文章编号:1000-5404(2007)17-1657-03

论著

兔正碰交通伤的实验研究

赵 辉,尹志勇,王正国,杨志焕,蒋建新,宁 心,李晓炎,陈海斌,杨光瑜 (第三军医大学大坪医院野战外科研究所第四研究室,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室,重庆 400042)

提 要:目的 研究家兔正碰交通伤的损伤机制和伤情特点。**方法** 30只家兔根据碰撞初速度不同分为3组,Ⅰ组(30 km/h),Ⅱ组(40 km/h),Ⅲ组(50 km/h)。以坐姿固定家兔于动物固定台车上,按预先设置速度和加速度启动动力牵引系统开始致伤过程。用激光测速系统和高速摄像系统测量和分析碰撞瞬间动物固定台车的速度和减速度。观察致伤后动物的伤情特点,对家兔作大体解剖并进行AIS-ISS评分。**结果** 伤后1 h内Ⅱ组死亡1只兔子,Ⅲ组死亡3只兔子,其余动物均存活。Ⅰ组未见明显脏器损伤,Ⅱ、Ⅲ组家兔损伤部位为胸腹部,AIS(MAIS)和ISS评分分别是(2.30±0.65)、(14.50±2.10)、(4.20±0.70)、(36.40±4.58)。**结论** 碰撞初速度和减速度对动物的伤情有影响,胸腹部是兔正碰交通伤的主要损伤部位。

关键词: 正碰;交通伤;速度;减速度
中图法分类号: R-332; R642 **文献标识码:** A

Study on traffic injury of front crash in rabbits

ZHAO Hui, YIN Zhi-yong, WANG Zheng-guo, YANG Zhi-huan, JIANG Jian-xin, NING Xin, LI Xiao-yan, CHEN Hai-bin, YANG Guang-yu (State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Department 4, Institute of Surgery Research, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To study the mechanism and characteristic of traffic injury of front crash. **Methods** Thirty rabbits were divided randomly into 3 groups according to crash velocity. The initial velocity of Group Ⅰ was 30 km/h, group Ⅱ 40 km/h, and group Ⅲ 50 km/h. The rabbits were fixed on the seats in a sitting position and the injury process were started by driving power system with the velocity and acceleration set primarily. The crashing velocity and deceleration were recorded by laser velocity measuring system and high speed camera system. The injury characteristics of rabbits were observed and then the AIS-ISS score was compared. **Results** During 1 hour after injury, all rabbits survived except one in group Ⅱ and three in group Ⅲ. No organ injury was found in group Ⅰ, but organ injuries in thorax and abdomen were found in group Ⅱ and Ⅲ. The score of AIS (MAIS) and ISS were (2.30±0.65), (14.50±2.10) in group Ⅱ and (4.20±0.70), (36.40±4.58) in group Ⅲ respectively. **Conclusion** The velocity and deceleration of crash have impact on the injury character of animal, and the main injury organs are the thorax and abdomen in traffic injury of front crash in rabbits.

Key words: front crash; traffic injury; velocity; deceleration

全球性城市化进程的加速和现代交通工具的高速发展,使交通事故成为严重威胁人类生命安全的"世界第一公害"[1,2]。由交通事故导致的交通伤主要是指人体与车体的某些部位或道路等结构间相互撞击引起的损伤。交通伤的发生受车祸发生形式、人员所处姿势、状态、位置等多种因素的影响,不同的致伤条件会导致不同的损伤类型和伤情。本研究拟在新建成的轨道式生物碰撞实验室基础上开展兔的正碰交通伤实验,以观察兔正碰交通伤的致伤方式以及研究其伤情特点。

1 材料与方法

1.1 实验动物与装置

实验动物:健康家兔30只,雌雄不拘,体质量(2.2±0.5)kg(大坪医院野战外科研究所实验动物中心)。动物一般情况良好,实验前禁食4 h,1.5%戊巴比妥钠行耳缘静脉麻醉(剂量30 mg/kg)。

基金项目:第三军医大学军事预研课题(2005)
Supported by the Military Preliminary Project of Third Military Medical University (2005)
作者简介:赵 辉(1977-),男,重庆市綦江县人,硕士,助理研究员,主要从事生物医学工程、交通和军事医学等方面的研究,发表论文8篇。电话:(023)68757436
通讯作者:尹志勇,电话:(023)68757885
收稿日期:2006-11-07;修回日期:2007-01-24

正碰致伤装置：在轨道式生物碰撞实验室基础上研制的适用于小动物的交通伤致伤平台[3]。

测试设备：测试设备包括测速系统和高速摄像系统[2]。

动物固定与分组：用自制无纺布束缚背心以坐姿固定家兔于小动物碰撞台车的座椅上，头颈、四肢自然外露，保持自然直立坐姿。按照不同的碰撞速度，将实验组动物平均分为3组，每组10只。Ⅰ组：正碰初速度30 km/h；Ⅱ组：正碰初速度40 km/h；Ⅲ组：正碰初速度50 km/h。

致伤过程：动力台车与动物固定小车紧靠在一起，两车质量相等，均为(30.00±0.50) kg。在发车控制室预设碰撞致伤参数即碰撞初速度和牵引加速度，动力牵引系统通过钢缆带动动力台车，设置吸能装置的吸能参数。准备就绪后启动动力牵引系统，动力台车在动力牵引系统的牵引下从在发车处开始推动动物固定台车加速向前运动，加速滑行70 m达到预设速度后，脱钩使动力台车与钢缆脱离连接，靠惯性自由滑行约10 m后正向碰撞液压吸能装置，直至停止。

1.2 伤情观察

1.2.1 动物存活情况观察 记录观察致伤后早期至4 h兔的意识状况、活动情况、生命体征等行为反应。

1.2.2 尸体解剖大体观察 死亡动物立刻解剖，存活动物观察4 h后行股动脉放血处死动物，进行大体解剖观察。

1.2.3 伤情评估 家兔交通伤伤情进行AIS(MAIS)和ISS评估。

1.3 统计学处理

所有数据均以 $\bar{x}\pm s$ 表示，采用SPSS 11.0统计软件，组间比较用 t 检验。

2 结果

2.1 致伤过程与致伤参数

动力台车推动动物固定台车加速过程中，兔的头部和躯干与座椅紧贴无明显位移，兔始终保持直立坐姿。碰撞瞬间台车迅速减速，胸腹部的无纺布固定背心断裂，兔的头、胸和腹部迅速向前运动，其胸腹部撞击模拟转向盘下缘，头部掠过模拟转向盘，然后兔由上自下划过模拟转向盘，在空中翻转，最后兔抛掷在1 m范围内的坚硬水泥地板上或牵引导轨内。

测量动物固定台车碰撞液压吸能装置即刻速度，运用运动图像分析技术计算分析台车减速度(表1)。

表1 正碰交通伤的致伤参数($n=10$, $\bar{x}\pm s$)

组别	碰撞速度(km/h)		碰撞减速度(g)		牵引加速度(g)	
	预设	实碰	最大减速度	平均减速度	最大加速度	平均加速度
Ⅰ	30	30.19±0.19	21.33±5.22	15.16±4.02	0.44±0.01	0.15±0.02
Ⅱ	40	40.33±0.12	39.26±7.14	24.18±10.11	0.45±0.01	0.14±0.01
Ⅲ	50	49.37±0.09	61.17±10.38	37.21±15.03	0.46±0.01	0.19±0.03

2.2 动物伤情实验结果

2.2.1 动物存活一般状况观察 伤后1 h内Ⅱ组死亡1只兔子，Ⅲ组死亡3只兔子。其余动物均存活，所有实验动物在实验后均出现心率、呼吸加快，无口、鼻出血和躁动。Ⅲ组兔子伤后血尿2只，1只兔子出现角弓反张(图1)。



图1 角弓反张

2.2.2 解剖大体观察 所有动物除掉入牵引轨道皮毛有刮伤外，其余体表未见损伤，3组动物的内脏损伤差别较大。Ⅰ组未见明显脏器损伤，仅见皮下组织沿无纺布固定背心固定走行方向有轻微出血。Ⅱ组主要见于胸腹部损伤，左右心室有大小不等的出血点，双肺可见点片状和斑块状出血(图2)；肝有多处大小不等出血区；脾脏、肾和肠胃无肉眼可见损伤，未见骨折。Ⅲ组伤情较重，兔胸腹腔可见50~80 ml积血，双肺广泛分布大小不一的肺水肿和肺大泡，出血区；胸腺可见点片状出血，肋骨骨折；肝脏破裂(图3)，腹背侧可见大小不等的撕裂伤，表面有凝血块；胰腺系膜出血，胰腺破裂；结肠破裂，溢出粪便若干(图4)；肾脏损伤仅见点状出血。

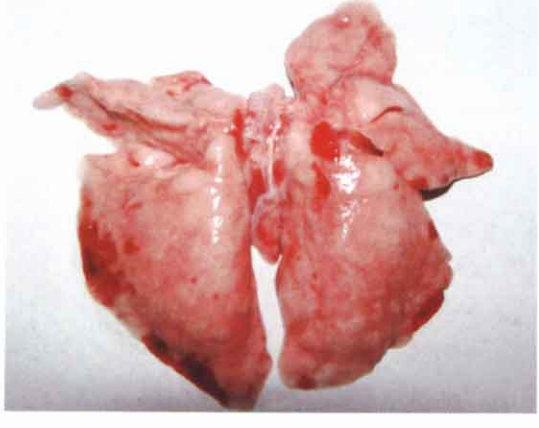


图2 肺出血

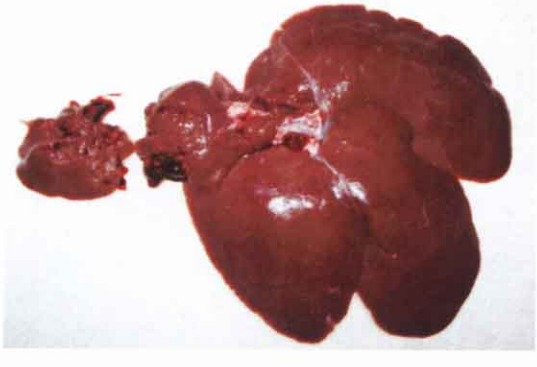


图3 肝脏破裂



图 4　结肠破裂

2.3　创伤评分

根据致伤后的家兔大体解剖观察，对兔伤情进行 AIS-ISS 评分（表 2）。

表 2　兔正碰交通伤 AIS-ISS 创伤评分（$n=10$，$\bar{x}\pm s$）

组别	损伤部位	MAIS	ISS
Ⅱ	心、肺、肝	2.30 ± 0.65	14.50 ± 2.10
Ⅲ	肺、胸腺、肝、肋骨、胰腺、结肠	4.20 ± 0.70[a]	36.40 ± 4.58[a]

a：$P<0.05$，与Ⅱ组比较。Ⅰ组解剖未发现明显脏器损伤，故未进行评分

3　讨论

王良馥等[4]对 302 例汽车驾驶员的损伤部位与碰撞类别研究发现，汽车正碰导致机动车驾驶员脏器损伤分布最广，伤情也最重，其中损伤常见部位分别是头、四肢和胸腹部。本研究也表明兔在交通伤致伤过程中胸腹部脏器是常见的损伤部位。汽车正碰时，机动车驾驶员头、胸腹部和四肢最容易受到伤害，其原因是汽车正碰时，通常在极短的时间内车体速度迅速减为零，驾驶员因惯性继续作用与车内物体继续碰撞，导致头、胸、腹、前臂、膝、小腿、踝等部位损伤，车内附属设施突起还会导致挤压伤[5]。虽然家兔在致伤过程中头部没有与台车发生碰撞，且家兔在大体解剖中未发现明显的脏器损伤，但是我们却发现了明显的角弓反张，提示神经系统的损伤也是存在的，只是对于神经系统损伤的判别方式还有待进一步完善。

Ropohl 等[6]指出正碰肇事速度只要达到 40 km/h 就会造成严重损伤。本实验以初速度 30 km/h 正碰液压吸能装置也未可见肉眼可见损伤；而初速度达到 40 km/h时，兔发生了多处脏器损伤；碰撞初速度达 50 km/h后，兔损伤部位也明显增多，且损伤程度明显更严重。从表 1 和 2 能看出，随着碰撞初速度的增大，碰撞减速度的最大值和均值也增大，碰撞程度更剧烈，这也是动物损伤程度更严重的原因，提示动物的损伤程度受碰撞初速度、碰撞减速度影响，但具体的量效关系还有待进一步研究。尽管 AIS 和 ISS 创伤评分一般用于创伤后伤员评分和大动物的交通伤损伤程度判断[7]，引入该评分来比较不同致伤参数导致的损伤程度，发现碰撞初速度和减速度对动物伤情有影响，且碰撞速度和减速度增大，动物的伤情加重，表明运用 AIS 和 ISS 评分来分析兔的正碰交通伤伤情特点还是有意义的。

实际交通事故中，当车体碰撞到一障碍物时称为第 1 次撞击（物与物的撞击）；接着是乘员与车体内部构件的碰撞，称为第 2 次撞击（人与物的撞击）；然后是体内组织器官与正在减速的骨骼间的碰撞，称为第 3 次撞击（人体内不同组织间的撞击）。对于乘员来说，主要是第 2 次撞击引起的损伤。本实验的高速摄像回放看出，第 1 次撞击是台车与吸能装置相撞，台车迅速减速；第 2 次撞击是兔胸腹部与静止台车车架即转向盘相撞，此时台车车体处于静止状态，碰撞初速度越高此撞击程度越剧烈，这可能是随正碰速度、减速度增高腹部脏器损伤更严重的主要原因；最后抛掷也可能导致二次损伤。

机动车乘员位置差异导致损伤力学特性不同而出现伤情特点不一致。未防护的车内前排乘员（假人）在车体被撞后，先是下半部向前抛掷，膝部可能碰到挡风玻璃上，腹部可撞击到驾驶盘下缘或操纵杆。本实验运用高速摄像回放，发现兔的胸腹部与模拟转向盘撞击是导致其胸腹部脏器出现严重损伤的原因，这与正碰交通事故中驾驶员的致伤方式和伤情特点基本是一致的。本研究将碰撞速度和减速度引入交通伤动物实验中，若能在台车上添加挡风玻璃和车内装饰及其附属设施，则较真实地模拟碰撞全过程是完全可行的。

参考文献：

[1] 王正国. 道路交通伤研究进展[J]. 中华创伤骨科杂志，2002，4(1)：2－5.

[2] 邱　俊，周继红，刘　东，等. 江西湖南死亡 30 人以上特大交通事故伤亡分析[J]. 第三军医大学学报，2005，27(16)：1712－1713.

[3] 赵　辉，尹志勇，王正国，等. 兔追尾交通伤的实验研究[J]. 创伤外科杂志，2006，8(3)：249－252.

[4] 王良馥，廖忠林. 302 例汽车驾驶员交通伤特点分析[J]. 中华创伤杂志，2000，16(7)：443－444.

[5] 王正国. 交通医学[M]. 天津：天津科学技术出版社，1997：126.

[6] Ropohl D，Buchloh S，Raule P. Injuries caused by frontal and side collisions[J]. Beitr Gerichtl Med，1989，47：221－228.

[7] van-Olden G D，Meeuwis J D，Bolhuis H W，*et al*. Advanced trauma life support study：quality of diagnostic and therapeutic procedures[J]. J Trauma，2004，57(2)：381－384.

（编辑　龙　亮）