DOI:10.16016/j.1000-5404.1990.02.012

军事医学

发泡镍对胸部冲击伤的防护效果

唐承功 王正国 杨志焕 冷华光 张清华 李晓炎 刘大维 尹友国（野战外科研究所）

金吉炎 翟步芳 何光辉（重庆仪表材料研究所）

提 要 本文介绍了一种新型发泡金属材料——发泡镍对冲击波的防护效应。以狗、豚鼠、大鼠作为实验对象，模拟激波管作致伤源，TNT炸药电雷管引爆后致伤。根据致伤后大体解剖及光、电镜观察所见的形态学变化，充分肯定了该材料对冲击波的防护效果。

关键词 冲击伤；防护；发泡镍

原发冲击伤最常见的损伤是含气脏器，如肺、心脏、胃肠道等。而肺则有冲击波的靶器官之称，故冲击伤的防护主要是肺。我们用电镀法制成的金属发泡镍[1]为防护材料，探索了该材料对冲击波的防护效果。

1 材料与方法

1.1 实验动物和分组

实验动物共61例，其中狗、豚鼠、大鼠分别为29、12、20只。实验分防护和单纯冲击伤对照两组。另有3只狗用一般防护材料即聚苯乙烯加海绵与发泡镍防护进行比较。各组动物分布情况见附表。

1.2 防护材料

以1 cm厚泡沫塑料为骨架，经煅烧镀镍后形成海绵状发泡镍，其孔径为0.1至数毫米之间，孔数26～35个/in，各孔互相贯通。比表面积为2500 m^2/m^3。

1.3 实验方法

将一层1 cm厚的发泡镍用断裂强力280kg的尼龙绸包裹，内衬1 cm厚的海绵，缚于防护狗的胸壁上。豚鼠、大鼠的防护则是将上述材料捆扎在笼壁四周。用一般防护材料作比较的实验方法是将2.5cm厚的聚苯乙烯内衬1 cm厚的海绵用尼龙绸包绕直接缚于狗的胸壁上。对照动物不用防护材料。所有实验动物均置笼内，右侧向爆心。以模拟激波管作致伤源，200g TNT炸药电雷管引爆致伤，并同时在动物布放点放置压阻式传感器作测速测压之用。

致伤后4～6 h静脉内注射3%戊巴比妥钠放血处死动物。常规行大体解剖和光镜、电镜观察。

2 结 果

2.1 现场情况

致伤后动物均有不同程度的抛掷，位移距离为2至5 m。有48只（78.7%）动物在致伤后出现呼吸急促、心率增快。现场死亡的动物大部分可见口鼻有血性泡沫液流出。防护和对照动物现场死亡数之比为3∶7。发泡镍有明显的笼壁压痕，部分可见撕裂甚或破碎。

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

2.2 大体解剖所见

现场死亡的10例动物中有8例（80%）可见气管及支气管内有粉红色血性泡沫液，解剖证实为极重度冲击伤。另有2例见细支气管内有吸入的异物，均为防护的豚鼠。所有实验动物均出现了程度不等的肺出血、水肿。部分动物尚可见一侧或双侧性肋间压痕。由表中可知，所有防护动物均未发生极重度肺损伤，对照动物仅有2例为轻度肺损伤。在超压峰值造成对照动物出现以重度和极重度为主的肺损伤时，防护动物多数在中度和重度损伤，部分甚至为轻度伤。在超压峰值造成对照动物出现以中度和重度为主的肺损伤时，防护动物多为轻度和中度伤。由此可见，防护动物的肺损伤程度比对照动物普遍要轻1至2级。根据伤情判定的半定量计分法对3组动物进行防护效果的显著性检验表明，大鼠和豚鼠组防护效果显著($P<0.05, P<0.01$)。对狗的防护效果也较好，虽然统计学上未达到显著性，但在与聚苯乙烯加海绵作防护比较时动物伤情明显减轻。

心脏出血的动物共11例，其中防护组6例，对照组5例，两组心脏损伤数大致相似。出血程度均为1至数个散在性点灶性出血，部位不定，可以发生在两侧心室内膜，也可以见于房室瓣及心包膜下。

附表 模拟激波管冲击伤对3种动物的影响

组别	动物数	肺损伤（例） 轻度	中度	重度	极重度	现场死亡(例)	ΔP (kPa)	正压作用时间(ms)	P值*
狗									
防护	16	4	5	7	0	1			
对照1	10	1	1	5	3	1	385	10～11	
Δ 对照2′	3	0	0	2	1	0			
豚鼠									
防护	6	3	3	0	0	2	186.1～	10～11	<0.05
对照	6	0	1	3	2	5	207.6		
大鼠									
防护	10	3	5	2	0	0	122.5	10～11	<0.01
对照	10	1	5	4	0	1			

〔注〕Δ：为聚苯乙烯加海绵作防护对照的动物。

*：参照首届全国创伤学术会议文献，按肺损伤半定量计分法计算。

2.3 组织学所见

光镜切片见主要病变为肺泡和间质出血、水肿，少数细支气管上皮脱落，内杂以纤维蛋白样物及红细胞。白细胞扣押以伤后6 h为甚。电镜观察见肺泡腔内有游离红细胞，微血管肿胀，偶见连续性破坏。中性白细胞附壁、脱颗粒。上述病变以对照动物更为广泛和明显。

3 讨论

自二次世界大战以来，人们对一次性强冲击波造成机体的危害有了认识和重视，虽然采取了一些相应的防护措施，但多限于简单的防护动作及工事、兵器防护。70年代初，王正国等[2]曾用石膏和塑料制品作过防护性能的比较，结果发现石膏筒保护胸腔脏器的作用明显优于塑料制品，可见是石膏筒限制了胸壁的运动，减少了胸腔位移的缘故。80年代中，有人[3]用人造革加泡沫塑料研制的热区炮手防震服，对多次、低强度冲击波的相对隔值达50%以上。Phillips[4]以Kevlar防弹背心用于冲击伤的防护，效果较差，有时甚至有加重伤情

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

的趋势。上述防护研究由于受材料的限制，对强冲击波的防护作用尚不够理想。本研究所选用的金属发泡镍是近年来正在兴起的一种功能材料[5]，其优点是重量轻，仅为同样体积金属的1/7至1/50，并保持了金属骨架的支撑作用；孔隙度高达98%，且有透气性好、吸音、不燃烧等特点。目前已广泛应用于建筑、机械、化工、电讯和污水处理等领域，对用于冲击波的防护，国内外尚未见有报导。本实验研究表明，金属发泡镍对冲击波的防护效果是肯定的，特别是对中、重度冲击伤有较好的防护作用，使原发冲击伤伤情减轻了1至2级，为冲击伤的救治提供了有利条件。此外，在一定程度上可减少动物的现场死亡率。其防护作用可能有以下几点：① 孔隙度高，能使动量在相互贯通的含空气的孔中迅速转移，达到所谓滤波效应。通过对橡皮泥和金属发泡镍的物理参数测试表明，橡皮泥因其结构致密、柔软，基本上没有空气介质传递能量的可能，而发泡镍则明显有衰减能量的作用。② 该材料有一定的硬度，构成了对胸壁的支撑力，形成对压力波的抵御作用，改变了冲击波的作用方式和时间，使动能不能直接迅速地作用于生物体，从而减轻了胸壁的位移而造成对胸腔内脏器的损伤。

该材料虽具有许多用途和优点，但因其成形性欠佳，穿着不适而影响了实用价值，如能在材料的柔韧性上作些改进，仍不失为一种较理想的冲击波防护材料。

参 考 文 献

1. 金吉炎。新型功能材料——发泡金属。仪表材料 1985；1(16)：47
2. 王正国。冲击伤。第一版，北京：人民军医社，1983
3. 炮兵装备技术研究所。热区炮兵掩盖工事炮手防震服研制技术总结 1986；6：35
4. Phillips YY, MD. Cloth ballistic vest alters response to blast presented at the fifth international symposium on wound ballastics Goteburg,Sweden June 1985
5. 西本達也。海绵状金属のつくり方。金属 1980；50(9)：20～23

(收稿：1989.06.03；修回：1989.10.20)

Studies on the Protecting Effect of the Foamy Metallic Nickel

Tang Chenggong,et al.(Research Institute of Surgery, Third Military Medical College)

A new material foamy metallic nickel is used to protect 58 animals from the blast injuries induced by 200g TNT explosion in the imitative shock tube. The animals are divided into 2 groups:the protection group and the blast injury group.The overpressure value varies from 122.5 to 385.0 kPa. All survivals are euthanatized after injury and injection of 3% sodium pentobarbital. The results show: the mortality in the protection group is lower than that in the control group(3:7). The severity of injury in the protection group attenuates by 1 or 2 grades.The mechanism involved in the protection may be that the spongy nickel is constructed by poly-gas holes and their supporting frames.

Key words: blast injuries/PC; protection; foamy metallic nickel

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