JIANKE

主编：方以群



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

氧气与健康

主编 方以群



第二军医大学出版社
Second Military Medical University Press

内 容 提 要

本书涵盖了氧气的各类知识,从氧气概述、氧气在体内的生理过程、氧气的功效、缺氧对人体的危害、吸氧与健康五个方面系统介绍了氧气对健康的作用,适合广大读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

氧气与健康/方以群主编. —上海:第二军医大学出版社,2015.1

ISBN 978-7-5481-0994-5

I. ①氧… II. ①方… III. ①高压氧疗—普及读物
IV. R459.6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 290969 号

出 版 人 陆小新

责任编辑 叶 婷 单晓巍

氧 气 与 健 康

主 编 方以群

第二军医大学出版社出版发行

<http://www.smmup.cn>

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

发行科电话/传真:021-65493093

全国各地新华书店经销

上海华教印务有限公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:8.75 字数:100千字

2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5481-0994-5/R·1734

定价:28.80元

本书编委会

主 编 方以群

副主编 李 慈

主 审 刘景昌 陈远明

编 者 包晓辰 张 师 攸 璞

李 丹 李 娜 姚 健

袁恒荣 马 骏 孙永军

序

人体和其他动物机体一样,生命的维持必须依赖于与所生存环境之间的物质转换进行新陈代谢,即从环境中摄取一些物质为自身所用,又将体内一些废弃物排出体外。机体需要摄取水、食物和氧气,其中尤以氧气最为迫切。事实表明,人体能够在充分供养条件下,不进食仅饮水,一般可以维持生命 7 天左右,不进食也不饮水可维持 3 天左右。但是,如果能保证进食和饮水情况下,却不能获得氧气,则仅能维持数分钟,因此,获得氧气为人体首要的生理活动。

自 1775 年 Priestley 从空气中分离出氧气后,人们逐渐认识到氧气在机体生命活动中的重要作用,并开展了很多研究,认识到氧气不仅为人体不可缺少的“养生之气”,是机体功能活动所需能量来源的重要物质基础,而且通过无氧酵解、氧化磷酸化和三羧酸循环来氧化能源物质,为机体供能,成为机体代谢的关键环节。研究发现,高压氧具有提高血氧含量,改善组织缺氧状态,改善组织器官血流动力

和血液流变,改善微循环,增强组织新陈代谢,促进损伤组织的修复等作用。因此,适当地增加呼吸气体中的氧分压,可对人体健康起到一定促进作用。

本书从氧气概述、氧气在体内的生理过程、氧气的功效、缺氧对人体的危害、吸氧与健康等方面介绍了氧气对健康的作用,是一部氧气与健康的专题参考与科普读物,其既有实践的经验总结,又有理论阐述,对合理应用高压氧具有可靠的参考作用。

谨此祝贺本书的出版。

刘景昌

2014年8月15日

目录 CONTENTS

序	刘景昌
第一章 氧气概述	1
第一节 氧气的产生与发现	1
第二节 氧气的分子结构与理化性质	10
第三节 氧气的制取及储存方法	18
第四节 氧气的主要用途	24
第二章 氧气在体内的生理过程	28
第一节 氧气通过外呼吸进入体内	29
第二节 氧气在体内的分布和运输	45
第三节 氧气在体内的代谢及利用	53
第四节 常用的血氧指标	63

第三章 氧气的功效	65
第一节 氧气对人体各组织的作用	65
第二节 氧气与体力耐力	67
第三节 氧气影响现代人的生活方式	71
第四章 缺氧对人体的危害	74
第一节 缺氧概述	74
第二节 缺氧对重要脏器功能的影响	81
第三节 亚健康与缺氧	84
第五章 吸氧与健康	87
第一节 吸氧辅助治疗呼吸系统疾病	87
第二节 吸氧辅助治疗心功能不全	95
第三节 吸氧辅助治疗各种中毒引起的呼吸困难	99
第四节 吸氧辅助治疗神经系统疾病	100
第五节 吸氧辅助治疗其他疾病	105
第六节 吸氧对健康人的保健作用	108
第七节 吸氧可以延缓衰老	112
第八节 打造“氧吧”环境维护身体健康	118
第九节 夜间补氧	125

第一章 氧气概述

第一节 氧气的产生与发现

一、什么是氧气

氧气(分子式 O_2 , 相对分子质量 32)是氧元素最常见的单质形态。在标准状况下,两个氧原子结合形成氧气,是一种无色、无嗅、无味的双原子气体。氧气是空气的组分之一,占了空气体积的 20.9%。氧气密度比空气大,在标准状况下密度为 1.429 g/L,能溶于水,溶解度很小,1 L 水中约溶 30 ml 氧气。在压强为 101 kPa 时,氧气在约 -180°C 时变为淡蓝色液体,在约 -218°C 时变成雪花状的淡蓝色固体。

二、名称由来

氧气(oxygen)希腊文的意思是“酸素”,该名称是由法国化学家拉瓦锡(1743—1794)所起,原因是拉瓦锡错误地认为,所有的酸都含有这种新气体。日文里氧气的名称仍然是“酸素”。

氧气的中文名称是清朝徐寿命名的。他认为人的生存离不开氧气,所以就命名为“养气”即“养气之质”,后来为了统一就用“氧”代替

了“养”字,便叫做“氧气”。

三、大气层中氧气的产生

地球的大气层形成初期不含氧气。原始大气是还原性的,充满了甲烷、氨等气体。大气层氧气的出现源于两种作用:一个是非生物参与的水的光解,一个是生物参与的光合作用(图 1-1)。生物的光合作用对大气层的影响巨大。它造成了大气层由还原氛围向氧化氛围的转变,使得水光解产生的氢气能重新被氧化为水回到地球而不至于扩散到外层空间去,从而防止了地球上的水的流失。同时光合作用也加速了大气层氧气的积累,深刻地改变了地球上物种的代谢方式和体型。

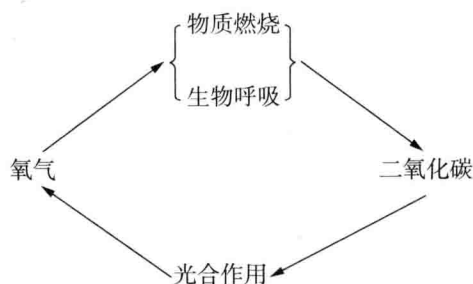


图 1-1 光合作用示意图

《国际先驱导报》报道,科学家们通过化石记录发现,在恐龙之前,地球上就有巨大的物种存在,它们就是 3 亿年前石炭纪的巨型节肢动物,包括超大的蜉蝣昆虫、蝎子,吊兰大小的蜘蛛,还有 5 英尺长的千足虫,等等。其中最神奇的应是巨型蜻蜓,它们的翼展可以达到 2 英尺半(接近 1 m),是地球上有史以来最大的昆虫。3 亿年前,这些

物种曾经昌盛一时。那时大部分陆地都在热带,植物繁盛(后埋入地下形成煤炭,该时期因此称为石炭纪)。但经过大约 5 000 万年,从二叠纪的中期到晚期,这些巨型物种消亡了。长期以来,科学家们都猜测,也许是大气中氧气含量的变化在它们的兴亡中起了关键作用。最近,美国耶鲁大学生物学家罗伯特·贝尔纳等人发表的一项古气候研究肯定了这个猜测。研究者在报告中指出,石炭纪时地球大气层中氧气的浓度高达 35%,比现在的 21%要高得多。许多节肢动物是通过遍布它们肌体中的微型气管直接吸收氧气,而不是通过血液间接吸收氧气,所以高氧气含量促使昆虫向大个头方向进化。

但是,最近的研究又得出相反的结论。来自奥地利因斯布鲁克大学矿物和岩石学研究所的拉尔夫·塔佩尔特(Ralf Tappert)与来自加拿大亚伯拉大学和美国及西班牙诸所大学的同事,共同发表了一份自三叠纪以来地球大气化学成分的综合研究,该研究已经刊登在《地球化学与宇宙化学学报》(geochimica et cosmochimica acta, GCA)期刊上。他们的研究利用了植物琥珀源自聚合反应的特有优势。拉尔夫·塔佩尔特解释道:“植物通过光合作用将大气中的碳固定下来,形成碳同位素化合物。树脂能将其保存上百万年,由此我们可以推断出大气中氧气的浓度。”通过碳的同位素化合物可以获得氧气浓度的信息,其实更确切地说,是根据碳的稳定同位素——碳 12 和碳 13 的比例,推算出当时大气内的氧气浓度。拉尔夫·塔佩尔特解释说:“相比其他的有机材料,琥珀有着自身的优势。在长久的地质年代内,它所保存的化学和同位素信息几乎不会改变。”

研究组一共分析了 538 份琥珀样品。这些样品都来自著名的琥

4
·

珀产地,最古老的一块样品大约距今 2.2 亿年,是在意大利多洛米蒂山发现的。为检验数据的有效性,研究小组同时对比分析了化石琥珀和现代琥珀。这一综合研究的结果表明,在过去 2.2 亿年的大部分时间里,大气的含氧量要比现在的 21% 还低,而且低很多。“据我们推测,该值只有 10%~15%。”塔佩尔特指出。这份研究结果的氧气浓度不仅比现在低,而且对于同一地质年代,相比大多数之前的研究也要低很多。以白垩纪(距今六千五百万年到一亿四千五百万年)为例,之前的研究所得出的大气含氧量最多高达 30%。

同时,研究者们把低大气含氧量与地球气候发展的历史结合起来。塔佩尔特指出:“我们发现,特别低的氧气水平往往与全球温度上升时期和高二氧化碳浓度同时发生。”氧气可能影响二氧化碳水平,而且在特定的条件下,会加速二氧化碳进入大气。“总的来说,我们正在研究简单氧化反应的加速现象,尤其是在高温期间,如白垩纪。”研究者们总结发现,极端强烈的火山作用会引发二氧化碳含量增高,同时也将伴随着大气含氧量的下降。在过去五千万年的地质历史时期,这一现象十分明显。因此由结果可以推出,更晚的温度相对较低的时期(如冰期),可能是由于大规模火山喷发的减少和大气含氧量的增加所导致的。

该研究结果显示,氧气含量不仅可能对气候产生间接影响,而且相应地影响地球生物的进化。很多理论认为大型动物的出现是因为大气含氧量增高,其中一个著名的例子就是恐龙。现在塔佩尔特建议我们需要重新考虑一下这些理论:“在研究中,我们并非否认氧气对生命进化的整体作用,但是恐龙的巨大化不能用这些理论来解

释。”研究小组打算分析更加古老的琥珀化石,并强烈建议进行更加深入的研究。

美国研究人员最新发现,2.5 亿年前,空气中的氧气浓度降低可能导致大批动物从高纬度地区迁徙到低纬度地区。这一迁徙可能导致大批史前动物灭绝。美国耶鲁大学地球化学家罗伯特·贝尔纳在 2002 年计算发现,4 亿年前,地球大气中的氧气浓度一直稳定在 20% 左右,但在 3 亿年前(二叠纪中期)氧气浓度突然升高到 30%,2.4 亿年前氧气浓度又下降到 12%。

每种动物都有自己的最低氧气浓度要求,这是每个物种只能在一个特定纬度地区生活的原因。例如,人类不能在海拔 5 100 m 以上生活。如果氧气浓度只有 12%,就好比生活在海拔为 5 300 m 的地区。对于那些毫无准备的动物来说,氧气浓度下降一半会对它们的生活产生深远影响。

华盛顿大学进化生理学家雷蒙德·休伊和古生物学家彼得·瓦丁提出假说认为,氧气浓度在二叠纪中期达到了 30%,各种动物当时可以在任何纬度地区生活。但随着氧气浓度的降低,原本在海拔 6 000 m 地区生活的动物就只能在海拔 3 000 m 处生活,二叠纪时期近一半的陆地都不适合物种生存。因此,适合在高纬度地区生活的动物,由于不能及时调整自己的呼吸系统,可能就会灭绝。此外,由于大批动物被“挤”在十分有限的范围内,一些动物可能因为生活资源有限而灭绝。这一假说发表在新一期美国《科学》杂志上。下一步对动物化石进行呼吸生理学和地理学方面的研究,应该可以估计出动物在当时的生活环境,为证明这一假说提供帮助。

四、氧气的发现

空气是由氧气、氮气和惰性气体组成,已成为今天的常识。然而,在18世纪20年代以前,人们的认识还很肤浅,总认为空气是构成物质的一种元素,即所谓水、火、土、气四种元素中的气,误认为它是一种纯物质,再也不能分离出别的东西。但是,从1770年后,由于科学家对氧气的发现,终于揭开了空气的神秘面纱。

如今,我们已经知道,揭开空气神秘面纱的人是英国的科学家普利斯特里、瑞典的舍勒、法国的拉瓦锡和中国的马和。他们分别在不同国家、不同年代、不同地点、用不同方法证明了氧气的存在,为人类进一步了解自然界做出了贡献。

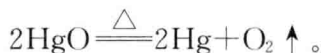
1. 普利斯特里对氧气的发现

普利斯特里从布莱克煅烧石灰石对 CO_2 的发现受到启发,利用凸透镜聚集太阳光使一些物质燃烧或分解放出气体并进行研究。1774年8月1日,普利斯特里终于成功地制得了氧气,成为化学史上有重大意义的事件。

他的实验非常简单,把氧化汞放在一个充满水银的玻璃瓶里,然后,把玻璃瓶倒放在水银槽中,玻璃瓶完全被水银充满,空气全被排除掉,氧化汞浮在最上面。然后,他用凸透镜聚集太阳光,照射到氧化汞上,使氧化汞受热。

经过长期加热,温度逐渐升高,氧化汞受热分解成汞,并放出氧气。于是,氧气聚集起来排走玻璃瓶中的汞,使汞面降低。气体空间体积不断增加,直到气体体积为氧化汞体积的三四倍为止。其反应

方程式为:



但是,当初他并不知道制得的纯净气体是氧气。尽管如此,细心的普利斯特里又做了许多试验来了解这种气体的性质,以及它同别种“空气”的区别。他的研究方法是:

- 1) 将研究的气体放在玻璃瓶中,倒一些水进去,该气体不溶解。
- 2) 把燃烧的蜡烛放进该气体中,蜡烛竟放出耀眼的强光。

3) 把一只老鼠放到充满该气体的瓶子里,老鼠活蹦乱跳,很自在,他猜想人吸入了可能也会精力充沛。

4) 用玻璃管把大瓶中的氧气吸入肺中,并记下自己的感觉:“我觉得十分愉快,我肺部的感觉好像和平常呼吸空气一样,没有什么不适。而且,吸进这种气体后,好久好久,身体还是十分轻松愉快。也许,有一天,谁能断定这种气体不会变成时髦的奢侈品呢?不过,现在,世界上能够享受这种气体的愉快的,只有两只老鼠和我自己。”

普氏从上述实验中得出,该气体有助燃、助呼吸作用,这些性质与一般空气类似,但作用更强。但是,他把氧气这种新气体错误地用燃素说来解释,并把制得的氧气称为“脱燃素空气”。由于运用了错误的理论,这种命名是不恰当的。

2. 舍勒对氧气的发现

1772年,舍勒(图1-2)对空气进行研究后,他首先认识到氧气是空气中的一种重要成分。他用硫磺和铁粉混合,在空气中燃烧,消

耗掉钟罩中空气中的氧气而制得氮气,当时他称它为“浊气”或“用过的空气”,或能使人死亡的气体。

经过思索,舍勒明白了,原来当时人们认为空气是一种元素的观点是错误的。他猜想:空气是两种不同物质的混合,一种是浊气,能使人死亡的空气;一种是能使人活命的空气,能帮助燃烧,在燃烧中消失。于是,舍勒产生了兴趣,并开始了他的实验。

1773年,他把硝酸钾,亦称硝石(KNO_3)装进曲颈瓶,瓶口系一个排完空气的猪膀胱,再把曲颈瓶放到火炉上去烧。硝石融化时分解,放出一种气体,很快把猪膀胱充满了,这种气体正是那种能活命的气体,即现在我们所知道的氧气。

舍勒进行了仔细的鉴别,他把红热的木炭扔到充满“能活命的气体”的瓶中,木炭迅速燃烧,光亮耀眼,比普通空气中燃烧得更快更亮。舍勒将 $\frac{1}{5}$ 的这种气体和 $\frac{4}{5}$ 浊气混合于瓶中,蜡烛能正常燃



舍勒 C.W.

图 1-2 氧气的发现人之一——舍勒

烧,老鼠也同在普通空气中一样呼吸。由此他确定这种气体是一种纯净的能活命的气体。

舍勒给这种气体命名为“火空气”,因为他发现除硝酸钾外,加热氧化汞、高锰酸钾、碳酸银、碳酸汞,均能释放出氧气来。

3. 拉瓦锡对氧气的发现

拉瓦锡对氧气的发现是在普里斯特里启发下完成的。1774年,拉瓦锡用汞灰(HgO)的合成与分解实验制得氧气,并对它进行了系统的研究,发现它能与很多非金属单质合成多种酸,故命名为“酸气”(希腊文 *Oxygene*)。

拉瓦锡通过氧气的实验,提出了燃烧的氧化学说,推翻了燃素说,发动了化学史上著名的化学革命,使过去以燃素说形式倒立着的化学正立过来。因此,虽然不是他首先发现氧气,但恩格斯还是称他为“真正发现氧气的人”,而舍勒和普里斯特里是“当真理碰到鼻尖上的时候还是没有得到真理”。

4. 马和对氧气的认识

20世纪90年代,一些中外学者根据最新发现,普遍认为,中国古代的马和(译音)实际上比西方人更早认识到氧气。

马和大概是位风水先生。他认为:空气有阴阳两气,阴气可以从加热青石、火硝、黑炭、石英中提取;水里也有阴气,它和阳气紧密结合在一起,很难分开。这里“阴气”就是指氧气。

总之,氧气的发现过程包含了学者们探讨自然界奥秘的艰辛、曲折、扑朔迷离和苦思冥想,也使我们领略到了科学家一丝不苟的精神,值得我们学习。