文章编号：1000-5404(2008)03-0199-04

论著

几种不同液体复苏失血性休克大鼠的适宜量研究

李　涛，刘良明，刁有芳，廖自福，范小青，陈　凤　（第三军医大学大坪医院野战外科研究所第二研究室，创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室，重庆 400042）

摘　要：目的　对几种不同液体复苏失血性休克大鼠适宜量进行探讨。方法　SD 大鼠分别做 35%、45% 放血失血性休克模型，以不同量的乳酸林格液（LR）、羟乙基淀粉（HES）、高渗氯化钠右旋糖酐（HSD）和 LR + HES 进行复苏，观察其对失血性休克大鼠平均动脉血压（mean arterial blood pressure，MAP）、左心室收缩压（left intraventricular systolic pressure，LVSP）、左心室压力上升或下降的最大速率（the maximal change rate of left intraventricular pressure，$\pm dp/dt_{max}$）的影响，同时观察血气指标变化和存活率的变化。结果　在 35% 失血性休克（中度休克）时，不同剂量的 LR、HSD 输注对休克大鼠血流动力学的影响无显著差异（$P>0.05$）；30 ml/kg HES 输液后血流动力学指标明显优于 20 ml/kg HES（$P<0.05$）；1 倍失血量 LR + HES 输注优于 2 倍和 3 倍失血量的 LR + HES（$P<0.05$）。在 45% 失血性休克（重度休克）时，3 倍失血量 LR 输液后血流动力学指标明显比 1 倍和 2 倍失血量的 LR 效果好（$P<0.05$）；6 ml/kg 的 HSD 输注后血流动力学效果比 4、8 ml/kg 的 HSD 效果好（$P<0.05$）。同样，30 ml/kg HES 和 2 倍失血量的 LR + HES 输液后改善血流动力学指标，血气指标和存活时间效果优于其他剂量组的 HES 和 LR + HES（$P<0.05$），除 HSD 各剂量组明显降低血 pH 值外，其他各液体对血气指标的影响均不大。结论　LR 除复苏重度休克以 3 倍失血量输注效果好外，其余液体以 HES 30 ml/kg，HSD 6 ml/kg 以及 2 倍失血量的 LR + HES 复苏失血性休克效果较好，是较理想的失血性休克复苏容量。

关键词：失血性休克；羟乙基淀粉；高渗氯化钠右旋糖酐
中图法分类号：R605.971；R969；R977.8　　文献标识码：A

On proper volume of different fluids for hemorrhagic shock resuscitation in rats

LI Tao, LIU Liang-ming, DIAO You-fang, LIAO Zi-fu, FAN Xiao-qing, CHEN Feng (State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Department 2, Institute of Surgery Research, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective　To study the proper volume of different fluids to resuscitate hemorrhagic shock in rats. Methods　SD rats were hemorrhaged to 35% or 45% total blood volume. Then lactated ringer's (LR) of 1 ×, 2 ×, 3 × shed blood volume, 20 or 30 ml/kg hydroxyethyl starch (HES), 7.5% NaCl/6% Dextran40 (HSD) at dose of 4, 6, 8 ml/kg, LR + HES of 1 ×, 2 ×, 3 × shed blood volume were transfused to resuscitate the rats, respectively. Mean arterial blood pressure (MAP), left intraventricular systolic pressure (LVSP), the maximal change rate of left intraventricular pressure ($\pm dp/dt_{max}$) were observed before and after hemorrhagic shock, 1 and 2 hours after transfusion. Blood gas was detected 1 h after transfusion and at the end of transfusion and 12-hour survival rate of the animals was also observed. Results　For the rats with 35% total blood loss, the effects of LR and HSD on hemodynamic parameters were not significantly different. HES at dose of 30 ml/kg and HES + LR of 2 × shed blood volume improved hemodynamic parameters and the survival rate as compared with HES at 20 ml/kg and other LR + HES groups. For the rats with 45% total blood loss, LR of 3 × shed blood volume and HSD at 6 ml/kg improved hemodynamics better than LR of 1 ×, 2 × shed blood volume and HSD at 4 and 8 ml/kg. Similarly, HES at 30 ml/kg and LR + HES of 2 × shed blood volume improved the hemodynamic parameters and survival rate better than HES at 20 ml/kg and HES + LR of 1 ×, 2 ×

基金项目：全军医学科研"十一五"计划专项课题（06Z030）
Supported by the Foundation of the "Eleventh Five-Year Plan" for Medical Science Development of PLA (06Z030)
作者简介：李　涛，女，重庆市人，助理研究员，主要从事休克后心血管功能障碍病理生理及防治方面的研究。电话：(023)68757420，E-mail：LT200132@163.com
通信作者：刘良明，E-mail：liuliangming2002@yahoo.com
收稿日期：2007-09-03；修回日期：2007-11-01

shed blood volume. For blood gas, all fluids had no obvious effect, except that HSD significantly decreased the blood pH value. **Conclusion** Besides LR of 3 × shed blood volume is effective in resuscitating the rats of 45% total blood loss, the transfusion of HES at 30 ml/kg, HSD at 6 ml/kg or LR + HES of 2 × shed blood volume achieves better resuscitation effect in the rats of 35% or 45% total blood loss.

Key words: hemorrhagic shock; hydroxyethyl starch; 7.5% NaCl/6% Dextran40; lactated ringer's

液体复苏是休克早期治疗的重要手段之一,它直接影响休克后续治疗[1]。目前有关休克液体复苏的液体种类有晶体液和胶体液,晶体液主要有乳酸林格液(lactated ringer's, LR),胶体液以羟乙基淀粉(hydroxyethyl starch, HES)在临床应用较广泛,同时有报道显示高渗氯化钠右旋糖酐(7.5% NaCl/6% Dextran40, HSD)对恢复失血性休克血容量有较好效果[2,3]。不同程度休克后,用不同液体进行复苏,其效果明显不同。本实验对不同程度失血性休克采用不同量液体复苏失血性休克大鼠,并观察各组血流动力学指标、血气指标和存活率,以探讨不同液体复苏的最适量。

1 材料与方法

1.1 模型制备及实验分组

SD大鼠(由本院实验动物中心提供)220只,14~16周龄,雌雄各半,体质量(223.0±19.2)g。实验前禁食、自由饮水,实验当日用戊巴比妥钠麻醉,于右侧股动脉、股静脉和右颈动脉插管(导管内径0.58 mm,外径0.965 mm),股动脉插管经三通管连接水银血压计和玻璃注射器,供观察血压和放血,经插管注射肝素钠生理盐水(500 U/kg)抗凝,股静脉插管供给药,颈动脉插管供测量血流动力学指标,包括左心室收缩压(left intraventricular systolic pressure, LVSP)、左心室压力上升或下降的最大速率(the maximal change rate of left intraventricular pressure, $\pm dp/dt_{max}$)。

将实验动物按随机数字表法分为LR组($n=60$)、HES组($n=40$)、HSD组($n=60$)和LR+HES($n=60$)(比例为2:1)组。其中LR组和LR+HES组再分为1、2、3倍失血量复苏组,分别记为LR1、LR2、LR3和LR+HES1、LR+HES2、LR+HES3;HES组下设20 ml/kg和30 ml/kg(HES20、HES30)2个剂量组;HSD下设4、6、8 ml/kg(HSD4、HSD6、HSD8)3个剂量组。各组以35%、45%放血量分别做休克模型,休克完毕后根据实验设计给予相应液体输注。分别于休克前,休克末,输液后1、2 h测量MAP和血流动力学指标,并于输液末和输液后1 h抽血测血气指标。而后拔除各血管插管、结扎、缝合伤口,观察动物12 h存活率(从复苏开始起计时)。

1.2 统计学处理

实验数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用SPSS 13.0统计软件对血流动力学指标、血气指标进行方差分析。

2 结果

2.1 不同容量的液体复苏对失血性休克大鼠MAP的影响

在35%失血性休克时,HES30输注后2 h,MAP明显高于HES20($P<0.05$);LR+HES1在输液后2 h,MAP明显高于LR+HES2、LR+HES3输注($P<0.05$);LR、HSD输注后,不同剂量组间MAP变化无明显差异($P>0.05$)。

在45%失血性休克时,LR3输注后2 h MAP明显高于LR1、LR2($P<0.05$);HSD4输注后,MAP明显低于HSD6、HSD8($P<0.05$);LR+HES1在输液后2 h,MAP明显高于LR+HES2、LR+HES3($P<0.05$);不同剂量HES输注对MAP无明显影响($P>0.05$,表1)。

2.2 不同容量液体复苏对失血性休克大鼠LVSP的影响

35%失血性休克时,LR1输注后LVSP明显低于LR2、LR3($P<0.05$);HES30输注后,LVSP明显高于HES20输注($P<0.05$);HSD4输注后,LVSP明显低于HSD6、HSD8输注($P<0.05$);不同剂量LR+HES输注对LVSP无明显影响($P>0.05$)。

45%失血性休克时,LR3输液后LVSP明显高于LR1、LR2($P<0.05$);HSD4输注后,LVSP明显低于HSD6、HSD8输注($P<0.05$),以HSD6最好;不同容量组LR+HES输注对LVSP的影响无显著性差异($P>0.05$,表2)。

表1 不同容量的液体复苏对失血性休克大鼠MAP的影响(mmHg, $\bar{x}\pm s$)

组别	35%失血性休克						45%失血性休克					
	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后1 h	输液后2 h	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后1 h	输液后2 h
LR1	109.3±8.4	47.0±6.5	98.7±6.9	108.5±5.2	106.3±5.6	105.0±3.5	109.1±8.4	37.8±6.5	90.5±6.9	89.3±5.2	93.7±5.6	98.3±3.5
LR2	120.1±12.9	50.0±10.5	94.1±9.9	100.1±12.9	98.5±8.2	100.6±9.2	118.0±12.9	31.6±10.5	95.8±9.9	94.6±12.9	92.6±8.2	96.7±6.2
LR3	121.8±9.9	48.4±10.5	98.9±8.8	108.3±9.1	101.8±5.6	107.5±9.8	118.4±9.9	32.4±10.5	92.0±8.8	93.6±9.1	96.7±5.6	110.2±9.8[a]
HES20	117.0±10.3	47.3±5.5	90.0±6.5	101.0±5.4	107.2±5.4	97.1±6.4	111.2±10.3	35.2±5.5	93.4±6.5	92.9±5.4	103.1±5.4	102.5±6.4
HES30	118.4±8.3	45.1±4.5	103.5±9.3	96.6±8.1	105.1±9.8	112.1±8.5[b]	116.2±8.3	39.5±4.5	95.3±9.3	94.2±8.1	105.1±9.8	109.9±8.5
HSD4	109.1±10.1	45.8±3.2	92.8±7.3	99.8±7.9	101.0±8.1	95.4±8.8	114.2±10.1	31.6±3.2	74.6±7.3	78.3±7.9	81.5±8.1	85.8±8.8
HSD6	114.1±8.6	44.5±3.2	93.9±6.8	91.1±10.9	92.2±5.6	94.2±5.9	111.2±8.6	29.5±3.2	84.5±6.8	85.1±10.9	92.1±5.6	96.3±5.9
HSD8	122.0±6.5	48.6±4.0	92.6±8.5	99.4±6.4	94.4±9.7	92.5±9.4	112.5±6.5	40.6±4.0	85.2±8.5	83.9±6.4	90.5±9.7	100.5±9.4[c]
LR+HES1	115.1±8.8	54.1±2.9	96.6±5.1	98.3±4.7	115.1±10.7	118.2±8.7	111.5±8.8	40.1±2.9	99.3±5.1	98.6±4.7	111.0±10.7	112.3±8.7
LR+HES2	118.2±6.2	49.5±1.3	104.0±6.4	96.3±91.1	102.1±10.1	97.5±6.1[d]	114.2±6.2	42.8±1.3	99.5±6.4	93.6±91.1	103.5±10.1	109.8±6.1
LR+HES3	122.0±9.5	47.6±3.1	106.0±5.6	95.3±9.8	103.0±5.6	98.1±9.9[d]	118.5±9.5	33.2±3.1	96.5±5.6	92.8±9.8	105.6±5.6	97.8±9.9[d]

a: $P<0.05$,与LR1比较;b: $P<0.05$,与HES20比较;c: $P<0.05$,与HSD4比较;d: $P<0.05$,与LR+HES1比较

2.3　不同容量的液体复苏对 $\pm dp/dt_{max}$ 的影响

35% 失血性休克时,HES30 输注后 2 h 改善 $+dp/dt_{max}$ 比 HES20 效果显著($P<0.05$);LR + HES1 输注后改善 $-dp/dt_{max}$ 比 LR + HES2、LR + HES3 效果显著($P<0.05$)。

45% 失血性休克时,HES30 输注后 2 h,$+dp/dt_{max}$ 明显高于 HES20($P<0.05$);LR + HES1、LR + HES2 输注后,$+dp/dt_{max}$ 明显高于 LR + HES3 输注($P<0.05$);LR3 输注后 2 h,$-dp/dt_{max}$ 明显高于失血量 LR1、LR2($P<0.05$);LR + HES1、LR + HES2 输注后 $-dp/dt_{max}$ 明显优于 LR + HES3($P<0.05$,表 3、4)。

2.4　不同容量的液体输注对失血性休克大鼠 12 h 存活率的影响

HSD 组的 12 h 存活率均明显低于其他各组。不同容量的 LR 输注后对存活率的影响无明显差异($P>0.05$);HES30 组比 HES20 组存活率高($P<0.05$),LR + HES2 组存活率较其他两个剂量组存活率高($P<0.05$)。

表 2　不同容量液体复苏对 LVSP 的影响(mmHg,$\bar{x}\pm s$)

组别	35% 失血性休克						45% 失血性休克					
	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后 1 h	输液后 2 h	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后 1 h	输液后 2 h
LR1	182.8 ±11.1	120.1 ±6.5	150.1 ±8.1	155.1 ±5.6	160.5 ±6.3	145.5 ±5.4	199.0 ±10.3	104.5 ±7.6	170.5 ±11.3	163.0 ±11.3	163.1 ±9.3	138.5 ±9.9
LR2	174.8 ±10.1	95.4 ±7.6	132.3 ±10.1	164.4 ±9.6	153.2 ±10.1	160.3 ±10.2[a]	192.3 ±9.9	84.5 ±8.9	152.9 ±10.6[a]	164.5 ±10.1[a]	164.8 ±12.9[a]	136.5 ±7.9
LR3	204.1 ±10.1	101.9 ±8.2	152.9 ±9.7	168.4 ±10.6	168.7 ±8.3	160.5 ±9.8[a]	189.9 ±10.5	91.1 ±9.5	143.9 ±8.6[a]	149.9 ±12.3	154.8 ±8.7	158.7 ±9.7[a]
HES20	186.4 ±7.9	127.4 ±8.2	159.8 ±8.5	150.8 ±10.1	159.1 ±7.5	146.2 ±8.9	176.9 ±10.2	71.9 ±9.8	145.8 ±10.6	138.9 ±9.6	152.1 ±9.3	145.9 ±10.6
HES30	199.5 ±8.4	87.6 ±5.6	156.4 ±10.2	145.6 ±13.2	158.7 ±9.8	167.4 ±10.8[b]	182.5 ±10.8	86.9 ±11.3	149.8 ±12.6	131.4 ±9.3	156.9 ±13.1	148.9 ±14.5
HSD4	178.5 ±9.8	108.9 ±9.1	155.3 ±9.6	159.6 ±7.5	163.9 ±7.6	127.4 ±9.8	186.2 ±10.3	72.9 ±7.6	134.5 ±11.3	135.9 ±11.3	142.9 ±9.3	134.5 ±9.9
HSD6	180.5 ±11.5	115.2 ±8.6	160.2 ±8.9	158.7 ±10.8	160.5 ±10.2	153.9 ±9.9[c]	178.9 ±9.9	87.9 ±8.9	148.5 ±10.6	147.1 ±10.1	151.1 ±12.9	154.2 ±7.9[c]
HSD8	186.9 ±10.3	111.3 ±6.7	183.6 ±5.2	154.8 ±9.6	165.9 ±5.7	153.9 ±9.1[c]	192.0 ±10.5	99.2 ±9.5	146.5 ±8.6	140.9 ±12.3	149.1 ±8.7	149.8 ±9.7[c]
LR + HES1	183.6 ±7.5	98.7 ±5.5	143.5 ±5.7	137.9 ±7.9	167.9 ±4.9	153.6 ±7.9	167.4 ±27.8	87.1 ±14.0	136.5 ±28.5	147.4 ±19.6	156.9 ±10.3	141.5 ±24.8
LR + HES2	172.9 ±9.8	104.2 ±11.3	140.9 ±9.6	135.9 ±10.3	147.8 ±6.7	142.9 ±10.7[d]	176.9 ±21.2	98.9 ±22.1	148.2 ±20.3	132.9 ±21.4	149.5 ±22.5	144.9 ±29.1
LR + HES3	188.1 ±10.7	116.0 ±5.6	148.6 ±5.4	140.9 ±8.1	140.9 ±6.1	148.0 ±8.1[d]	183.9 ±29.4	84.3 ±10.8	146.2 ±16.9	116.9 ±20.6	124.4 ±22.5	119.8 ±18.8[d]

a:$P<0.05$,与 LR1 比较;b:$P<0.05$,与 HES20 比较;c:$P<0.05$,与 HSD4 比较;d:$P<0.05$,与 LR + HES1 比较

表 3　不同容量液体复苏对 $+dp/dt_{max}$ 的影响(mmHg/s,$\bar{x}\pm s$)

组别	35% 失血性休克						45% 失血性休克					
	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后 1 h	输液后 2 h	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后 1 h	输液后 2 h
LR1	6 962 ±325	3 161 ±369	5 323 ±564	5 848 ±298	6 387 ±265	5 543 ±552	8 014 ±569	3 997 ±498	6 743 ±692	6 807 ±698	6 480 ±456	5 428 ±448
LR2	6 423 ±259	2 728 ±213	4 828 ±331	6 316 ±352	5 350 ±883	5 716 ±673	7 995 ±469	2 882 ±456	6 170 ±506	6 516 ±399	6 416 ±659	5 069 ±524
LR3	8 128 ±313	3 809 ±201	6 142 ±351	6 869 ±452	6 426 ±569	5 467 ±498	7 053 ±569	3 045 ±559	5 220 ±477	5 441 ±619	5 547 ±452	5 992 ±568
HES20	7 338 ±412	4 595 ±481	6 066 ±546	5 292 ±598	6 614 ±663	5 426 ±313	7 251 ±580	3 021 ±584	5 354 ±671	4 343 ±658	5 976 ±758	2 933 ±495
HES30	8 097 ±326	2 838 ±278	6 050 ±401	5 274 ±468	6 494 ±554	6 735 ±502[a]	6 625 ±554	2 792 ±584	5 251 ±521	4 274 ±425	5 396 ±685	4 973 ±495[a]
HSD4	6 651 ±323	3 350 ±502	5 615 ±394	5 920 ±375	6 406 ±348	5 087 ±309	7 351 ±569	2 373 ±498	5 276 ±692	5 166 ±698	5 707 ±456	5 475 ±448
HSD6	6 886 ±446	3 901 ±365	6 104 ±551	5 978 ±568	5 869 ±582	5 238 ±449	6 409 ±469	2 665 ±456	5 282 ±506	5 173 ±399	5 554 ±659	5 833 ±524
HSD8	7 074 ±364	3 801 ±326	5 930 ±336	5 697 ±401	5 864 ±421	5 238 ±319	7 697 ±469	3 596 ±456	5 402 ±506	5 056 ±399	5 944 ±659	5 901 ±524
LR + HES1	7 132 ±378	3 082 ±313	5 531 ±338	5 431 ±401	6 129 ±356	5 942 ±601	5 753 ±580	2 724 ±584	4 697 ±671	5 069 ±658	5 947 ±758	5 601 ±495
LR + HES2	6 399 ±369	3 561 ±341	4 917 ±254	4 551 ±498	5 786 ±883	5 244 ±883[b]	6 458 ±554	3 078 ±584	5 270 ±521	4 553 ±425	5 406 ±685	5467 ±495[b]
LR + HES3	6 584 ±323	3 803 ±224	5 409 ±301	4 420 ±456	5 891 ±347	5 371 ±383[b]	6 382 ±884	2 964 ±415	5 132 ±564	3 716 ±558	4 356 ±569	3 619 ±549[b]

a:$P<0.05$,与 HES20 比较;b:$P<0.05$,与 LR + HES1 比较

表 4　不同容量液体复苏对 $-dp/dt_{max}$ 的影响(mmHg/s,$\bar{x}\pm s$)

组别	35% 失血性休克						45% 失血性休克					
	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后 1 h	输液后 2 h	休克前	休克末	输液平台	输液末	输液后 1 h	输液后 2 h
LR1	6 153 ±325	2 257 ±369	4 111 ±564	4 950 ±298	5 016 ±265	4 781 ±552	6 917 ±569	2 551 ±498	4 434 ±692	4 751 ±698	4 601 ±456	4 017 ±448
LR2	5 004 ±259	1 693 ±213	3 246 ±331	4 690 ±352	3 830 ±883	4 545 ±673	6 259 ±469	1 889 ±456	4 055 ±506	4 824 ±399	4 759 ±659	3 890 ±524
LR3	6 674 ±313	2 334 ±201	4 051 ±351	5 400 ±452	4 527 ±569	4 355 ±498	6 536 ±569	1 933 ±559	3 914 ±477	4 376 ±619	4 201 ±452	5 103 ±568[a]
HES20	5 497 ±412	3 016 ±481	4 581 ±546	4 438 ±598	4 531 ±663	4 391 ±313	4 864 ±580	17 930 ±584	3 999 ±671	3 933 ±658	4 542 ±758	3 655 ±495
HES30	5 956 ±326	2 015 ±278	3 937 ±401	3 944 ±468	4 641 ±554	4 915 ±502	4 799 ±554	2 192 ±584	3 990 ±521	3 452 ±425	4 099 ±685	4 092 ±495[b]
HSD4	5 735 ±323	2 369 ±502	4 197 ±394	4 430 ±375	4 677 ±348	3 349 ±309	5 893 ±569	1 587 ±498	3 416 ±692	3 402 ±698	4 079 ±456	3 646 ±448
HSD6	5 858 ±446	2 649 ±365	4 561 ±551	4 634 ±568	4 492 ±582	3 853 ±449	5 366 ±469	1 817 ±456	3 856 ±506	4 188 ±399	4 486 ±659	4 523 ±524[c]
HSD8	5 902 ±364	2 348 ±326	4 038 ±336	4 534 ±401	4 604 ±421	3 438 ±319	5 871 ±469	2 173 ±456	3 699 ±506	3 930 ±399	4 167 ±659	4 039 ±524[c]
LR + HES1	5 416 ±378	2 313 ±313	3 956 ±338	4 279 ±401	5 079 ±356	5 046 ±601	4 905 ±580	1 734 ±584	3 374 ±671	3 840 ±658	4 469 ±758	4 932 ±495
LR + HES2	5 452 ±369	2 612 ±341	3 973 ±254	4 067 ±498	4 386 ±883	3 847 ±883	5 228 ±554	2 296 ±584	4 307 ±521	3 869 ±425	4 803 ±685	4 564 ±495
LR + HES3	5 272 ±323	2 849 ±224	3 764 ±301	3 832 ±456	4 747 ±347	4 009 ±383	5 906 ±884	2 039 ±415	4 343 ±564	3 032 ±558	3 549 ±569[d]	3209 ±549[d]

a:$P<0.05$,与 LR1 比较;b:$P<0.05$,与 HES20 比较;c:$P<0.05$,与 HSD4 比较;d:$P<0.05$,与 LR + HES1 比较

2.5 不同容量的液体输注对失血性休克大鼠血气的影响

无论对35%失血性休克还是对45%失血性休克，各剂量HSD输注后pH值明显低于LR、HES和LR+HES输注，呈现明显酸中毒。其他液体组输入后pH值基本在正常范围内。LR3、HES20、HSD6和LR+HES1改善O_2分压[$p(O_2)$]稍优于同液体其他剂量组，另外各液体对CO_2分压[$p(CO_2)$]基本上无显著影响($P>0.05$，表5、6)。

表5 35%失血性休克时不同容量液体复苏对休克大鼠血气的影响($\bar{x}\pm s$)

组别	pH		$p(CO_2)$ (mmHg)		$p(O_2)$ (mmHg)	
	输液末	输液后1 h	输液末	输液后1 h	输液末	输液后1 h
LR1	7.351±0.014	7.328±0.013	35.8±3.1	31.5±2.6	110.2±7.9	105.0±10.1
LR2	7.323±0.009	7.341±0.007	35.4±2.6	31.7±2.8	115.3±6.5	111.3±6.8
LR3	7.308±0.025	7.389±0.008[a]	36.4±3.3	31.5±3.2	116.6±10.1	121.2±8.6[a]
HES20	7.287±0.016	7.332±0.014	37.7±2.3	36.2±2.1	105.1±8.2	108.9±6.7
HES30	7.343±0.012	7.413±0.013[b]	38.7±1.3	35.8±1.9	104.8±8.6	99.3±9.8[b]
HSD4	7.330±0.015	7.289±0.021	33.7±1.9	28.7±2.1	114.6±6.6	119.3±7.6
HSD6	7.274±0.011	7.231±0.016	34.1±2.6	28.2±2.4	120.8±5.8	140.2±9.9[c]
HSD8	7.278±0.012	7.224±0.009	35.7±1.6	28.6±3.1	115.9±9.4	148.1±5.2[c]
LR+HES1	7.349±0.014	7.376±0.010	37.9±3.5	26.6±2.6	111.4±6.5	121.2±9.8
LR+HES2	7.317±0.016	7.363±0.018	42.3±3.8	33.8±3.4	115.6±4.8	117.6±10.7
LR+HES3	7.312±0.010	7.413±0.020[d]	39.3±2.0	36.7±3.1	110.6±7.2	101.6±5.8[d]

a：$P<0.05$，与LR1比较；b：$P<0.05$，与HES20比较；c：$P<0.05$，与HSD4比较；d：$P<0.05$，与LR+HES1比较

表6 45%失血性休克时不同容量液体复苏对休克大鼠血气的影响($\bar{x}\pm s$)

组别	pH		$p(CO_2)$ (mmHg)		$p(O_2)$ (mmHg)	
	输液末	输液后1 h	输液末	输液后1 h	输液末	输液后1 h
LR1	7.301±0.010	7.337±0.010	31.7±2.7	31.1±4.4	105.4±9.6	97.8±10.1
LR2	7.312±0.009	7.388±0.011	36.4±5.8	29.6±5.2	105.0±10.2	92.9±10.4
LR3	7.295±0.010	7.413±0.009[a]	35.9±3.1	26.2±3.2	122.5±9.5	113.9±9.2[a]
HES20	7.280±0.010	7.297±0.015	37.1±3.9	30.6±3.6	115.0±9.7	107.6±9.4
HES30	7.380±0.007	7.363±0.008[d]	33.5±5.8	33.3±5.2	110.0±9.8	99.5±8.8[b]
HSD4	7.230±0.010	7.161±0.010	30.8±2.7	28.6±4.4	122.7±9.6	121.0±10.1
HSD6	7.272±0.009	7.260±0.011	33.4±5.8	29.3±5.2	125.4±10.2	120.0±10.4
HSD8	7.253±0.010	7.235±0.009	32.8±3.1	31.9±3.2	111.9±9.5	108.5±9.2[c]
LR+HES1	7.331±0.010	7.378±0.015	34.7±3.9	26.9±3.6	129.1±9.7	116.4±9.4
LR+HES2	7.290±0.007	7.374±0.008	40.4±5.8	39.1±5.2[d]	118.3±9.8	99.3±8.8[d]
LR+HES3	7.287±0.006	7.392±0.013	32.6±3.1	33.1±4.2[d]	112.8±9.2	92.8±8.8[d]

a：$P<0.05$，与LR1比较；b：$P<0.05$，与HES20比较；c：$P<0.05$，与HSD4比较；d：$P<0.05$，与LR+HES1比较

3 讨论

失血性休克是创伤患者常见而严重的并发症，研究表明，战时有32.6%～59.5%的伤员死于失血性休克[4]，有效的休克复苏是战创伤伤员后续治疗的重要保证。正常血容量在维持机体正常的功能和代谢方面起着至关重要的作用。理想的失血性休克急救复苏液体应能够提供快速的容量扩张，以供给组织灌注，同时具有容量少以及携氧功能等。目前临床应用较为广泛的晶体液和胶体液有LR、HES等，同时有研究显示高渗氯化钠具有很好的恢复血压的功能。但是不同量液体复苏后，对休克大鼠血流动力学指标、存活率影响不同，每一种液体对不同程度休克应该有其适宜复苏量，本实验对此进行了相关研究。

本研究结果显示，在35%失血性休克(中度休克)时，30 ml/kg HES和1倍失血量LR+HES输液后改善血流动力学指标效果比其相应的其他剂量组好，45%失血性休克(重度休克)时，3倍失血量LR和6 ml/kg的HSD输液后血流动力学指标明显比2倍和1倍失血量的LR和4、8 ml/kg的HSD效果好。同样30 ml/kg HES和2倍失血量的LR+HES输液后改善血流动力学指标和存活时间效果优于其他剂量组的HES和LR+HES。结果表明，LR除重度休克以3倍失血量输注效果好外，其余液体以HES 30 ml/kg，HSD 6 ml/kg以及2倍失血量的LR+HES效果较好，为较为理想的失血性休克液体输注量。

从本研究结果可以看出，不同程度失血性休克后，不同容量液体进行复苏，对休克大鼠血流动力学指标和存活率影响不同。同时本研究表明，不同程度不同剂量的HSD输注后，休克大鼠存活率明显低于其他各组，且存在不同程度的酸中毒。尽管有报道认为，7.5%高渗氯化钠能提高血清渗透压，将组织间隙的液体吸入血管床，有较好的血流动力学效果[5]，同时研究发现高渗氯化钠可降低脑损伤患者的颅内压[6]，可减少器官的功能损害[7]，但是本实验结果显示，HSD对休克大鼠血流动力学指标有改善作用，但对大鼠的存活率明显降低，因此认为，临床在应用HSD作为液体复苏选择，应根据伤情种类而分别应用，通常用在院前没有其他液体情况下的急救作用。

参考文献：

[1] 蒋荣成，吕志诚. 失血性休克液体复苏研究的新进展[J]. 中国急救医学，2004，24(6)：432－433.

[2] 刘智舜，王筑生. 高渗氯化钠在低血容量休克中的作用[J]. 中华医学写作杂志，2000，7(6)：661－662.

[3] 陈耀清，江宗贤，张彩文，等. 闭合性腹部多脏器伤26例分析[J]. 衡阳医学院学报，1999，20(12)：1094－1096.

[4] 刘良明，胡沛红. 严重创伤休克的液体复苏新进展[J]. 中国危重病急救医学，2003，15(5)：314－316.

[5] Doyle J A，Davis D P，Hoyt D R. The use of hypertonic saline in the treatment of traumatic brain injury [J]. J Trauma，2001，50(2)：367－383.

[6] Pfenninger J，Wagner B P. Hypertonic saline in severe pediatric head injury[J]. Crit Care Med，2001，29(7)：1489.

[7] Rizoli S B，Kapus A，Parodo J，*et al*. Hypertonic immunomodulation is reversible and accompanied by changes in CD11b expression [J]. J Surg Res，1999，83(2)：130－135.

(编辑 陈聪连)