

实验性肝脏撞击伤后家兔心肌收缩功能和动脉血气的变化

孙士锦 麻晓林 周学武 刘良明

【摘要】目的 探讨肝脏撞击伤对家兔心肌收缩功能和动脉血气的影响。**方法** 建立肝脏撞击伤动物模型,分别在伤前、伤后即刻、0.5、1、2 h 或死亡前测定家兔心肌收缩功能和动脉血气变化。**结果** 肝脏损伤后,心率(HR)、左室收缩压(LVSP)、左室内压最大变化速率($\pm dp/dt \max$)均显著下降,左室舒张末压(LVEDP)差异无显著性。伤后 pH 值降低, HCO_3^- 显著下降,细胞外液剩余碱(BE_ecf)负值逐渐增大,表现为渐进性代谢性酸中毒;动脉血二氧化碳分压($PaCO_2$)伤前与伤后差异无显著性,动脉血氧分压(PaO_2)逐渐降低,但伤后 0.5 h 及 1 h 与伤前比较差异无显著性。**结论** 肝脏撞击伤后,心肌收缩功能下降,酸碱平衡紊乱,表现为代谢性酸中毒。

【关键词】 肝脏; 撞击伤; 心肌收缩功能; 动脉血气; 家兔

Experimental study on changes in myocardial systolic function and arterial blood gases after impact injury to liver in rabbits SUN Shi-jin*, MA Xiao-lin, ZHOU Xue-wu, LIU Liang-ming. * The Center of War and Trauma, Research Institute of Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China

【Abstract】Objective To explore the effects of impact injury of liver on myocardial systolic function and arterial blood gases in rabbits. **Methods** A model of hepatic impact injury was reproduced in rabbits by hitting the xiphoid area with two falling steel balls. Myocardial systolic function and arterial blood gases were measured respectively before injury, immediately and 0.5, 1, 2 hours after injury, and before the death. **Results** After injury, heart rate (HR), left ventricular systolic pressure (LVSP), the maximum change rate of left ventricular pressure rise and fall ($\pm dp/dt \max$) descended significantly, while left ventricular end-diastolic pressure (LVEDP) showed no statistically significant change. At the same time, blood pH and HCO_3^- fell gradually, and negative base excess (BE_ecf) showed a significant increase, indicating metabolic acidosis gradually developed. There was no obvious significant difference in partial pressure of carbon dioxide in artery ($PaCO_2$) between the values before and after injury. Partial pressure of oxygen in artery (PaO_2) decreased gradually, but no significant differences were found between the values of 0.5 hour and 1 hour after injury and that before injury. **Conclusion** After hepatic impact injury, myocardial systolic function deteriorates, metabolic acidosis appears.

【Key words】 liver; impact injury; myocardial systolic function; arterial blood gas; rabbits

肝脏是结构和功能复杂的实质器官,因质脆、少弹性,很易发生损伤。以往的研究往往只关注于肝脏本身的损伤,而忽视了其他器官功能的变化;在临床救治中也常常忽视这些潜在的危险因素。本研究从心肌收缩功能和动脉血气两方面比较了肝脏撞击伤前后的不同变化特点。

1 材料与方法

1.1 主要仪器和设备:自制 BIM-V 型生物撞击机,由钢球、钢管、动物固定台、高度调节器等组成。Powerlab 多道生理记录仪(澳大利亚)及 Chart4 for windows 软件; i-STAT 临床血气分析仪(美国)。

基金项目:重庆市科研基金资助项目(8104)

作者单位:400042 重庆,第三军医大学大坪医院野战外科研究所创伤中心(孙士锦,麻晓林);研究所二室(周学武,刘良明)

作者简介:孙士锦(1974-),男(汉族),天津市人,医学硕士,医师,研究方向为创伤及多发伤的救治。

1.2 动物模型建立及心肌收缩功能和动脉血气测定^[1]:新西兰兔 12 只(由第三军医大学大坪医院实验动物中心提供),雌雄不限,体重 2.7~4.4 kg,平均 3.4 kg,随机编号为 1~12。动物用质量分数为 3% 的戊巴比妥钠(1 ml/kg)耳缘静脉注射麻醉后取仰卧位固定,右颈总动脉插管至左心室,接压力换能器,采用 Powerlab 多道生理记录仪记录心率(HR)、左室收缩压(LVSP)、左室舒张末压(LVEDP)以及左室内压最大变化速率($\pm dp/dt \max$)。然后将其固定于自制的 BIM-V 型生物撞击机下,采用两个重 362.8 g、直径 44.0 mm 的钢球自撞击机钢管 1 m 高处自由下落,造成动物上腹部剑突处撞击致伤。测定撞击伤前及伤后即刻、0.5、1、2 h 和(或)死亡前的心肌收缩功能指标,同时抽血检测撞击伤前及伤后 0.5、1、2 h 和(或)死亡前动脉血气分析。

1.3 模型损伤的伤情特点:检查损伤类型、特点、严

重度以及有无心、肺、胃肠道等脏器合并伤,照相留取资料,并参照有关脏器损伤分级标准进行定级。

1.4 统计学处理:应用 SPSS10.0 统计软件对数据进行统计学分析。所测数据以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,数据比较采用 *t* 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肝脏撞击伤后心肌收缩功能的变化(表 1):肝脏撞击伤后即刻动物 HR 较伤前显著减慢,0.5 h 后 HR 较伤后即刻有所恢复,与伤前比较差异无显著性,1 h 后 HR 又开始显著降低直至死亡前达到最低;LVSP 伤后即刻显著降低,0.5 h 后较伤后即刻有所恢复,但仍低于伤前水平,伤后 1 h 到死亡前较伤前降低显著;LVEDP 各时间点比较差异无统计学意义; $\pm dp/dt \max$ 伤后即刻较伤前显著降低,0.5 h 后较伤后即刻有所恢复,但仍明显低于伤前水平,伤后 1 h 到死亡前较伤前降低非常显著。

2.2 肝脏撞击伤后动脉血气分析的变化(表 2):肝脏撞击伤后 0.5 h 动脉血 pH 值出现小幅升高,而后逐渐降低,直到死亡前较伤前显著降低;动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)伤前与伤后变化差异无显著性;动脉血氧分压(PaO₂)逐渐降低,但伤后 0.5 h 及 1 h 与伤前比较差异无显著性;HCO₃⁻ 伤后显著下降,细胞外液剩余碱(BE_{ecf})负值逐渐增大。

2.3 动物模型肝损伤的伤情特点:损伤类型主要有肝脏单纯性裂伤、肝脏星芒状裂伤、肝实质广泛裂伤,腹腔内失血量约 40~180 ml。按 Moore 等^[2]的肝损伤分级标准分级:Ⅲ级 2 只(占 16.67%),Ⅳ级 3 只(占 25.00%),Ⅴ级 7 只(占 58.33%)。合并损伤:

①肺损伤:肺损伤的发生率为 100%(12/12 只),损伤的类型有肺实质散在的点、片状出血,以广泛挫伤为主,多为双侧同时损伤,一般分布在肺的中、下叶和肺门附近,部分动物发生肺弥漫性出血、血肿及肺裂伤;左右肺同时损伤 8 只,单纯右肺损伤 3 只,单纯左肺损伤 1 只;肺裂伤 4 只(2 只位于右肺下叶,1 只位于右肺中叶,1 只位于左肺下叶)。②心脏损伤:发生 2 只(占 16.67%),损伤类型为心脏肥大,心包膜下出血及心耳淤血。

3 讨论

研究已证实,创伤后会产生感染,呼吸功能障碍,肝、肾功能损害等情况,心脏功能也间接受到影响。有报道证实,多发创伤后第 5 d 起,心功能出现恶化;多发创伤者中,虽然心血管系统衰竭发生率位于肺功能衰竭、肝功能衰竭之后,但其病死率接近肺功能衰竭;而心-肺功能衰竭的病死率最高^[3,4]。

本实验中兔心肌收缩功能下降和创伤后失血性休克、组织低灌注、伤后机体的应激反应以及酸碱平衡紊乱密切相关。创伤后,无论是休克或是处在休克的代偿阶段,往往会出现酸中毒、氧自由基损害、能量不足、电解质紊乱以及细菌毒素作用等,其中酸中毒、氧自由基产生、能量不足在创伤早期就可能出现,而这些情况会导致心脏功能障碍。创伤后缺血、缺氧,有氧代谢障碍,无氧代谢增强,心肌内乳酸和丙酮酸大量产生和堆积,心肌收缩力减弱;缺血、缺氧又使血液再灌注障碍,氧自由基大量产生和堆积,造成心肌细胞膜、线粒体和其他细胞器的损害;心肌连续不断地收缩,消耗大量的能量,ATP 产生不足,能量供应减少,致心肌收缩无力。另外,伤后心肌细

表 1 肝脏撞击伤后动物心肌收缩功能的变化($\bar{x}\pm s, n=12$)

Table 1 Changes of myocardial systolic function after hepatic impact injury in rabbits($\bar{x}\pm s, n=12$)

| 时间 | HR(次/min) | LVSP(mm Hg) | LVEDP(mm Hg) | +dp/dt max(mm Hg) | -dp/dt max(mm Hg) |
|------------|-----------|---------------|--------------|-------------------|-------------------|
| 伤前 | 282±33 | 122.98±13.72 | -3.80±3.40 | 5 482±667 | -3 818±754 |
| 伤后即刻 | 260±34** | 91.48±26.53** | -4.34±6.13 | 3 368±958** | -2 480±865** |
| 伤后 0.5 h | 266±28 | 105.17±19.85* | -5.46±6.31 | 4 089±950** | -2 753±820** |
| 伤后 1 h | 253±25* | 88.59±18.40** | -3.78±3.55 | 3 581±956** | -2 166±525** |
| 伤后 2 h/死亡前 | 165±42** | 40.62±11.30** | -2.12±4.88 | 1 073±480** | -776±370** |

注:与伤前比较:* $P<0.05$,** $P<0.01$;1 mm Hg=0.133 kPa

表 2 肝脏撞击伤后动物动脉血气分析变化($\bar{x}\pm s, n=12$)

Table 2 Changes of arterial blood gas after hepatic impact injury in rabbits($\bar{x}\pm s, n=12$)

| 时间 | pH | PaCO ₂ (mm Hg) | PaO ₂ (mm Hg) | HCO ₃ ⁻ (mmol/L) | BE _{ecf} (mmol/L) |
|------------|--------------|---------------------------|--------------------------|--|----------------------------|
| 伤前 | 7.478±0.079 | 27.7±4.0 | 90±10 | 20.8±2.8 | -3.08±3.99 |
| 伤后 0.5 h | 7.489±0.116 | 25.2±8.7 | 85±24 | 18.6±3.3* | -4.67±4.64 |
| 伤后 1 h | 7.454±0.142 | 23.5±9.7 | 86±23 | 16.0±4.4** | -8.25±5.45* |
| 伤后 2 h/死亡前 | 7.318±0.204* | 21.6±14.4 | 59±21** | 10.4±4.8** | -16.00±6.34** |

注:与伤前比较:* $P<0.05$,** $P<0.01$

胞钙离子通道开放活动增加,钙内流增加,从而引起“钙超载”,使心肌细胞功能受损⁽⁵⁻⁸⁾。

分析肝脏撞击伤后兔心肌收缩功能和动脉血气的变化,结果表明,肝脏撞击伤后动物 LVSP、HR、 $\pm dp/dt \max$ 均显著降低,LVEDP 的变化差异无显著性。说明肝损伤后心脏虽然具有一定程度的代偿功能,但是这种代偿功能是有限的,随着受伤时间延长,出血量增多,心肌不能代偿,收缩功能显著下降,特别是伤后 1 h 成为心肌收缩功能由代偿转变为失代偿的转折点。

分析肝脏撞击伤后兔动脉血气的变化,结果表明,伤后短时间内 pH 值有所上升,可能与伤后动物呼吸频率加快,出现暂时的代偿性呼吸性碱中毒有关,但随着受伤时间的延长,pH 值变化呈现一种渐进性代谢性酸中毒趋势, HCO_3^- 伤后显著下降以及 BEecf 负值逐渐增大,也证实了这一点。 $PaCO_2$ 伤前与伤后值比较差异无显著性; PaO_2 逐渐降低,但伤后 0.5 h 及 1 h 与伤前比较差异均无显著性,说明 PaO_2 降低程度以及动物缺氧表现都与撞击伤后合并肺损伤的严重程度密切相关。也就是说,肺损伤相对较重, PaO_2 下降快,缺氧表现出现早;肺损伤相对较轻, PaO_2 下降就慢,缺氧表现出现迟。而 PaO_2 的下降可能提示预后不良。

结合心肌收缩功能和动脉血气的测定结果,可以推测,肝脏损伤早期心肌收缩功能改善,心排血量

增加,即增加了机体各组织的血液灌注量,改善组织的缺血、缺氧,可以减少并发症的发生,为中、后期救治建立起了良好的基础。由此看出:在对这类患者的急救早期,心、肺功能监测不容忽视。

参考文献:

- 1 周学武,胡德耀,刘良明.不同组方的高渗氯化钠-醋酸钠溶液对创伤失血性休克大鼠心肌收缩功能和动脉血气的影响[J].中国危重病急救医学,2001,13:358-361.
- 2 Moore E E, Cogbill T H, Jurkovich G J, et al. Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision)[J]. Trauma, 1995, 38: 323-324.
- 3 Marshall J C, Cook D J, Christon N V, et al. The multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of complex clinical outcome[J]. Crit Care Med, 1995, 23: 1638.
- 4 Gerd R, Martin G, Tobias W, et al. Pattern of organ failure following severe trauma[J]. World J Surg, 1996, 20: 422.
- 5 胡祖鹏,任达安.多发创伤患者无创心功能监测及意义[J].中国急救医学,2000,20:280-281.
- 6 Horton J W, White D J, Maass D, et al. Calcium antagonists improve cardiac mechanical performance after thermal trauma[J]. J Surg Res, 1999, 87: 39-50.
- 7 Chen Q, Camara A K S, An J, et al. Sevoflurane preconditioning before moderate hypothermic ischemia protects against cytosolic Ca^{2+} loading and myocardial damage in part via mitochondrial K_{ATP} channels[J]. Anesthesiology, 2002, 96: 912-920.
- 8 Wang L, Cherednichenko C, Herrander L, et al. Preconditioning limits mitochondrial Ca^{2+} during ischemia in rat hearts; role of K_{ATP} channels[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2001, 280: H2321-2328.

(收稿日期:2005-03-18 修回日期:2005-06-30)

(本文编辑:李银平)

• 读者 • 作者 • 编者 •

告读者:《中国危重病急救医学》杂志英文摘要写作要求

投《中国危重病急救医学》杂志文章的作者,书写英文摘要时请按照如下要求:

- 1 **总体要求:**中、英文摘要内容一致,英文摘要可略详于中文摘要。英文摘要实词以 250 个左右为宜。
- 2 **文题:**①文题为短语形式,可以为疑问句,但不能是陈述句和否定句。②用词宜少,以 10~15 个词为宜。③少用或不用冠词。④尽量避免多个“of”连用。
- 3 **作者姓名及单位:**①用汉语拼音写出全部作者的姓名。②翻译全部作者的作者单位,按照“科室,医院,单位所在市、邮编、所在省,China”的顺序书写。有通讯作者时要以“Corresponding author:”开头,译出通讯作者的“姓名,单位,单位所在市、邮编、所在省,China”。
- 4 **正文:**①采用报道性文摘形式,按照“Objective”、“Methods”、“Results”、“Conclusion”的顺序撰写英文摘要。其中,“Objective”要使用“To”开头的不定式短语形式,而“Methods”、“Results”和“Conclusion”均使用陈述句形式。尽量使用短句子。②不使用第一人称“I”、“we”等。③“Methods”、“Results”用过去时,“Conclusion”用一般现在时。④英文缩写第一次出现时要注明英文全称,其后括号内注明缩写,如 interleukin-8 (IL-8)。⑤中药材译名用英文;中成药药名用汉语拼音;方剂的剂型用英文,并在英文后用括号加注中文。例如:Shenmai injection(参麦注射液)。⑥中医证型的英译文后以括号注明中文,例如:deficiency both of Yin and Yang(阴阳两虚)。
- 5 **关键词:**中、英文顺序一致,不能使用英文缩写。

(本刊编辑部)