DOI:10.16016/j.1000-5404.1985.03.002

爆震对豚鼠听觉诱发电位及耳蜗SDH、MDH的活性观察

翟所强 顾 瑞 何凌汉

（第三附属医院 耳鼻喉科）

提要 本实验采用听生理方法和耳蜗组织化学方法观察了爆震对豚鼠听力和耳蜗琥珀酸脱氢酶、苹果酸脱氢酶的影响。结果表明：（1）爆震使豚鼠耳蜗内琥珀酸脱氢酶、苹果酸脱氢酶活性下新；（2）爆震引起的听力学改变，与耳蜗内SDH、MDH活性呈负相关。如果是这样，那末，在考虑声损伤的防治时，就可以从维持上述两种酶的活性来看手；（3）若听力损失限制在40dB以内，因酶活性下降和听力损失是可逆的，故可避免战位人员的永久性听力损失；听力损失超过40dB，若无有效措施使酶的活性逆转，则会遗留永久性听力损失，治疗效果可能欠佳。

关键词 爆震性听器伤；耳蜗琥珀酸脱氢酶；耳蜗苹果酸脱氢酶

爆震性听器伤是武器发射噪声及冲击波所引起的严重的听器损伤。迄今为止，其致伤环节和损伤机理尚未完全探明，亦未见到爆震内耳伤酶的组织化学报告，为此，我们用电生理方法和组织化学方法，实验观察了爆震对豚鼠听力和耳蜗琥珀酸脱氢酶(SDH)、苹果酸脱氢酶（MDH）的影响，听力和酶变化的关系，以期为临床上防治爆震性聋提供一定的理论依据。

材料和方法

一、实验对象 选用耳廓反射正常，体重250g～350g健康杂种豚鼠55只，随机分为对照组和震后各时间组（8小时、24小时、48小时、8天、24天）共6组。

二、爆震源 由轻武器论证所提供56式冲锋枪及试验场地。豚鼠装入有分隔的环形铁丝鼠笼内，头朝向鼠笼中心，固定于铁架上，离地面高2m。环形鼠笼中心孔径16cm，枪管伸出鼠笼中心孔约15cm，单发5次，间隔时间1秒。压力波的测量用丹麦B.K公司的精密仪器。传感器一般正对压力波源，大致相当豚鼠在该位置上耳朵的水平。压力峰值在声级计上用峰值保持档直接读出，平均压力峰值167.5dB±0.9dB SPL。输入声级计的脉冲信号输至磁带记录仪，录下的信号再输至频谱分析仪，其频谱、脉宽显示在荧光屏上，由电平记录仪打印。能量主要集中在5000～6000HZ，平均脉宽1.587±0.055ms。

三、皮层诱发电位测试 （1）安放皮层电极[1]；（2）用7 S11-A型信息处理机（日本）；（3）豚鼠固定于铝制鼠盒内，测试时动物处于清醒状态。短声作为刺激声，滤波范围30HZ～150HZ，间隔时间125ms，扫描时间100ms；（4）皮层诱发电位于爆震前及爆震后8小时、24小时、48小时、8天、24天分别进行测定。

四、组化方法 （1）SDH按苏鸿禧方法[2]，MDH操作步骤同SDH，MDH作用液配制按Lojda1965年配方；（2）空白对照是分别将琥珀酸钠和苹果酸钠底物去掉，其余步骤同前；（3）组化评价标准：以内、外毛细胞内甲臜反应物颜色的深浅、颗粒的大小和多少以及细胞损伤的程度，将染色反应强度分为一，十，++，+++，++++五个等级（图1—5）。组化染色一，十，++，+++，

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

卌等级按0，1，2，3，4记分处理，再计算均值±标准误差，均数差别的显著性检验用t检验及F检验。

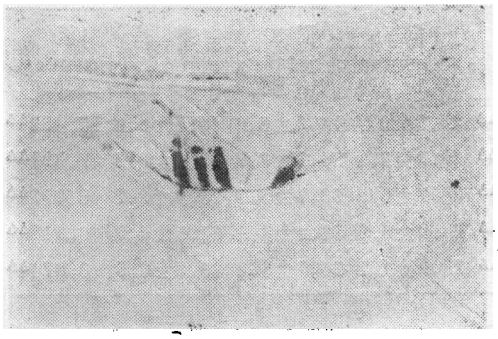


图 1

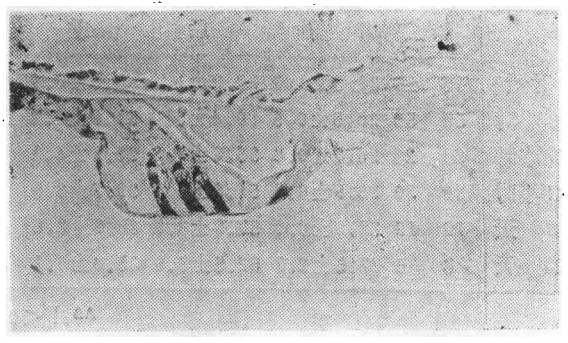


图 2

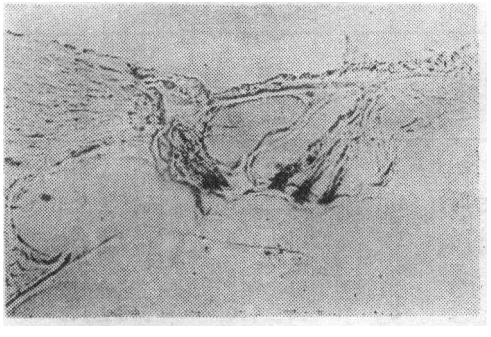


图 3

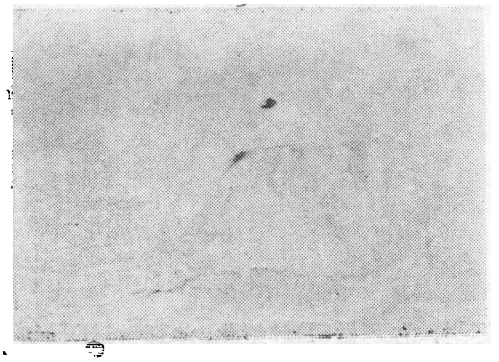


图 4

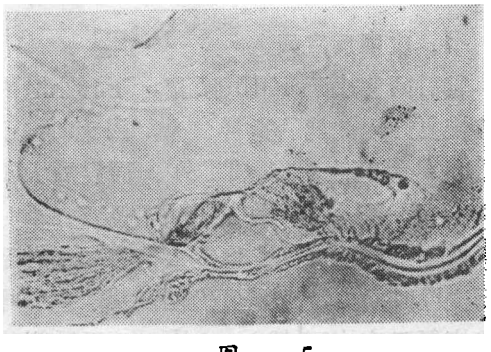


图 5

结 果

一、皮层反应阈测试结果

1．震后各组（8小时、24小时、48小时、8天、24天）的皮层反应阈与震前、对照组差异均非常显著（t检验和F检验，P均<0.01）（表1）。

2．震后阈移小于40dB豚鼠和大于40dB豚鼠恢复情况见图6。

二、耳蜗组织化学观察结果

震后8小时、48小时、8天、24天测定完皮层反应阈后，分别立即处死豚鼠，暴露

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1 各组豚鼠震前、震后各阶段皮层反应阈测试结果

组别	耳数 右	耳数 左	皮层反应阈 $\bar{X}\pm SE$ (dB) 右耳 前	右耳 后	右耳 差	右耳 t值	左耳 前	左耳 后	左耳 差	左耳 t值
对照	16	16	30.3±1.3	30.9±1.1	0.6±0.4	1.500	29.1±1.1	29.4±1.2	0.3±0.3	1.000
8小时	59	59	28.6±0.5	80.4±3.2	51.8±3.2	16.181$^{\Delta\Delta}$	28.5±0.7	74.9±3.0	46.4±3.0	15.452$^{\Delta\Delta}$
24小时	23	23	28.7±0.8	55.9±4.3	27.2±4.1	6.628$^{\Delta\Delta}$	28.3±1.1	54.2±3.7	25.9±3.5	7.391$^{\Delta\Delta}$
48小时	30	30	28.8±0.8	58.5±4.1	29.7±3.9	8.376$^{\Delta\Delta}$	28.7±0.9	53.7±3.7	25.0±3.7	6.757$^{\Delta\Delta}$
8 天	19	19	28.9±0.9	57.9±3.7	28.9±3.6	8.041$^{\Delta\Delta}$	28.9±0.9	53.4±3.9	24.5±4.0	6.118$^{\Delta\Delta}$
24 天	6	6	27.5±2.1	62.5±5.9	35.0±6.1	5.738$^{\Delta\Delta}$	28.3±1.7	54.1±5.8	25.8±6.5	3.974$^{\Delta\Delta}$

$^{\Delta\Delta}$,P<0.01

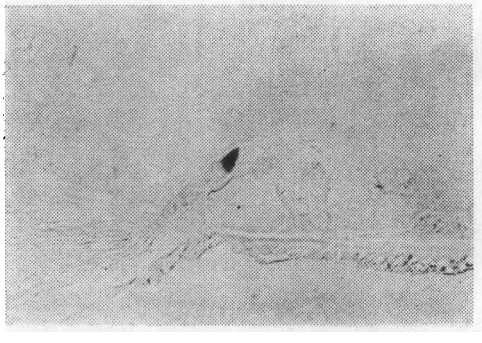


图 6

耳蜗，右耳做SDH组化，左耳做MDH组化，结果如下：

1. 对照组SDH 三排外毛细胞胞质内充满密集的蓝色的二甲臜颗粒沉淀，着色深，酶的活性呈强阳性（卌）。细胞核、前庭膜、基底膜、盖膜和支持细胞均无蓝色颗粒，酶活性呈阴性表现。（图1）

对照组MDH：内、外毛细胞内有蓝色颗粒，其分布同SDH，但其酶活性弱于SDH。（图2）。

2. 空白对照组 内、外毛细胞未见明显蓝色颗粒。（图5）。

3. 爆震组 (1)震后各组（8小时、48小时、8天、24天）耳蜗毛细胞内SDH、MDH活性下降（图3，4）。经统计学处理与对照组差异非常显著，SDH，F值=5.627，MDH F值=4.588 P均<0.01 (表2)。(2)震后阈移小于40dB豚鼠和大于40dB豚鼠SDH、MDH组化结果比较见表3。

表2 震后各组豚鼠毛细胞内SDH、MDH统计学处理结果

组别	耳数	$\bar{X}\pm SE$ (分) 右(SDH)	左(MDH)
对照	8	22.5±3.8	12.3±1.6
8小时	14	11.4±1.2	7.6±0.5
48小时	14	13.6±1.9	6.4±0.9
8 天	9$^{\Delta}$	9.7±1.6	5.6±1.5
24 天	6	8.5±1.0	6.5±1.6

$^{\Delta}$左(MDH)为7耳

讨 论

1. 皮层反应阈

震后阈移小于40dB豚鼠，于48小时内阈移恢复。因此能否这样认为，阈移小于40dB的是暂时性阈移（TTS）。而震后大于40dB豚鼠，48小时内恢复较快，但至48小时并未恢复至震前水平或稳定水平，48小时至8天这段时间内，听阈虽仍在恢复，但双耳阈移恢复程度均不超过10dB，8天后阈移值开始提高，至24天双耳提高均超过7 dB，这表明听力趋向恶化，为永久性阈移(PTS)的早期。

2. 爆震对豚鼠耳蜗内SDH、MDH活

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表3 震后8小时和48小时阈移小于40dB和大于dB豚鼠电生理及组化结果比较

组别	皮层反应阈阈移值$\bar{X}$±SE(dB)			SDH、MDH组化结果$\bar{X}$±SE（分）		
	≤40dB	>40dB	t值	≤40dB	>40dB	t值
右 耳						
8小时	22.9±4.9	63.6±6.3	5.048$^{\Delta\Delta}$	11.7±1.7	11.0±1.9	1.880$^{\Delta}$
48小时	0.8±0.8	30.6±5.1	4.984$^{\Delta\Delta}$	20.5±1.3	8.4±1.7	5.314$^{\Delta\Delta}$
左 耳						
8小时	20.6±4.8	70.8±3.5	7.946$^{\Delta\Delta}$	8.0±0.8	7.0±0.6	0.943
48小时	0.8±0.8	32.5±5.6	4.827$^{\Delta\Delta}$	7.7±1.9	5.5±0.9	1.163

$^{\Delta}$:P<0.05　　$^{\Delta\Delta}$:P<0.01

性的影响

爆震后见豚鼠耳蜗内SDH、MDH活性下降，与对照组差异非常显著（P<0.01）。SDH、MDH是有氧代谢过程中较重要的酶，它们是与能量代谢有密切关系的生化物质。由于爆震致使内耳的能量大量消耗，有氧代谢酶也大量消耗，所以，SDH、MDH活性下降[3]，这可能是爆震作用于耳蜗，使线粒体呼吸链有氧代谢酶的消耗和氧的损失而发生的[4]。

3．皮层反应阈与SDH、MDH活性的关系

（1）爆震后各组豚鼠的皮层反应阈与SDH、MDH活性的关系

爆震后各组豚鼠耳蜗内SDH、MDH活性下降愈显著，皮层反应阈阈移植升高愈明显，两者呈负相关（右耳r=−0.817，左耳r=−0.595）。说明在爆震时，由于内耳听功能明显地依赖于有氧能量代谢，有氧代谢酶SDH、MDH活性下降，有氧代谢障碍，使内耳听功能低下，皮层反应阈相应升高。

（2）TTS与SDH、MDH活性的关系

震后8小时阈移小于40dB豚鼠，耳蜗毛细胞内SDH、MDH活性下降，48小时SDH活性恢复，皮层反应阈亦恢复至震前水平，TTS与SDH活性呈负相关（r=−0.389）。这是因爆震使毛细胞内酶的部分耗损，毛细胞发生疲劳[5]，皮层反应阈值相应提高，经过48小时，酶的活性恢复，疲劳消失，因而，皮层反应阈又恢复正常。可是MDH，在48小时，虽然听力恢复至震前水平，但MDH活性却未完全恢复，这表明MDH活性恢复程度不及SDH，在恢复过程中，MDH活性与皮层反应阈的关系不如SDH那样密切，当然，或许有其它原因，尚待下一步实验探索。

（3）PTS与SDH、MDH活性的关系

震后8小时阈移大于40dB的豚鼠，于48小时，听力和酶的活性均未恢复，可能是损失大于40dB时，不仅仅酶的大量消耗，而且酶的作用部位线粒体结构的改变，而影响了酶活性的恢复。在PTS早期（8～24天），豚鼠耳蜗内SDH、MDH活性更趋下降，同时听阈上升，考虑到PTS与SDH、MDH活性可能有一定关系，但与酶的活性并不显著相关，因此，在PTS期，固然SDH、MDH活性下降是一原因，但不会是听阈上升的唯一原因。随着时间推移，酶的活性下降伴有毛细胞形态结构改变，皮层反应阈测定符合一退行性变的病理改变过程，8天后皮层反应阈开始提高。可见，PTS的病理机制更为复杂。由此可设想，抓紧于8天内的有利治疗时机，积极维持酶的活性或采取使酶活性逆转的措施或许有效，8天后由于酶的严重耗损，多伴有毛细胞结构的破坏，听力趋向恶化，向PTS进展，治疗效果可能欠

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

佳。但仅仅观察了24天，其后病变如何？有待再次实验研究。

（本实验在姜泗长教授的亲切指导下，在总院耳科实验室完成。得到苏鸿禧副研究员、汪堃仁教授、周廷冲教授的指教，承蒙顾洋德、杜秀芳帮助测量压力波的有关参量，总院数理室李晖审查统计学资料，一并致谢！）

参 考 文 献

1. 上海生理研究所听觉组：豚鼠测听的电生理技术。科研论文汇编 第四部分 1966—1975年，p271
2. 苏鸿禧等：耳蜗琥珀酸脱氢酶的组织化学观察。解剖学报 1980；11（1）：104
3. Thalmann R, et al: The influence of ischemia upon the energy reserves of inner ear tissues. Laryngoscope 1972; 82 (2) :2294
4. 苏鸿 等：噪声对耳蜗琥珀酸脱氢酶的影响。中华耳鼻咽喉科杂志 1982；17 (1) :10
5. Glorig A, et al: Observation on temporary threshold shifts resulting from noise exposure. Ann Otol Rhinol Laryngol 1958; 67,824

Effects of Explosion Sound Waves on Auditory Induced Potential & Cochlea SDH, MDH Activities in Guinea Pigs

Zhai Suoqiang, Gu Rui, He Linghan

(Department of Otorhinolaryngology, Third Teaching Hospital, Third Military Medical College)

This paper is to report the results of the experimental study on the effects of the explosion sound waves on the hearing power and the activities of succinic dehydrogenase (SDH) and malic dehydrogenase (MDH) of the cochlea tissues in guinea pigs. The alterations of the hearing power and the activities of the two enzymes were monitored with auditory physiological and histochemical methods respectively. The results of the experiment were as follows:

The activities of both SDH and MDH decreased significantly ($P<0.01$) after the impact of the explosion sound waves since it brought about a disturbance of the oxidation metabolism of the inner ear paricularly of the out hair cells of the first and second loops of the cochlea.

The severity of the hearing impairment after the sound impact was in positive correlation with the reduction of SHD and MDH activities. If the normal activities of the two enzymes can be preserved, then hearing power can be protected from being injured.

If the hearing impairment can be kept withing 40 dB, no permanent hearing loss will be resulted since the reduction of the SDH and MDH activities is reversible. If hearing impairment exceeds 40 dB and no effective measures are taken to reverse the lowered activities of the two enzymes, then therapeutic results would be disappointing and permanent hearing loss is most likely to occur.

key words : Impairment of auditory organs due to explosion sound waves; Succinic dehydrogenase(SDH) of the cochlea tissue; Malic dehydrogenase(MDH) of the cochlea

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net