

新型硅橡胶耳塞隔声效果观察

海医系舰艇卫生教研室 高文元 徐飞 肖建平 姜玉芳 陈惠家

由于船舶动力的发展,机舱噪声比较强烈。据测定,一般在120分贝(A)左右,最高达135分贝⁽¹⁾。1971年国际标准组织提出的噪声卫生学标准为90分贝(A),每天少于八小时暴露⁽²⁾。1979年我国提出噪声卫生学标准为85分贝(A)。近年来许多学者认为真正的噪声安全标准应为80~85分贝(A)^(3,4,5)。强烈噪声除能损害听力外,还会造成神经、内分泌、消化、心血管系统的损害⁽⁶⁾,而这些损害主要是由外耳道经气导传入。

耳塞防护是防噪声损害重要而又经济方便的措施⁽⁷⁾。一个好的耳塞应同时具有隔声效果好和比较舒适的性能。目前国内耳塞都是模压制成的。这种由几个统一规格模压制成的耳塞由于其形状很难完全适合各人不相同的耳形,因而都存在着隔声值偏低和较长时间佩戴后感到不舒适等缺陷。

为了克服一般耳塞的共同缺点,我们在南京大学化学系协作下,研制了一种新型硅橡胶耳塞。这种耳塞改变了模压的传统制法。利用一种特制室温硫化硅橡胶在常温下能从胶体状态凝固成弹性体的特点,直接在使用者外耳道内灌铸制成。耳塞的形状大小完全适合使用者的耳形,从而有较高的隔声值和良好的舒适度。

新型硅橡胶耳塞为乳白色,呈一对鸡冠花形状,耳塞由伸入外耳道的头部和耳甲腔部两部分组成,外缘有柄,便于取出和带。带新型硅橡胶耳塞后并附有外加耳塞夹,耳塞能完整地封闭外耳道口和耳甲腔。我们也设计了全套新型硅橡胶耳塞制作器,可直接带此制作器到现场进行耳塞制作。

本文着重观察和分析新型硅橡胶耳塞隔声效果。

方 法

一、耳塞隔声值测试:

于佩戴新型硅橡胶耳塞前后测试气导听阈变化以测定耳塞隔声值。

测试对象为28名中青年。最小20岁,最大42岁,平均年龄23岁,外、中耳检查均正常。听力正常±10分贝以内。

在隔声室内进行测试。隔声室面积4平方米,双层结构隔声墙,厚30厘米,隔声室隔声量平均为60分贝。

测试仪器为国产DZ-1B型电子听力计,使用前由制造厂校准。测听频率为250、500、1K、2K、4K、6K、8K、(赫)用连续上升和衰减法来回三次,取中间值为听阈。

首先测听裸耳听阈,休息15分钟后测听佩戴耳塞后听阈。为避免固体传导和耳机压迫耳塞,耳机声源距离外耳道口3厘米。

二、人工耳测试:

用灌铸耳塞的NH-78RTV硅橡胶制成直径为0.8厘米,长为1.8厘米(近似耳塞隔声层厚度)的圆柱体,塞入人工耳定做套管,记录塞入前后二次人工耳接受的声强级,用二者之差表示硅橡胶圆柱体隔声值。

三、暂时性阈移(Temporary threshold shift₂,TTS₂)测试:

主要观察同样测试者裸耳和佩戴新型硅橡胶耳塞两次暴露相同噪声源后的暂时性阈移值。

甲组,为10名正常听力青年,(正常听力

曲线为±10分贝)，8平方米密闭室内中央置一标准噪声源，声强级105分贝(A)。首先测定被试者暴露前正常听力曲线，然后分别两次暴露上述噪声源(两次间隔半月以上)。一次裸耳暴露，一次带新型硅橡胶耳塞暴露，两次暴露时间各为二小时，被试者位置两次距离相同，在离开噪声源后2~5分钟内测完暴露后听力曲线。对照暴露前曲线，求得各频率暂时性阈移值。

乙组，为50名听力正常的青年工人，分别测定各自暴露前听力曲线，然后分别两次进行柴油机试车噪声暴露。暴露位置处声强级112分贝(A)。一次裸耳，一次带新型硅橡胶耳塞暴露(两次暴露间隔半月以上)，两次暴露时间各为1小时。在离开噪声源后2~5分钟内测完暴露后听力曲线，对照暴露前曲线求得各频率TTS₂值。

四、舒适度和工作影响情况调查：

舒适度调查对象为50名柴油机试车工，在气温为35C条件下连续八小时佩带新型硅橡胶耳塞。主观感觉为舒适、比较舒适、难受三级。

工作影响情况调查为10名机电工，佩带新型硅橡胶耳塞，在122分贝(A)的机舱内工作二小时，要求完成全部操作内容，主观评定分为影响、稍影响和不影响三级。

结 果

一、新型硅橡胶耳塞隔声值

隔声值测试分两种情况，即使用耳塞夹和不使用耳塞夹，56枚耳塞平均隔声值如表1。

表1 新型硅橡胶耳塞隔声值(分贝)

	频 率 (赫)						
	250	500	1000	2000	4000	6000	8000
不使用耳塞夹	21.3	24.5	28.1	31.1	38.3	40.2	48.2
使用耳塞夹	37.3	35.9	29.4	31.1	40.3	46.5	49.3

二、人工耳测试

人工耳测试硅橡胶圆柱体隔声值如表2。

表2 人工耳测试硅橡胶圆柱体隔声值(分贝)

	频 率 (赫)						
	250	500	1000	2000	4000	6000	8000
隔声值	14	16	44	51	42	63	57

三、暴露噪声后的暂时性阈移值

甲组10名测试者分别两次暴露105分贝(A)噪声源二小时后暂时性阈移平均值如表3。

表3 两次暴露105分贝(A)噪声源二小时后暂时性阈移值(分贝)

	频 率 (赫)						
	250	500	1000	2000	4000	8000	
裸耳	6.8	10.1	12.7	22.0	33.3	31.1	
带新型硅橡胶耳塞	1.0	1.1	1.3	1.0	0.6	2.0	

乙组50名测试者两次暴露112分贝(A)噪声源一小时后暂时性阈移平均值如表4。

表4 两次暴露112分贝(A)噪声源一小时后暂时性阈移值(分贝)

	频 率 (赫)						
	250	500	1000	2000	4000	8000	
裸耳	13	16	17	19	29	37	
带新型硅橡胶耳塞	4	4	5	5	3		

四、舒适度和工作影响情况

50名工人八小时佩带新型硅橡胶耳塞舒适度评定如表5。

表5 50人佩带耳塞的舒适度

总人数	舒 适	较 舒 适	难 受
50	20	26	4

10名机电工佩带新型硅橡胶耳塞二小时，能完成全部操作内容，能听到指挥铃声，均反映不影响工作。

讨 论

一、关于耳塞的隔声值和舒适度

从表 1 可以看出新型硅橡胶耳塞在不使用耳塞夹情况下, 平均隔声值为 21.3~48.2 分贝。使用耳塞夹后平均隔声值为 29.4~49.3 分贝, 其隔声值比较高, 超过国内现有耳塞隔声水平。尤其是这种耳塞对低频声隔声效果比一般耳塞好 (在使用耳塞夹后更为突出)。这对以中低频为主的机器噪声的防护来说, 有重要意义。人工耳测试也表明, 硅橡胶是一种良好的隔声材料。至于人工耳和人耳测试客主观值不完全符合, 可能由于在体积和质量上硅橡胶耳塞和硅橡胶圆柱体有差别, 以及人耳和人工耳对声音的敏感度不同的原因。从表 5 可看出, 在高温条件下, 长达八小时佩带耳塞大多数人有良好的舒适度。

这种灌铸制成的新型耳塞之所以具有较高的隔声值和良好的舒适度, 分析其原因有三个:

(一) 较好的密闭性 耳塞带后封闭外耳道口的密闭性与耳塞隔声值有着密切关系。1970 年 FOX⁽⁸⁾ 认为, 所有耳塞不管结构如何, 只要紧塞, 达到较好的封闭, 隔声值几乎相等。1967 年 Howard⁽⁹⁾ 比较了 16 名青年带 V-51 R 型耳塞和用自己手指、手掌等堵塞外耳道口的隔声值, 发现后者明显比 V-51 R 型耳塞隔声效果好, 他认为这是由于手指等密闭外耳道口性能好的缘故。我们在试验中发现, 同样一个模压耳塞不同使用者佩带 (造成密闭性好坏), 隔声值有时差 20 分贝。这说明模压耳塞不能使各个佩带者都达到良好密闭性。新型硅橡胶耳塞是在液体状态下在外耳道内成形的, 它能完全吻合地充满着具体人的具体外耳道, 成形后耳塞供本人佩带时, 耳塞能占居包括皮肤皱折在内的一切外耳道间隙, 因而能完整地密闭外耳道口, 在外加耳塞夹后, 由于弹夹的内压力作用, 更加强了密闭性。

(二) 良好的适应性 耳塞形状是否适合各人耳形, 是影响舒适度的重要因素之一。一般模压制成的耳塞在紧塞以后隔声值有所提

高, 但多数会带来疼痛和难受。这是由于和使用者耳形不相适应的耳塞紧塞以后, 在它的不适应部位发生集中压强, 使软组织较薄的外耳道皮肤产生疼痛。新型硅橡胶耳塞是一种软度较好的弹性体, 它的形状和大小完全适合使用者耳形, 在塞入外耳道后, 它对四壁皮肤产生均匀压强, 同时由于硅橡胶的良好软度能缓冲均匀压强, 所以长时间佩带, 多数人比较舒适。

(三) 较厚的隔声层 据质量定律, 耳塞隔声层的厚度与隔声效果也有明显关系。Von Gieke⁽¹⁰⁾ 曾证明, 将耳塞隔声层从 0.5 克增加至 3.5 克以加大厚度, 耳塞中低频隔声值会明显提高。1959 年 Thiessan⁽¹¹⁾ 也报导, 将耳塞或耳罩体积增大一倍。隔声值平均提高 6 分贝。事实证明, 在密闭性好的基础上, 适当增大耳塞隔声层厚度, 能提高隔声值。一般模压制成的耳塞由于受到与耳形不相适应的限制, 不能增加外耳道口的隔声层厚度。新型硅橡胶耳塞是按各人耳形塑制的。它既能增加了耳塞隔声层厚度, 特别是耳道口外耳甲腔部的厚度又能适应耳甲腔形状。佩带以后, 隔声层从耳甲腔一直延伸到外耳道内, 这是一般耳塞所不能做到的。

二、关于耳塞防护噪声的效果

Larry 和 Kryter 认为^(12, 13), 稳定噪声暴露后所产生的暂时性阈移为永久性听力损害 (PTS) 提供了资料。1973 年 Paul⁽¹⁴⁾ 在美国匹兹堡噪声座谈会上建议, 可用佩带耳塞暴露噪声后产生的暂时性阈移值大小来衡量耳塞防护噪声效果。

从表 3、4 可看出, 裸耳暴露 105 分贝 (A) 和 112 分贝 (A) 噪声后, 甲乙二组都产生了明显的暂时性阈移值 (甲组平均 20 分贝, 乙组平均 22 分贝, 高频部分达 37 分贝)。这说明暴露噪声后产生的暂时性失听是明显的, 听觉疲劳是严重的。但在带新型硅橡胶耳塞后, 同样的测试者, 同样的噪声源和同样的暴露时间, 产生的暂时性阈移值不明显 (甲组平均为 1.1 分贝, 乙组平均为 4 分贝, 高频部分达 5 分贝)。Kryter⁽¹⁵⁾ 认为, 在稳定噪声暴露情况下, 暂时

性阈移值在1K赫小于10分贝, 2K赫小于15分贝, 3K赫以上高频小于20分贝, 则将不会产生永久性听力损害。从甲乙二组佩带耳塞暴露噪声后产生暂时性阈移值来看, 是远远小于此值。因此, 可以推论, 佩带新型硅橡胶耳塞能有效地防护噪声性耳聋发生。

结 论

经测试表明, 新型硅橡胶耳塞有较高的隔声值, 较长时间佩带大多数人有良好的舒适度。它在强噪声环境下能有效地预防听觉疲劳, 明显的保护听力。新型硅橡胶耳塞是防护强噪声的良好防护用品。

参 考 文 献

1. 高文元: 国产33型潜艇五舱噪声测定及67名轮机兵噪声性耳聋调查。第二军医大学学术资料(2): 56, 1978.
2. Coheu L: The legal implications of the noise standards under the provisions of the occupational safety and health act of 1970. Proceeding of the symposium on noise industrial health foundation, Pittsburgh Pennsylvania 39, 1974.
3. Mastin RH and Gibson ES Occupational hearing loss between 85 and 90 dB (A). J occupational medicine 17 (1): 13-18, 1975.
4. Raymond. AY: Protocol of inter-industry noise study J occupational medicine 17 (12): 760, 1975.
5. Ward DW: Take a scientific look at the noise hazard. Occupational health and safety. 7/8. 32, 1976.
6. Wood M: Trade union view and role in hearing conservation program, Proceedings of the symposium on noise industrial health foundation. Pittsburgh Pennsylvania 3, 1974.
7. Sataloff J: Inter-industry noise study. proceedings of the symposium on noise industry health foundation Pittsburgh Pennsylvania 50, 1974.
8. Fox M: Medical aspects of the industrial noise problem. Indus med, (6) 19-22, 1970.
9. Holland JR and Howard H: Attenuation provided by fingers, palms, tragiAn dv-51 R. earplug. J Acoust soc Am 41(6) 1545, 1967.
10. Von-Gieke AM: personal protection, Noise control 2(1): 37, 1956.
11. Thiessan GJ: Ear defenders for noise protection, Aviation med 29 (10): 810, 1958.
12. Larry EH: Review of four new indices of susceptibility to noise-induced hearing loss, J, occupational medicine 19 (2): 116, 1977.
13. Kryter KD: Relation of noise measurement to temporary threshold shift in snowbiles users J Acoust soc AM 54 (5): 1223, 1973.
14. Paul S: Temporary threshold shift. Proceedings of symposium on noise. Indus health foundation Pittsburgh Pennsylvania. 54, 1974.
15. Kryter KD: Damage Risk criteria for steady-state noise J Acoust Soc AM 35, 777, 1963.

总后内分泌训练班和皮肤病训练班在我校举办

【本刊讯】受总后卫生部委托, 总后内分泌专科训练班第一期和皮肤病专科训练班第一期于1979年12月1日在我校开班。来自全军各军区的数十名学员, 绝大多数是具有多年临床实践经验的军医, 他们将通过10个月的系统学习, 进一步提高基础理论和专业知识水平。

这两个训练班都设有生物、化学、生化、生理等基础学科和有关临床学科的课程。除我

校有关的教研室的教授、讲师担任讲授外, 还聘请了上海市一些院校的专家、教授作专题讲座, 介绍国内外新的进展。

目前, 这两个训练班的遗传学、免疫学、生物化学、生理学和医用统计学等基础学科的课程已经结束, 正在进行专业课程教学。全体教、学员一再表示, 要共同办好这两个训练班, 为我军医学科学的现代化作出贡献。

(张国兆 郑茂荣)