DOI:10.16016/j.1000-5404.1993.06.013

放射损伤、烧伤和放烧复合伤心功能的早期改变

邹仲敏 陈宗荣 刘晓宏 (第三军医大学卫防系防原教研室) 630038

提 要 采用离体工作心脏装置(isolated working heart preparation,IWHP)研究放烧复合伤对心脏功能的影响。实验大鼠分成对照组(C)、烧伤组(B)、放射损伤组(R)和放烧复合伤组(RB)。经^{60}Co γ线照射和/或5KW溴钨灯光辐射致放射伤和/或30% TBSA Ⅱ度烧伤,伤后不补液、测定伤后1、3、8、16和24 h离体灌流心脏的LVSP、±dp/dt*max*、CO、HR、CF和AP,并计算心脏干湿重比Rw。RB组LVSP、±dp/dt*max*、CO和AP,伤后8h降低最为明显($P<0.05$),分别为C组的79.8%、63.7%、59.4%、88.0%,且均较B组下降为轻,较R组重。CF和Rw无明显组间差异。结果提示:放烧复合伤早期已有心肌固有收缩能力(intrinsic contractility)的抑制,该抑制作用在伤后24 h时内表现为加重-恢复过程,且抑制程度较单烧伤为轻。

关键词 放烧复合伤*;心肌收缩/放射效应;心脏;大鼠

分类号 R818.82

直到本世纪60年代,心脏才被认为并非是放射不敏感器官,遂使心脏成为核损伤防治中的重点保护器官之一[1],但目前尚未见对放烧复合伤早期的心功能改变的研究报告。本实验用IWHP研究放烧复合伤后,大鼠心功能的改变,同时与烧伤和放射损伤进行比较,以期对放烧复合伤的特点有一初步认识。

1 材料与方法

健康雄性Wistar大鼠,体重200±20g,由本校动物中心提供。采用本室建立的致伤方法,经^{60}Co γ射线6Gy全身一次照射,剂量率为170m Gy·min^{-1},造成放射损伤(R)($n=40$);5KW溴钨灯光辐射致大鼠背部30% TBSA Ⅱ度烧伤(B)($n=40$);复合伤(RB)($n=32$)致伤同前,照射以后30min内完成烧伤。对照组(C)($n=16$)仅背部剪毛。所有动物致伤后均不救治,饮食条件如常。

灌流技术参照李靖等[2]所述进行,取逆灌压5.87kPa,前负荷0.98kPa,后负荷5.87kPa。分别经心尖穿刺和主动脉插管侧管引导LVSP和AP,并在二道生理记录仪上记录。LVSP经微分器微分后,同步记录±dp/dt*max*。

数据结果用$\bar{x}\pm s$表示,用PDA-2程序进行单因素方差分析,以$P\leqslant 0.05$作为统计学意义显著。

2 结果

2.1 左室收缩压(LVSP)

B组各时相点明显低于C组值(8.63kPa)($P<0.05$),以8h点(8-hr,下同)为最低,是C组的68.0%,24-hr仍未恢复。RB组有下降趋势,但仅8-hr有统计学意义($P<0.05$)。R组无明显变化。各时相RB组的LVSP下降明显小于B组($P<0.05$)(表1)。

表1 伤后左室收缩压的变化 (kPa)

Tab 1 Changes of LVSP (kPa) after injury

	1 h	3 h	8 h	16 h	24 h
B	7.08±0.46※	6.75±1.13※	5.88±0.58※	6.80±0.77※	7.10±1.09※
R	8.55±0.52+	8.40±0.95+	8.35±0.96+	8.00±0.56+	8.95±0.89+
RB	8.25±0.64+	7.85±0.65+	6.89±0.60※+	7.80±0.13+	

control=8.63±0.85; ※: *vs* C, $P<0.05$; +: *vs* B, $P<0.05$

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

2.2 最大正相左室内压变化率(+dp/dt*max*)

C 组值为148.8kPa·sec^{-1}。B 组各时相点，均显著低于C组($P<0.05$)，8h最低，仅为C组的63.1%，之后逐渐恢复，但24 h 仍明显低于对照值。RB 组3、8 h 明显低于 C 组($P<0.05$)，8 h 仅为 C 组的63.7%，16 h 恢复正常水平，其中 RB 组1、16 h +dp/dt*max* 的下降程度明显比 B 组小($P<0.05$)。R 组8、16 h 明显低于 C 组($P<0.05$)(表2)。

表2 伤后最大正相左室内压变化率的改变 (kPa·sec^{-1})

Tab 2 Changes of +dp/dt*max* (kPa·sec^{-1}) after injury

	1 h	3 h	8 h	16 h	24 h
B	119.1±12.0※	102.8±17.6※	93.8±7.40※	113.8±10.2※	124.0±13.5※
R	140.8±12.4+	148.3±23.7+	129.7±20.5※+	128.8± 9.3※	120.8±72.3+
RB	136.7±13.8+	123.9±29.2※	95.2±11.3※	144.3±24.6+	

control=148.8±21.7；※：*vs* C，$P<0.05$；+：*vs* B，$P<0.05$

2.3 最大负相左室内压变化率(−dp/dt*max*)

B 组各时相点均明显低于 C 组值(114.6kPa·sec^{-1})($P<0.05$)，8 h 最低，是 C 组的56.1%，24 h 仍未恢复。RB 组除16 h 外，其他时相点均低于 C 组($P<0.05$)，8 h 最低，为 C 组的59.4%，RB 组仅1 h −dp/dt*max* 的下降较 B 组为小($P<0.05$)。R 组8、16 h 低于 C 组($P<0.05$)(表3)。

表3 伤后最大负相左室内压变化率的改变 (kPa·sec^{-1})

Tab 3 Changes of −dp/dt*max* (kPa·sec^{-1}) after injury

	1 h	3 h	8 h	16 h	24 h
B	87.8±10.3※	77.4±14.9※	64.3±10.5※	87.4±12.0※	85.0± 7.70※
R	106.4±14.8+	118.3±20.0+	97.0±21.9※+	94.2±14.3※	113.8±17.2+
RB	109.2±11.2+	87.2±20.1※	68.0± 9.2※	90.8±17.4※	

control=114.6±20.3；※：*vs* C，$P<0.05$；+：*vs* B，$P<0.05$

2.4 心输出量(CO)

B组除24h外其他时相点均低于C组值(84.27 ml·min^{-1}·g^{-1})($P<0.05$)，8 h 最低，仅为 C 组的49.4%，RB 组8 h 显著低于 C 组($P<0.05$)，是 C 组的54.2%。RB 组除8 h 外，均较 B 组下降为小($P<0.05$)。R 组未见显著下降($P>0.05$)(表4)。

表4 伤后心输出量的改变 (ml·min^{-1}·g^{-1})

Tab 4 Changes of CO (ml·min^{-1}·g^{-1}) after injury

	1 h	3 h	8 h	16 h	24 h
B	76.98±7.27※	52.60±4.71※	41.65±4.22※	66.10±6.88※	80.39±6.02
R	87.33±5.07+	87.29±4.83+	81.34±3.83+	81.76±4.49+	84.01±4.29
RB	83.90±3.48+	79.55±4.45+	45.66±6.06※	80.93±5.48+	

control=84.27±7.04；※：*vs* C，$P<0.05$；+：*vs* B，$P<0.05$

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

2.5 主动脉压(AP)

B 组各时相点明显低于 C 组($P<0.05$),8 h 最低,是 C 组的71.4%。RB 组虽有降低,但仅8 h 有统计学意义($P<0.05$),且 RB 组除16 h 外各时相点下降程度小于 B 组($P<0.05$)。R 组与 C 组无显著差异($P>0.05$)(表5)。

表5 伤后主动脉压的改变 (kPa)

Tab 5 Changes of AP(kPa) after injury

	1 h	3 h	8 h	16 h	24 h
B	6.78±0.61※	6.51±1.04※	5.48±0.73※	6.30±0.70※	6.65±0.51※
R	8.03±0.32+	7.70±0.81+	7.75±1.02+	7.75±0.62+	8.53±0.54
RB	7.78±0.83+	7.70±0.69+	6.76±0.54※-	6.89±0.91	

control=7.68±1.06; ※: *vs* C, $P<0.05$; +: *vs* B, $P<0.05$

2.6 心率(HR)

除 R 组8、16 h 明显低于 C 组外($P<0.05$),其它各组各时相点 HR 下降均未达统计学意义水平($P>0.05$)(表6)。

表6 伤后心率的改变 ($n\cdot min^{-1}$)

Tab 6 Changes of HR ($n\cdot min^{-1}$) after injury

	1 h	3 h	8 h	16 h	24 h
B	173.6±14.2	193.3±32.8	179.1±35.1	179.3±15.9	197.9±39.3
R	182.9±34.5	190.4±37.3	166.0±15.3※	172.6±27.5※	181.0±38.5
RB	193.1±45.0	187.6±31.4	190.4±36.0	200.4±43.0	

control=211.8±32.9; ※: *vs* C, $P<0.05$

2.7 冠脉流量(CF)和心肌干湿重比(Rw)

C 组 CF 和 Rw 分别为 35.5 $ml\cdot min^{-1}\cdot g^{-1}$ 和 20.0%,其它各组各时相点与 C 组无显著差异($P>0.05$)(数据略)。

3 讨论

心肌固有收缩能力指心肌固有的产生收缩的能力,从分子水平上看就是精密的收缩复合体的数量和产生张力的能力,以及在收缩蛋白和 ATP 的周期性作用过程中能量的最大释放率。IWHP 被认为是排除了前后负荷、神经体液等在体因素影响的,可以反映心肌固有收缩能力的实验方法。

本实验结果显示 Rw 无组间差异,排除了晶体灌流液可能造成的心肌水肿对组间实验结果的影响。各组 CF 相近,说明冠脉供能供氧条件良好,在此基础上比较各伤类的心肌收缩能力的改变,其结果是可信的。我们观察到 B 组和 RB 组伤后早期即有心功能的抑制,表现为 LVSP、$\pm dp/dtmax$、CO 和 AP 的一致性下降,伤后8 h 最为严重,之后有不同程度的恢复。值得注意的是 RB 组各指标的下降程度均较 B 组为小,提示放烧复合伤早期心肌固有收缩能力的抑制轻于烧伤,其机制有待研究;但 B 组和 RB 组间指标变化趋势相似,且明显异于 R 组,说明在本实验致伤条件下,放烧复合伤早期心肌固有收缩能力的抑制主要由烧伤所决定。R 组 HR 在8和16 h 明显低于对照组,且与其 $\pm dp/dtmax$ 的下降在时相上同步。比较后发现其 HR 下降约22%,$\pm dp/dtmax$ 下降约14%~18%,考虑到 $\pm dp/dtmax$ 受 HR 的影响较大,可以

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

推测 R 组±dp/dt*max* 的下降主要由 HR 的下降所引起，而非心肌固有收缩能力的抑制。

RB 组动物死亡明显较 B 组多（数据略）。这与已有报告相符[3]。虽然 RB 组心肌收缩力抑制程度较 B 组轻，但其整体伤情和结局并未减轻，甚至重于 B 组，提示放烧复合伤情况下，还有其他复杂的因素对心脏之外的器官产生损害；从另一个侧面反映出放射因素对机体的损伤是不容忽视的，因此，对该问题的研究有其实际意义。

（本文承生理教研室萧家思教授审阅，侯岷老师给予了技术上的帮助，谨致谢意！）

参考文献

1. Schultz-Hector S. Radiation-induced heart disease: review of experimental data on dose response and pathogenesis. Int J Radiat Biol, 1992; 61: 149～160
2. 李 靖 萧家思。小哺乳动物心脏顺性离体灌流技术。第三军医大学学报，1990; 12(5): 32～34
3. Brook JW, Evans EI, Ham WJ Jr, et al. The influence of external body radiation on mortality from thermal burns. Ann Surg, 1952; 136: 533～545

（收稿：1992-10-26；修回：1993-10-07）

Early functional changes of the heart after radiation, burn or combined radiation-burn injury in rats

Zou Zhongmin, Chen Zhongrong, Liu Xiaohong (Department of Radiation Medicine, Third Military Medical College, Chongqing, 630038)

Abstract The early functional changes of the heart after radiation, burn or combined radiation-burn injury were studied with an isolated working heart preparation of rats. The animals were randomized into the control group (C), the burn injury group (B) inflicted with 30% TBSA full thickness burns from a 5 kw bromine-tungsten lamp, the radiation injury group (R) inflicted with total body irradiation of 6 Gy from a ^{60}Co source and the combined radiation-burn injury group (RB) receiving both of the injuries. No treatment was administered after injury. Left ventricular systolic pressure (LVSP), maximum of LV pressure development (±dp/dt*max*), heart rate (HR), cardiac output (CO), coronary flow (CF), aortic pressure (AP) and ratio of dry/wet myocardial weight (Rw) of the perfused isolated heart were determined in the 1st, 3rd, 8th, 16th and 24th hour after injury. It was found that LVSP, ±dp/dt*max*, CO and AP were decreased in RB especially in the 8th hour after injury ($P < 0.05$ as compared with those of C). After the 8th hour, different degrees of recovery were observed. The decrease of these parameters was less intense in RB than in B but more intense in RB than in R. HR, CF and Rw showed no significant difference between RB and C. The findings suggest that combined radiation-burn injury results in a suppression on the intrinsic contractility of the myocardium in the early stage after injury and myocardial suppression from burn injury is more severe than that from the combined injury throughout the whole period of observation.

Key words Combined radiation-burn injury*; myocardial contraction/RE; heart; rat

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