



□ 站内搜索 □

请输入查询的字符串:

==> 综合查询 <==

标题查询 内容查询

查询

重写

行业动态

政策法规

救捞技术

学会活动

水下技术

海工技术

综合技术



学会文章

€ 自动滚屏 (右键暂停)

海上140m氮氧饱和-160m巡回潜水对潜水员肺呼吸功能的影响

发布时间: 2004-9-19 9:35:11 被阅览数: 1541 次

第二军医大学 孙学军 练庆林 钱炳龙 陶恒沂 郭明珠 崔风军 蒋春雷

摘要 目的: 研究海上饱和潜水对潜水员肺呼吸功能的影响。为分析饱和潜水方案的可行性提供依据。方法: 在海上 140 米 氮氧饱和 -160 米 巡回潜水实验中, 检测 8 名潜水员在各个不同深度条件下肺功能, 分析肺功能与呼吸气体密度的关系。结果: 肺静态容积指标值与呼吸气体成分和导热系数无关, 在所有潜水阶段均保持在正常参考值范围; 肺动态容积指标 MVV 随深度增加显著降低 ($P < 0.01$), 饱和深度 (140m) 降低 (41%, $P < 0.01$), MVV 与呼吸气体密度的平方成反比; 在不同深度下, 呼吸频率保持相对稳定; 其他动态肺容积指标与 MVV 变化趋向一致; V 75、V 50、V 25 三者斜率下降, 其中 V 75 最大, V 50 次之, V 25 最小。减压过程中, 所有这些改变均随着暴露压力的降低逐渐恢复正常。结论: 饱和潜水过程中, 潜水员静态肺功能与气体成分和导热系数无关; 高压氮氧混合气对潜水员肺呼吸功能存在一定影响, 对潜水作业的效率也会造成不良影响, 进行饱和潜水过程中应引起重视, 但所有这些改变均属于可逆性改变, 估计对肺功能不会造成长期不良影响。

潜水员在高压下长期安全生活和有效作业是饱和潜水技术的最主要目的, 能否有效实现这一目标, 需要解决一系列医学生理学问题, 其中呼吸问题是饱和潜水高压环境给人带来的突出的生理学问题之一 [1-4]。人在高压环境下, 呼吸功能所面临的主要限制是呼吸气体密度增加和气体交换率改变。呼吸气体密度增大会增加呼吸道阻力, 降低肺通气; 气体交换率下降不利于肺泡气与血液之间的肺换气。两种因素都可以影响肺的呼吸功能。

2001 年 5 月 10 日至 6 月 24 日, 在我国南海某海域进行的 140 米 氮氧饱和 -166 米 巡回潜水训练中, 我们在不同深度对参试潜水员进行了多项肺呼吸功能及衍生指标的检测, 目的是对海上饱和潜水过程中, 了解呼吸功能对机体安全性、作业能力可能造成的影响。

材料与方

一、受试者: 8 名男性海军职业潜水员, 年龄 (27.1 ± 3.1) 岁, 体重 (69.7 ± 5.8) kg, 身高 (172.5 ± 3.2) cm, 身体健康。

二、仪器

肺呼吸功能各项指标测定, 使用我室自行改装的可在高压条件下使用的日本产 LAM-25 型电子呼吸分析仪。

三、测试指标

肺活量 (VC), 用力肺活量 (FVC)、流速容量曲线 (FC)、最大通气量 (MVV) 等。潜

水员取站位，按常规方法测定。每项指标在一个深度至少测试两次或两次以上，选取最大值为有效值。

四、统计学处理

在不同深度测定各项指标值与潜水前正常对照值做 F 检验，P < 0.05 为相差显著。MVV 与呼吸气体密度做相关性分析。

结果

一、饱和潜水过程中静态肺呼吸功能指标测定

饱和停留阶段，VC 和 FVC 有所下降（8.3%），统计学检查不显著。其他阶段静态肺呼吸功能指标均保持稳定（表 1）。

表 1 潜水员在 140m 饱和过程中肺呼吸功能的变化

测试时间	VC	FVC	MVV	FEV 1	FEV 2	FEV 3
test time	(L)	(L)	(L/min)	(%)	(%)	(%)
进舱前	4.8 ± 0.3	4.9 ± 0.6	148.6 ± 2.9	84.3 ± 3.5	98.9 ± 1.9	100.0 ± 0.0
pre-dive						
饱和阶段						
satur						
ation stage						
饱和阶段早期						
saturation stage	4.4 ± 0.2*	4.5 ± 0.3*	89 ± 8.4**	72.5 ± 3.0*	92.1 ± 2.1*	96.9 ± 2.1
ge						
减压前 1h						
1 h before-de	4.7 ± 0.5*	4.7 ± 0.4*	88 ± 7.3**	73.9 ± 3.1*	93.8 ± 2.6*	98.2 ± 1.7
c						
减压阶段						
decompression st						
age						
120m	4.7 ± 0.4 D	4.7 ± 0.5 D	87 ± 9.8 #	74.5 ± 2.8 D	96.5 ± 2.2 D	98.6 ± 1.6
100m	4.7 ± 0.7 D	4.8 ± 0.8 D	115 ± 9.3 ##	77.8 ± 3.6 D	97.1 ± 1.9 D	100.0 ± 0.0
80m	4.9 ± 0.7 D	4.9 ± 0.6 D	110 ± 10.9 #	80.1 ± 3.2 D	98.2 ± 1.6 # D	100.0 ± 0.0
60m	4.8 ± 0.5 D	4.7 ± 0.4 D	120 ± 11.4 #	81.6 ± 3.9 # D	98.0 ± 1.8 # D	100.0 ± 0.0
40m	4.9 ± 0.4 D	4.8 ± 0.6 D	130 ± 12.7 D	82.3 ± 3.5 # D	98.6 ± 2.0 # D	100.0 ± 0.0
20m	4.8 ± 0.6 D	4.8 ± 0.5 D	142 ± 11.2 D	84.0 ± 3.5 # D	98.4 ± 1.9 # D	100.0 ± 0.0
0m	4.7 ± 0.3 D	4.8 ± 0.6 D	144 ± 12.0 D	83.2 ± 3.3 # D	98.3 ± 1.8 # D	100.0 ± 0.0
出舱后						
2h post-dive	4.8 ± 0.5 D	4.8 ± 0.7 D	148 ± 12.5 D	84.1 ± 3.1 # D	98.5 ± 2.3 # D	100.0 ± 0.0

Saturation stage vs pre-dive * P<0.05 ** P<0.01; decompression stage vs pre-dive # P<0.05 ## P<0.01; decompression stage vs saturation stage D P<0.05 D D P<0.01.



在到达饱和深度 140 米 时，多数动态肺呼吸功能指标发生了明显的改变（表 1）。与潜水前对照值相比，MVV 下降了 41%（ $P < 0.01$ ），其降低的特征是以潮气量减低为主。到减压阶段，MVV 逐渐恢复。呼吸频率在各阶段均无明显改变。MVV 与呼吸气体的密度关系密切，并呈现显著的负相关，二者的相关方程为： $Y = 141.2 - 9.7x^2$ ，相关系数为 -0.924 （ $P < 0.01$ ）（图 1）。从呼吸方式上分析，最大呼吸流速（PEFR）和 V_{75} 与 MVV 的变化趋向一致。另外， V_{75} 、 V_{50} 和 V_{25} 的变化幅度明显不同，其变化程度大小在 140m 时分别降低 24.3%、18.7% 和 15.2%。减压结束后，上述各种指标均恢复到对照值水平。



图 1 MVV 与呼吸气体密度平方的相关关系（ g/L ）

三、出舱后体检与胸部 X 线检查。未见呼吸系统异常。

讨论

肺脏扩张的程度与其本身的顺应性和肺容量改变关系密切 [2]。肺容量的大小对气体交换有一定影响。在本次饱和潜水过程中，8 名潜水员静态肺容积指标没有发生显著性改变，在饱和停留阶段，出现轻微降低，但与饱和潜水前对照值差异不显著。

肺活量的改变是慢性肺型氧中毒的最灵敏指标 [3]。本研究发现，在饱和深度（140m）时，饱和停留开始阶段（巡回潜水前后），8 名潜水员肺活量有一定程度的下降（8.3%）。饱和停留后期（减压前 1h），肺活量恢复到正常水平。加压过程中，潜水员一直暴露在氧分压 $70 \pm 2kPa$ ，暴露总时间为 74min，根据 w_{tight} 公式计算，肺氧中毒单位为 35，没有达到肺型氧中毒的吸氧剂量。从整个加压和巡潜过程看，潜水员疲劳的可能性不大，现场观察也表明，潜水员精神体力状况良好，巡潜（2 或 1 次）后肺活量也无明显改变，因此，疲劳不应是肺活量下降的主要原因；呼吸气体密度增大可能是其原因之一，8 名潜水员均没有进行该深度的潜水历史，神经肌肉对高压环境的被动适应滞后可能导致肺活量降低。饱和深度暴露 24h 后，肺活量恢复到正常水平，说明该因素的可能性确实存在。但是产生肺活量降低的具体原因，本研究结果尚不能最后肯定。考虑到适应性的问题，在实施饱和潜水时，为避免这些因素对肺功能的影响，让潜水员在饱和深度适应一定时间，再进行潜水作业，而且在同一天内应尽量避免长时间作业，特别是在强体力作业时，更应缩短水下作业时间。

MVV 是反映肺通气潜力的最重要指标之一，在高压暴露过程中，受呼吸气体密度增加的影响，呼吸道阻力增大，必然会降低 [4]，本研究测定结果亦同。另外在氦氧潜水过程中，呼吸介质主要由氦气组成，而氦气的导热系数较大，可使呼吸道散热明显增加，温度较低的气体可反射性引起支气管的收缩，这也是造成肺通气阻力增大的一个因素。为了避免这种情况的发生，在大深度饱和潜水的 DCC 中舱温应维持在 $30 \pm 2^\circ C$ 水平，大于 150m 深的低水温中巡回潜水，必须将吸入气加热。

最大呼气流速容量曲线能反映一定肺容量条件下呼气流速与胸内压的相互关系。气流速度与压力差成正比，与气道阻力成反比。在高压环境中，呼吸气体密度增加，呼吸道阻力增大，可导致呼气流速减低。国外研究表明，高压下，呼吸肌力有所增强 [5]，这有利于提高呼气流速。本实验也观察到，反映气流速度的三个指标 V 75、V 50 和 V 25 均明显下降，并随深度增加呈现阻塞性改变。这说明，呼吸阻力的作用更加明显，或者由于饱和暴露时间较短，呼吸肌的增强效应还没有显示出来。

总之，从肺呼吸功能测定的结果看，本次实验的各种条件对潜水员并未构成对安全和工作能力的明显影响。

参考文献

- Vanliew HD: Mechanical and physical factors in long function during work in dense environment, Undersea Biomed Res, 1983,10:155-159.
- Thorsen E, Segadal K, Kambestad BK. Characteristics of the response to exercise in professional saturation divers. Undersea Biomed Res, 1991, 18:93-101.
- Lehnigk B, Jorres RA, Elliott DH, Holthaus J, Magnussen H. Effects of a single saturation dive on lung function and exercise performance. Int Arch Occup Environ Health. 1997;69:201-208.
- Ronnestad I, Thorsen E, Segadal K, Hope A. Bronchial response to breathing dry gas at 3.7 MPa ambient pressure. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1994, 69:32-35.
- Thorsen E, Segadal K, Kambestad BK.: Mechanisms of reduced pulmonary function after a saturation dive. Eur Respir J, 1994, 7:4-10

上两条同类新闻:

- 高压对免疫机能的影响
- 少钱可以买台小型遥控水下机器人 (ROV)?

|  打印本页 |  关闭窗口

Copyright: China Salvage Association

版权所有：中国航海学会救助打捞专业委员会 网站设计维护：友情链接：用心科技

