论著

文章编号:1000-5404(2009)01-0060-04

# 密闭舱室内冲击波作用下胸部动态响应规律的研究

康建毅[1,2], 彭承琳[1], 赖西南[2], 黄小龙[2], 赵兴虎[2] ([1]重庆大学生物工程学院,重庆 400044;[2]第三军医大学大坪医院野战外科研究所第六研究室,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室,重庆 400042)

**摘 要:目的** 探讨密闭舱室内大鼠胸部对不同大小爆炸冲击波的动力学响应过程,分析胸壁的粘弹性运动过程及其与伤情间的关系。**方法** 在密闭舱室内用不同当量的点爆源爆炸对大鼠致伤,采用REDLAKE-HE高速摄影机观察胸壁的运动情况,记录冲击波超压,分析大鼠损伤的伤情。**结果** 胸部变形量、胸壁向内最大速度与损伤严重程度指数ASⅡ有一定的相关性($r=0.967\ 78$, $P=0.032\ 22$; $r=0.968\ 81$, $P=0.031\ 19$)。胸壁运动对内部器官造成损伤机制主要是粘性损伤机制。**结论** 胸壁的变形运动过程是造成胸部损伤的关键因素之一。密闭舱室内胸壁向内最大速度与损伤严重程度指数ASⅡ有较好的相关关系,是预测冲击伤伤情的可靠参数。

**关键词:** 密闭舱室;胸部;高速摄影术;冲击波;动态响应

**中图法分类号:** R323.2; R363; R642 **文献标识码:** A

# Dynamic response of chest to blast wave in closed chamber in rats

KANG Jian-yi[1,2], PENG Cheng-lin[1], LAI Xi-nan[2], HUANG Xiao-long[2], ZHAO Xin-hu[2] ([1]College of Bioengineering, Chongqing University, Chongqing 400044; [2]State Key Laboratory of Trauma, Burns, and Combined Injury, Department 6, Institute of Surgery Research, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

**Abstract: Objective** To explore the dynamic response of rat chest wall to different blast waves and its relationship with the injury severity in closed chamber. **Methods** Different spherical explosives with different explosive energies equal to 80, 200, 400 or 600 mg TNT were used to produce blast waves to 4 groups of rats ($n=10$) respectively in a closed chamber. All rats were anesthetized and with their chest placed 11.5 cm from the detonator. A REDLAKE-HE high-speed camera was used to record the movement of chest wall and the overpressure of blast wave. The rat injury were analyzed with adjusted severity of injury index (ASⅡ) and light and electron microscopy. **Results** Chest deformation, and the highest speed of chest wall inward were correlated with ASⅡ ($r=0.967\ 78$, $P=0.032\ 22$; $r=0.968\ 81$, $P=0.031\ 19$). Thoracic organs injury due to inward motion of chest wall was viscous damage by blast wave. **Conclusion** The movement of chest wall appears to be one of the major factors causing the thoracic injuries. The highest speed of chest wall inward is well correlated with ASⅡ, and is a reliable parameter to indicate the shock injury severity.

**Key words:** closed chamber; chest wall; high-speed photography; blast wave; dynamic response

冲击伤是现代战争和平时爆炸事故中较为常见的伤类。国内外学者对开阔地的冲击伤作了大量系统的研究,在冲击伤损伤机制和战创伤救治方面取得了丰硕的成果[1,2],然而随着高科技在军事战争中的应用,作战人员的环境发生了改变,士兵往往在坦克、装甲车、舰艇、工事等密闭环境中从事战斗工作。研究表明这些环境下的冲击伤损伤规律与以往在开阔地的有所不同[3],与之相应的损伤机制在国内还少见研究报道。肺脏是冲击波的靶器官,因此研究密闭环境下复杂冲击波所造成的胸部损伤和胸部动态响应规律,对今后的战创伤救治、单兵防护、武器评估均具有重要的意义。

**基金项目:** 爆炸科学与技术国家重点实验室开放基金(KFJJ06-6);全军医学科研"十一五"专项课题(06Z034)

Supported by the Opening Funds of National Key Laboratory for Explosive Science and Technology (KFJJ06-6) and the Mandatory Scientific Research Project of the "Eleventh Five-year Plan" of PLA (06Z034)

**作者简介:** 康建毅,男,山西省太原市人,博士研究生,助理研究员,主要从事创伤弹道方面的研究。电话:(023)68757464, E-mail: kangcq@yahoo.com.cn

**通信作者:** 赖西南,电话:(023)68757463, E-mail: laixinan@sohu.com

**收稿日期:** 2008-05-21;**修回日期:** 2008-06-23

## 1 材料与方法

### 1.1 动物与致伤

实验采用模拟装甲运兵车模拟真实密闭环境,该运兵舱室

是根据人体和大鼠的体积比等比例缩小某型装甲运兵车,用 4 mm 厚度的钢板焊接而成。侧壁留有高速摄影观察口,舱顶留有照射光源入口。在舱室一侧安装有 4 个座位,用于固定动物。

实验采用雄性健康 SD 成年大鼠 40 只(第三军医大学大坪医院实验动物中心提供),体质量(175.0 ± 22.5) g,分为 4 组,每组 10 只。80 mg 舱内组:纸制 80 mg TNT 当量点爆源致伤;200 mg 舱内组:纸制 200 mg TNT 当量点爆源致伤;400 mg 舱内组:纸制 400 mg TNT 当量点爆源致伤;600 mg 舱内组:纸制 600 mg TNT 当量点爆源致伤;大鼠以 1.5% 戊巴比妥钠腹腔内注射麻醉,麻醉剂量为 30 mg/kg。麻醉状态下置于模拟装甲运兵车运兵舱室内,取坐姿固定于椅子上,双前肢后仰裸露胸部。分别起爆不同当量的点爆源致伤,点爆源距大鼠胸部 11.5 cm 处,爆炸后马上开启舱门通风。

用美国产 REDLAKE-HE 高速摄影机从高速摄影观察孔拍摄实验舱内的被测试大鼠,大鼠正面与高速摄影机呈 90°。大鼠胸部剔毛,在两侧第 5 肋骨中点处作标记,两只新闻摄影灯作为照射光源。试验中点爆源起爆后,用 1 000 f/s 的拍摄速度记录胸部的运动情况,采用 Motionprobe 和 Origin 7.0 软件对试验结果进行分析和处理。

将美国 Pcb 公司传感器(型号 113A31)固定在与炸药距大鼠胸部等同距离钢质圆柱上,传感面高度与大鼠胸部平齐,通过信号调理模块连接到 Wavebook/516A 数据采集系统。雷管起爆后,用数据采集系统记录密闭舱室内的超压,通过Origin 7.0 进行滤波和分析处理。

### 1.2　观察指标与计算方法

1.2.1　爆炸冲击波物理参数　　冲击波的压力峰值(kPa),持续时间(ms),比冲量(kPa · ms)和最大压力上升时间(ms)。

1.2.2　胸部动态响应参数　　胸壁的最大向外位移、最大向外速度、胸壁的最大向内速度、向内移动距离、持续时间等。

1.2.3　大体形态学观察　　伤后 24 h,以 1.5% 戊巴比妥钠(30 mg/kg)静脉麻醉后,股动脉放血处死,作大体形态学观察,重点观察胸腔脏器肺损伤的情况,按冲击伤病理诊断标准判定冲击伤伤情,并进行 ASⅡ创伤评分。

1.2.4　光镜和电镜观察　　大体形态学观察后,部分动物取肉眼正常与病理改变交界处的肺组织块,分别浸入 10% 甲醛和 3% 戊二醛溶液中,常规制片,进行光镜和透射电镜观察。

### 1.3　统计学方法

数值用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 Origin 7.0 行 $t$ 检验或单因素方差分析。

## 2　结果

### 2.1　测试的压力结果

衡量开阔地空气中爆炸冲击波对生物损伤的物理参数主要有峰值超压、最大压力上升时间、比冲量以及持续时间等。本次试验中在密闭舱室内起爆点爆源后,测点的多次试验平均数据如表 1 所示。可以看出随着爆炸当量增加,冲击波峰值超压升高,比冲量升高。但是每个冲击波波形上都叠加着从舱壁和舱顶反射的反射波,并不单纯的显示出理想冲击波的特性,波形如图 1 所示,因此造成冲击波损伤的物理因素不能只考虑峰值超压和比冲量。

**表 1　密闭舱室内不同爆源的能量输出**($n = 8$, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 峰值超压 ($p$/kPa) | 持续时间 ($t$/ms) | 最大压力上升时间($t$/ms) | 比冲量 (kPa · ms) |
|---|---|---|---|---|
| 80 mg 舱内组 | 110.138 ± 35.214 | 2.033 ± 0.208 | 0.017 ± 0.005 | 15.318 ± 2.132 |
| 200 mg 舱内组 | 244.243 ± 28.012[b] | 3.141 ± 2.733 | 0.025 ± 0.008 | 29.319 ± 5.889[b] |
| 400 mg 舱内组 | 633.216 ± 211.003[b] | 3.122 ± 1.082 | 0.022 ± 0.009 | 66.749 ± 16.677[b] |
| 600 mg 舱内组 | 868.013 ± 179.202[b] | 5.853 ± 3.529[a] | 0.025 ± 0.007 | 74.568 ± 10.801[b] |

a: $P < 0.05$, b: $P < 0.01$,与 80 mg 舱内组比较

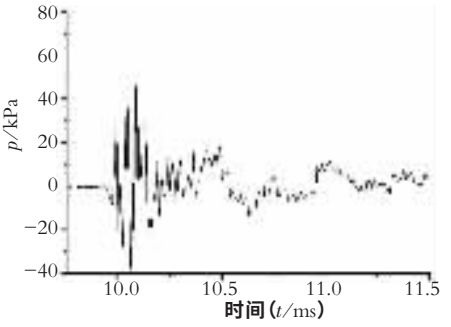
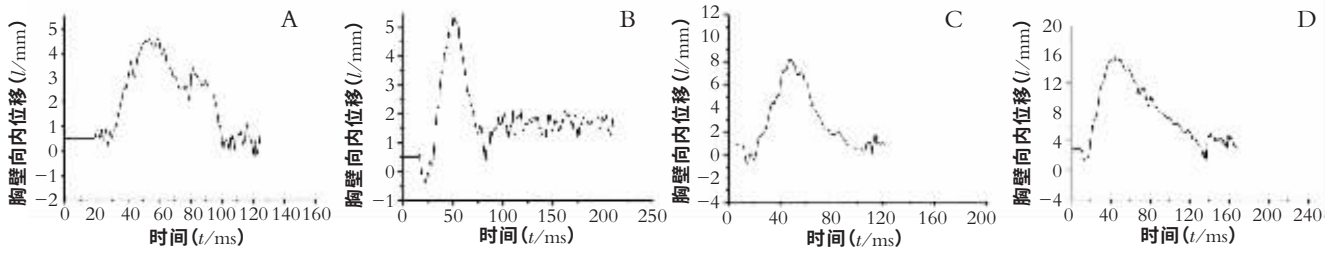



**图 1　80 mg 舱内组的超压**

### 2.2　胸部的动力学响应

图 2 为用 Motionprobe 软件处理高速摄影机拍摄相片得到的胸部动态响应图。从图 2B 可以看出炸药起爆后,胸壁首先向内压缩,持续时间为 12 ms,径向向内最大移动距离 0.9 mm,然后快速向外膨胀,到达最高处 4.6 mm 处,持续时间为 22 ms,紧接着向内压缩,持续时间为 30 ms,回到初始位置处。不同当量的炸药爆炸得到的不同变化的胸部动态响应曲线。随着爆炸药量的增大,最大径向移动距离也增加,当炸药药量从 80 mg 增加到 600 mg,最大径向移动距离从 3.7 mm 增加到 14.3 mm,向外移动速率从 0.132 1 m/s 增加到 0.565 8 m/s,向内移动速率也从 0.110 5 m/s 增加到 0.223 4 m/s,都未出现胸壁的振荡。结果见表 2。




A: 80 mg 舱内组; B: 200 mg 舱内组; C: 400 mg 舱内组; D: 600 mg 舱内组

**图 2　各组的胸部动态响应曲线**

**表 2 密闭容器内不同分组的胸部动态响应参数**($n=5$, $\bar{x}\pm s$)

| 组别 | 胸壁最大向外位移($l$/mm) | 向外移动速度($v$/m·s$^{-1}$) | 持续时间($t$/ms) | 胸壁最大向内位移($l$/mm) | 向内移动速度($v$/m·s$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 80 mg 舱内组 | 3.7±0.2 | 0.132 1±0.023 2 | 47±3 | 2.1±0.3 | 0.110 5±0.001 2 |
| 200 mg 舱内组 | 5.1±0.5$^b$ | 0.171 3±0.025 4 | 56±4$^b$ | 4.2±0.5$^b$ | 0.158 5±0.028 1$^a$ |
| 400 mg 舱内组 | 8.2±0.6$^b$ | 0.227 5±0.013 2$^b$ | 67±4$^b$ | 6.5±0.4$^b$ | 0.209 6±0.013 0$^b$ |
| 600 mg 舱内组 | 14.3±1.5$^b$ | 0.565 8±0.036 5$^b$ | 51±4 | 12.3±1.7$^b$ | 0.223 4±0.008 0$^b$ |

a: $P<0.05$, b: $P<0.01$ ,与 80 mg 舱内组比较

### 2.3 动物损伤情况

不同分组的大鼠随着爆炸当量的增加呈现出不同的损伤伤情,80 mg 舱内组只有个别肺部出现散在的针头大小的出血点。随着爆炸当量的增加,肺损伤程度也加剧,如 600 mg 舱内组出现弥漫性大片状出血,甚至肺破裂,并伴随着其他脏器器官的损伤,心脏也出现大片状出血和内膜出血,胃肠道浆膜下出血。光镜观察下,肺组织可见肺泡腔内有大量红细胞和炎细胞渗出以及少量液体渗出,有时可见肺不张和肺泡扩张。

用 ASⅡ创伤评分系统进行评分,结果如表 3 所示。

**表 3 大鼠冲击伤损伤评分表**($n=10$, $\bar{x}\pm s$)

| 组别 | 肺出血 | | | | | | 创伤 ASⅡ评分平均值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | − | ± | + | ++ | +++ | ++++ | |
| 80 mg 舱内组 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.200 0 |
| 200 mg 舱内组 | 0 | 1 | 8 | 1 | 0 | 0 | 1.142 8 |
| 400 mg 舱内组 | 0 | 0 | 2 | 6 | 2 | 0 | 2.333 3 |
| 600 mg 舱内组 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 3.500 0 |

−、±、+、++、+++、++++ 分别代表无伤、轻微伤、轻度、中度、重度和极重度损伤

### 2.4 胸部动力学响应的模型

胸部受到爆炸冲击波作用时,胸壁首先获得能量并发生变形运动。胸壁的异常变形运动不仅导致自身的损伤,还可将能量以应力波的形式向体内传播,引起胸腔脏器的损伤。下面我们通过大鼠胸部的一维动力学响应模型说明损伤过程。

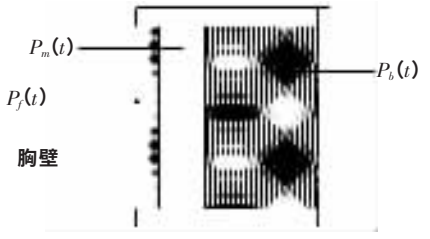



**图 3 一维动力学响应模型**

图 3 中,$P_f(t)$为冲击波负载, $P_b(t)$为肺由压缩产生的内压, $P_m(t)$为由于胸壁运动产生的压缩波。

该模型由肺脏和具有活塞功能的胸壁构成,主要考虑了作用在胸壁的外部载荷冲击波、肺脏体积压缩产生的内压,以及胸壁运动产生的压缩波。假定冲击波负载和胸壁的惯性起决定性因素,由肋骨产生的弹性变形和组织的粘弹阻尼特性对整个动力学运动起一个限定影响。

把肺脏看作是可压缩的物体,就可以建立冲击波负载与胸部运动的数学模型。

$$mdv=\left\{P_f(t)-p_0\left[1+\frac{1}{2}(\gamma-1)\frac{v}{c_0}\right]^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}}-\frac{p_0mx}{\rho_1 h}\right\}dt$$

式中 $p_0$、$\rho_0$和 $c_0$分别是肺内部的初始压力、密度、声速,$v$是胸壁的运动速度,$\gamma$ 是热容比,$x$ 是胸壁移动的距离, $m$ 是胸壁的质量, $\rho_1$是胸壁的密度,$h$ 是胸壁的厚度。

假定与声速相比,胸壁运动速度很小,为简化起见,运动胸腔内的反射波效应忽略不计,就可把以上的方程线形化,我们得到如下运动方程:

$$mdv=\left[P_f(t)-\rho_0c_0v-\frac{p_0mx}{\rho_1 h}\right]dt$$

求解一阶常系数微分方程,就得到了胸壁运动速度与外部冲击波载荷的关系:

$$v(t)=\exp\left(-\frac{\rho_0c_0t}{m}\right)+\frac{p_0xt}{\rho_1 h}+\int\frac{P_f(t)}{m}dt$$

从模型可以看出,胸壁运动速度主要是由 3 个因素决定:一是外部冲击波载荷的大小;二是胸壁运动产生的压缩波;三是肺脏等器官压缩所需要的内压。其中,外部冲击波载荷的大小和持续时间起决定作用。

## 3 讨论

冲击波可引起多种组织和器官损伤, 既往的研究表明含气组织对冲击波致伤更为敏感, 其中肺是冲击波致伤的靶器官, 损伤发生率高, 程度也最重。胸壁运动对内部器官造成损伤的机制主要是粘性损伤机制[4],粘性损伤机制主要由作用时间决定挤压损伤,当挤压快速发生时,被压缩的组织不能快速变形来减轻突然增加的流体静力压,而导致微动脉损伤。生物体具有重要的粘弹性体特征,其损伤程度与生物体获得载荷后变形的速度及变形幅度密切相关。生物体损伤的形式主要包括过度牵张和剪切作用,对传播速度较快的应力波来讲,组织损伤的形式则有不同,特别是肺组织,由于肺支气管、毛细气管、血管及肺泡间组织结构有很多差异,存在很多密度不均匀性,波的传递在密度相差悬殊的组织界面(如支气管表面)发生反射、折射过程,引起剥落效应,造成损伤[5]。另外,美国学者 Stuhmiller[6]用生物力学阐明胸部冲击伤的发生机制,认为机体对冲击波响应的物理过程包括 3 个阶段:①胸部表面对冲击波载荷的迅速响应, 朝向波源的体表受力最大;②器官变形和组织应力, 胸壁的迅速位移可造成局部肺组织压缩,又不能迅速将能量释放,使得肺组织产生应力;③组织应力和损伤。如胸膜表面、肺尖、朝向波源侧肋骨以及脊突和心脏周围发生应力集中[7,8]。

密闭舱室内压力曲线具有复杂冲击波的特征,即一系列振动反射波叠加在一个相对缓慢上升的超压冲击波,这是由于墙壁或者地面的反射具有不同频率的脉冲。通常密闭舱室内冲击波持续时间为几毫秒,而同样当量的点爆源开阔地爆炸持续时间不到 1 ms。如 80 mg 的点爆源在密闭舱室内爆炸后,11.5 cm 处测得的最大峰值压力为 110 kPa,持续时间为 2.033 3 ms,相同当量的点爆源在开阔地爆炸后,11.5 cm 处测得的最大峰值压力为 81 kPa,持续时间仅为0.5 ms,两者的波形不同,持续时间不同,比冲量也不同。

用 ASⅡ对动物的损伤(包括对肺脏的损伤,呼吸道、胃肠道和腹部器官)进行评分,分数范围从无损伤

的 0 分到致命性损伤的 4 分不等。随着密闭舱室爆炸冲击波峰值超压的升高,动物的损伤程度也增加,如当压力峰值从 110 kPa 增加到 868 kPa,大鼠损伤加重,创伤评分也从 0.2 增加到 3.5。但是评价密闭舱室内生物的损伤程度并不能靠峰值压力、持续时间等,这是因为复杂冲击波通常是由具有不同的频谱和密度叠加了几个缓慢上升的压力脉冲的多个冲击波形组成[3],不同频率和大小的爆炸冲击波对冲击伤贡献大小是不一样的,以往的冲击波损伤预测标准(如峰值超压、持续时间)主要是基于理想爆炸冲击波得出的,理想冲击波波形特点是压力瞬时上升到峰值,然后指数衰减到环境压力,是个简单脉冲波形,该波形和密闭舱室内复杂冲击波的压力波形并不一致。

肺是冲击波的靶器官,是最容易受伤的内脏器官,肺冲击伤是冲击波直接作用于胸壁的结果,理由如下:两肺脏损伤有一定的朝向性,即朝向爆心侧损伤重,反向侧损伤轻,未加防护的动物,肺损伤多在肺的表面处[9]。因此用胸壁速度作为判断损伤程度的指标是可行的。文献[10,11]报道胸部变形量、响应时间、胸部最大向内变形速度与损伤的关系不一致。本研究表明,胸部变形量、胸部最大向内变形速度与损伤评分 ASⅡ相关性较好($r=0.967\ 78$ ,$P=0.032\ 22$;$r=0.968\ 81$,$P=0.031\ 19$),响应时间与损伤评分 ASⅡ相关性较损伤评分 ASⅡ相关性较差($r=0.315\ 59$,$P=0.684\ 41$)。它们在预测损伤程度时,有着必然的相互依赖性,但是根据粘性损伤机制,作用时间决定挤压损伤程度,因此用胸壁速度作为衡量损伤伤情才是科学和可行的。

本研究建立了胸壁速度与创伤评分的数学模型,模型如下所示:

$$AS\text{Ⅱ}=(9.18\upsilon-0.463)^{2.63}$$

$$r^2=0.989\ 65$$

在密闭环境中复杂冲击波对大鼠作用的试验表明,损伤严重度指数 ASⅡ和向内最大胸壁速度有一个很好的相关关系。通过向内最大胸壁速度的测试,就可以计算大鼠的创伤评分,为今后的损伤评估从动物向人提供了科学的数据支撑。

**参考文献:**


[1] 刘荫秋, 王正国, 马玉媛. 创伤弹道学[M]. 北京:人民军医出版社, 1991: 152 - 153.

[2] 杨志焕, 狄凤桐, 王正国,等. 冲击伤的病理形态学改变[J]. 西南国防医药, 2003,13(3): 235 - 237.

[3] 康建毅,彭承琳,赵德春,等. 复杂冲击波的非听力损伤评估研究进展[J]. 爆炸与冲击, 2007, 27(5): 451 - 454.

[4] Grimal Q, Naili S, Watzky A. A high-frequency lung injury mechanism in blunt thoracic impact[J]. J Biomech, 2005, 38(6): 1247 - 1254.

[5] D'yachenko A I, Manyuhina O V. Modeling of weak blast wave propagation in the lung[J]. J Biomech, 2006, 39(11): 2113 - 2122.

[6] Stuhmiller J H. Biological response to blast overpressure: a summary of modeling[J]. Toxicology, 1997,121(1):91 - 103.

[7] Ho A M. A simple conceptual model of primary pulmonary blast injury [J]. Med Hypotheses, 2002, 59(5): 611 - 613.

[8] Bir C, Viano D, King A. Development of biomechanical response corridors of the thorax to blunt ballistic impacts[J]. J Biomech, 2004, 37(1): 73 - 79.

[9] 王正国. 原发冲击伤的发生机制[J]. 解放军医学杂志, 1995, 20(4): 316 - 317.

[10] 刘宝松, 王正国,翁格文,等. 胸部撞击时胸壁的动力学响应及心脏损伤[J]. 第三军医大学学报,1998, 20(5): 415 - 418.

[11] Viano D C, Lau I V, Asbury C, *et al*. Biomechanics of the human chest, abdomen, and pelvis in lateral impact[J]. Accid Anal Prev, 1989, 21(6): 553 - 574.


(编辑　王小寒)

## 我刊首次进入“中国百种杰出学术期刊”和首批“中国精品科技期刊”

2008 年 12 月 9 日,科技部中国科学技术信息研究所在北京举行了 2007 年度中国科技论文统计结果发布会,公布了我国 2007 年度科技论文统计和中国科技期刊评价结果。《第三军医大学学报》的计量指标有较大提升,首次进入“中国百种杰出学术期刊”,并被评为首批“中国精品科技期刊”。

2007 年度《第三军医大学学报》的被引频次为 2 177 次,影响因子为 0.439(核心版)和 0.593(扩展版),他引率为 0.79,扩散因子为 22.51,引用刊数 490 种,基金论文比为 0.42。

“中国百种杰出学术期刊”是由中国科技信息所根据中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)收录的 1 765 种统计源期刊的各项科学计量指标进行综合评定,遴选出的 100 种优秀期刊,包括各学科、各类型期刊。进入第七届"中国百种杰出学术期刊"的大学学报共有 9 种,其中医科大学学报(含综合性大学学报医学版)仅 2 种。进入第七届“中国百种杰出学术期刊”的大学学报分别是:《北京大学学报》(自然科学版)、《第四军医大学学报》、《第三军医大学学报》、《南京农业大学学报》、《清华大学学报》(自然科学版)、《东南大学学报》(自然科学版)、《西安交通大学学报》、《中国农业大学学报》、《中山大学学报》(自然科学版)。

国家科技部自 2000 年来,为提升中国科技期刊的整体水平,提出了打造精品科技期刊的概念,先后立项进行了“中国精品科技期刊战略研究”和“中国精品科技期刊服务与保障系统”2 个课题的研究。课题组由 2 位院士领衔,国家科技部、新闻出版总署、中宣部、卫生部、中国科协、国家自然科学基金委员会、教育部等科技期刊管理部门组成领导小组。按照精品科技期刊战略目标,根据目前我国学术期刊的发展状况,将精品科技期刊分为“国际化精品科技期刊”和“中国精品科技期刊”。“国际化精品科技期刊”是指有潜力冲击世界水平的、在国际上某一学科具有相对竞争优势和影响力的期刊;“中国精品科技期刊”是指在某一学科内质量和水平较高、在国内具有较高影响且具有一定发展潜力的科技期刊。中国精品科技期刊的遴选指标以定量指标(学术质量水平指标和国际竞争力指标)为主、定性指标(期刊可持续发展潜力指标)为辅。首批精品科技期刊由 23 种英文版中国国际化精品科技期刊和 300 种中国精品科技期刊组成。我校主(承)办科技期刊中,《第三军医大学学报》和《中华创伤杂志》被评为中国精品科技期刊。

(本刊编辑部)