DOI:10.16016/j.1000-5404.1991.02.011

高渗氯化钠液治疗模拟高原条件下急性失血性休克的实验研究

周勇敬
高钰琪 孙秉庸 周广福 陈习松 （第三军医大学训练部 高原医学研究室）630038

提 要 雄性家兔11只，随机分为生理盐水治疗组（等盐组，$n=5$）和高渗盐水治疗组（高盐组，$n=6$）。于模拟海拔4 000m急性缺氧条件下，经股动脉放血，使动脉平均压降至6.00±0.27kPa，维持此水平60min后，于夹闭放血管10min时，经股静脉输入总失血量1/10的生理盐水或高渗盐液（7.5%）。结果表明，高渗盐液可明显增加模拟高原条件下急性失血性休克动物的平均动脉压（MAP）和左室收缩压（LVSP），提高左室压最大上升速率（LV+dp/dt max），延长存活时间和提高存活率。提示高渗盐液能够改善模拟高原条件下失血性休克机体的心血管功能。其机制可能与增加的血浆钠离子浓度增强心肌收缩力和降低血管阻力有关。

关键词 失血性休克；高原；高渗盐水；心血管功能

高原缺氧条件下，失血性休克的发病机制、特点和救治措施的研究较鲜见。我室近年研究初步表明：与平原地区比较，高原缺氧条件下失血性休克具有发生快、程度重、死亡率高和救治困难等特点。高渗盐液对平原地区多种动物和人的失血性休克具有良好复苏效果[1][2]。本文目的在于初步探索高渗氯化钠液治疗模拟海拔4 000m急性缺氧复合急性失血性休克的效果及其可能机制。

1 材料与方法

健康雄性家兔11只，体重1.95kg～2.50kg，随机分为生理盐水治疗组（等盐组，$n=5$）和高渗盐液治疗组（高盐组，$n=6$）。在大型低压舱内，以3m/s速度上升至模拟海拔4 000m高原，停留20min后，经耳缘静脉注入3%戊基巴比妥钠（1ml/kg）麻醉。分离颈总动脉，插入左心导管，连接换能器（TP-101T）；分离股动脉，插入动脉导管，连接贮血瓶和压力换能器（TP-101T）。用多道生理记录仪（RM 6200 NIHON KOHDEN）记左室收缩压（LVSP）、左室舒张压（LVDP）、左室压最大上升速率（LV+dp/dt max）、动脉收缩压（ASP）、舒张压（ADP）和平均压（MAP）。经股动脉采血，用火焰光度计（6410型，上海分析仪器厂）测定血浆钠、钾浓度；用血气分析仪（ABL-3,RADIOMETER COPENHAGEN, DENMARK）测定血液气体及酸碱参数。分离股静脉，插入塑料管，连接输液瓶以备输入盐溶液。经股静脉注入1%肝素（1ml/kg）抗凝。

上述操作完毕，稳定30min，测定各指标作为失血前基础值。经股动脉放血至贮血瓶，于10min内使MAP降至6.00±0.27kPa，调节贮血瓶高度，使MAP维持于此水平60min，夹闭放血管的第10分钟末作为休克的零点。此时，分别输入总失血量1/10的生理盐水或高渗盐液，记录20min内各点的ASP、ADP、MAP、LVSP、LVDP、LV+dp/dt max，观察两组动物存活时间和120min存活率。

2 结 果

等盐组与高盐组家兔失血量分别为全血量的29.1%和32.0%，经统计学处理，两组间无显著差异（$P>0.05$）。自失血后立即至60min末，两组动物的MAP基本稳定于6.00±0.27kPa，夹闭放血管后血压呈下降趋势，于第10分钟末与夹闭前比较无显著差异（$P>0.05$）。自治疗后第3分钟末至第20分钟末，高盐组动物的ASP与MAP明显高于等盐组。经统计学比较，两组动物的MAP（图1）具有显著或非常显著差异（$P<0.05$，$P<0.01$，表1）。

治疗后，高盐组LVSP明显增高，与10min和20min末的等盐组各相应值比较均有显著差异（$P<0.05$，

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

表1 治疗前后动脉血压的变化 ($\bar{x}\pm s\bar{x}$)

Tab. 1 Alterations of arterial pressure before and after treatment($\bar{x}\pm s\bar{x}$)

		after bleed (min)	after treatment (min)			
		70	3	5	10	20
等盐组 (NS)	ASP(kPa)	9.43±1.31	8.57±1.45	9.52±1.20	9.28±1.18	7.79±1.80
高盐组 (HS)		9.16±1.15	11.20±1.17	12.36±1.76	12.94±1.61	11.85±1.42
等盐组 (NS)	MAP(kPa)	5.63±0.20	5.00±0.76*	5.72±0.64*	5.28±0.38**	4.19±0.50*
高盐组 (HS)		5.69±0.18	7.18±0.36	7.47±0.62*	7.94±0.48	7.55±0.46
等盐组 (NS)	ADP(kPa)	4.05±1.18	3.58±1.36	4.28±1.43	4.22±1.24	2.85±1.17
高盐组 (NS)		3.33±0.54	4.15±0.57	4.99±0.78	4.63±0.56	4.16±0.44

*$P<0.05$ **$P<0.01$

NS=0.9%NaCl solution treated group, HS=7.5%NaCl solution treated group

表2 治疗前后左室收缩压和左室压最大上升速度的变化 ($\bar{x}\pm s\bar{x}$)

Tab.2 Alteration of LVSP and LV dp/dt max, before and after treatment($\bar{x}\pm s\bar{x}$)

		before treatment	after treatment (min)			
			3	5	10	20
LVSP (kPa)	NS	8.11±0.67	7.21±1.37	8.45± 0.79	8.11±0.47	6.05±0.56
	HS	8.18±0.59	9.80±0.70	10.85± 0.92	10.79±0.68*	10.08±0.70*
LV+dp/dt (kPa/sec)	NS	98.70± 8.99	95.39±19.21	113.95±18.38	96.07±13.02	75.28±15.80
	HS	85.85±10.16	119.27±19.79	123.28±14.91*	125.45±21.78**	134.76±19.88**

*$P<0.05$ **$P<0.01$

NS=0.9%NaCl solution treated group, HS=7.5% NaCl solution treated group

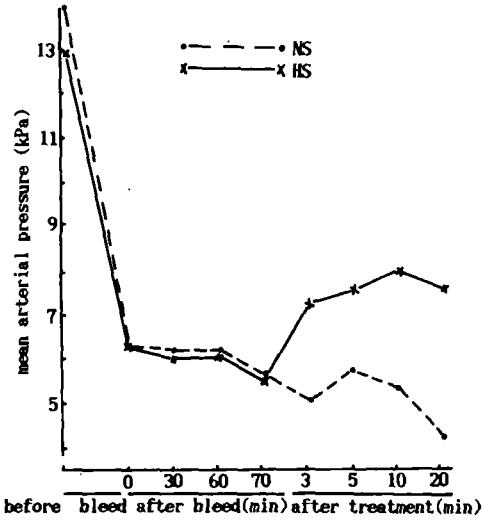


图1 动脉平均血压的变化

Fig. 1 Alteration of the mean blood pressure

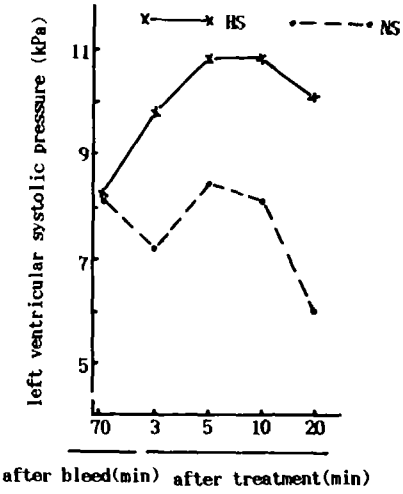


图2 治疗后左室收缩压的改变

Fig. 2 Alterations of left ventricular systolic pressure, after treatment

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

图2)。治疗后 LV+dp/dtmax 的改变与 LVSP 相一致（表2，图3)。治疗前后，两组间的 LVDP 与 LV-dp/dt max无明显差异（$P>0.05$）。

自失血开始至失血第60分钟末，血浆钠离子浓度趋于降低，钾离子浓度趋于增加，但经组内与组间比较均无统计学意义。于治疗后第10分钟末，等盐组血浆钠离子浓度为135.6±2.87mmol/L，高盐组血浆钠离子浓度为145.8±3.16mmol/L（表3），两者比较，具有显著差异（$P<0.05$）。

表3 治疗前后血浆钠、钾浓度的变化（$\bar{x}\pm s_{\bar{x}}$）

Tab.3 Alterations of the concentration of sodium ion and potassium ion in plasma, before and after treatment($\bar{x}\pm s_{\bar{x}}$)

		before bleed	after bleed (min)			after treatment(min)
			0	30	60	10
Concentration of Na^+ in plasma (mmol/L)	NS	134.0±4.18	135.2±2.99	138.4±1.40	138.2±3.54	135.6±2.87*
	HS	139.8±2.98	138.7±2.31	138.8±3.30	140.0±2.73	145.8±3.16
concentration of K^+ in plasma(mmol/L)	NS	2.6±0.17	2.9±0.21	3.5±0.45	3.4±0.60	3.5±0.55
	HS	2.5±0.16	2.8±0.16	3.1±0.35	3.3±0.49	3.1±0.53

$P<0.05$, NS = 0.9% Nacl solution treated group HS = 7.5% Nacl solution treatedgroup

比较等盐组与高盐组输液后的存活时间与120min存活率。等盐组动物的平均存活时间为48.5±16.7 min，高盐组为113.3±4.2min（有4只动物存活时间超过120min，故其实际平均存活时间应大于113.3 min)，经统计学处理，二者相差非常显著($P<0.01$)。等盐组动物分别于治疗后4.5min、28min、40min、70min及100min时死亡，120min存活率为0；高盐组只有2只动物于治疗后100min时死亡，120min存活率为66.6%（图4）。

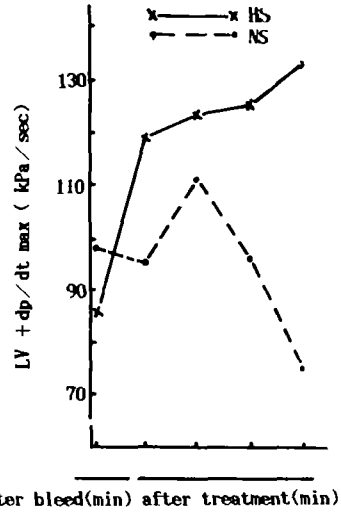


图3 治疗后左室压上升最大速度的变化

Fig. 3 Alteration of LV dp/dt max after treatment

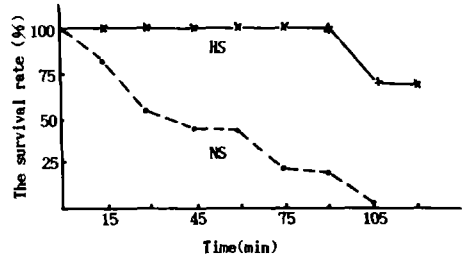


图4 治疗后两组动物120min存活率

Fig. 4 The survival rate the end of 120th minute after treatment

3 讨 论

急性失血性休克的主要病理生理学特征为有效循环血量减少，引起组织血液灌流量严重不足，导致组织细胞的机能与代谢障碍。对平原失血性休克的救治，除即时有效地止血外，历来重视补液、输血，以维持正常的血容量。1967年Baue等首先报道高渗盐液对失血性休克具有良好治疗作用后[3]，虽历经反复，但目前对高渗氯化钠液的应用已出现倾于一致的趋势。

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

1980年Velasco[4]等报道了在犬的失血性休克实验中，静脉输入少量7.5%氯化钠液，引起犬的动脉平均压升高，心搏量和心输出量增加，动物全数活存。相反，以生理盐水作为对照治疗的动物全部死亡。Nakayama[6]在绵羊失血性休克研究中，亦观察到类似效果。不少研究表明[6][7]，高渗盐液可使失血性休克动物的心肌收缩力增强、左室作功增加、内脏毛细血管前血管舒张，冠状血管、肠系膜和肾血流量相对增加，从而提高失血性休克动物的存活时间和存活率。Felippe[8]应用7.5%氯化钠液治疗12例顽固性低血容量休克病人，有效地提高了病人的动脉压，同时，病人的意识与尿量亦得以恢复。

上述各实验研究均表明：静脉输入少量7.5%氯化钠液，可明显提高平原地区失血性休克动物和人的动脉压，增加心输出量，延长存活时间和提高存活率。为研究高渗盐液在高原缺氧复合急性失血性休克中的治疗效果，我们复制了模拟海拔4000m急性缺氧条件下家兔失血性休克模型，比较了高渗盐液与生理盐液治疗效果。与等盐组比较，经静脉输入失血量1/10的7.5%氯化钠液后，显著提高了休克兔的平均动脉压、左心室收缩压和左心室压力最大上升速度，动物的存活时间延长，存活率提高，此时血浆钠离子浓度则增加至145.8±3.16mmol/L，与等盐组相比，具有显著差异（$P<0.05$）。结果提示，高渗盐液可明显提高模拟高原条件下失血性休克兔的存活率，延长存活时间，可能与钠离子增强心肌收缩力和降低血管阻力有关。本实验研究为高原地区急性失血性休克现场救护提供了有益的启示。

参 考 文 献

1. Traverso LW, Bellamy RF, Hollenbach SJ, et al. Hypertonic sodium chloride solution: Effect on hymodynamics and survival after hemorrhage in swine. J Traum 1987; 27:32～39
2. Lopes OV, Pontierri V, Rocha e Silva M, et al. Hyperosmotic NaCl and severe hemorrhagic Shock: Role of the innervated lung. Am J Physiol 1981; 241: H883～H890
3. Baue AE, Tragus ET, Parkins WM. A comparism of isotonic and hypertonic solutions and blood on blood flow and oxygen consumption in the initial treatment of hemorrhagic shock. J Traum 1967; 7:743～756
4. Velasco IT, Pontieeri V, Rocha e Silva M, et al. Hyperosmotic Nacl and severe hemorrhagic shock. Am J Physiol 1980; 239:H644～H673
5. Nakayama S, Sibley L, Gunther RA, et al. Small-volume resuscitation with hypertonic saline (2400 mOsm/L) during hemorrhagic shock. Circ Shock 1984; 13:149～159
6. Rocha-e-Silva M, Negraes GA, Soares AM, et al. Hypertonic resuscitation from severe hemorrhagic shock: Pattern of regional circulation. Circ Shock 1986; 19: 165～175
7. Nakayama S, Kramer GC, Carlsen RC, et al. Infusion of very hypertonic saline to bled rats: Membrane potentials and fluid shifts. J Surg Res 1985; 38: 180～186
8. Felippe JD, Timoner J, Velasco IT, et al. Treatment of refractory hypovo lemic shock by 7.5% sodium chloride injections. Lancet 1980; 8:1002～1004

（收稿：1990.09.04；修回：1991.01.18）

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

A Study on Treatment of Acute Hemorrhagic Shock at High Altitude with Hyperosmotic Sodium Chloride in Rabbits

Zhou Yongjin, Gao Yuqi, Sun Bingyong, et al (Lab of High Altitude Medicine, Third Military Medical College, Chongqing 630038)

Abstract Eleven male rabbits were divided into 2 groups: Normal saline(NS) group consisted of 5 animals and was treated with 0.9% NaCl solution, and hyperosmotic saline (HS) group consisted of 6 rabbits and was treated with 7.5% NaCl. The animals were exposed to hypobaric hypoxia at a simulated altitude of 4000 m and hemorrhagic shock was inflicted to them through femoral artery bleeding. The mean arterial pressure (MAP) was brought to 6.0 kPa over 10 minutes and kept at that level for 70 minutes. A certain amount of 0.9% NaCl (300 mmol/L) or 7.5% NaCl (2400 mmol/L) was intravenously infused over a 10-minute interval. The volume infused was equivalent to 10% of the total blood shed. It was found that MAP, left ventricular systolic pressure, and LV dp/dt were significantly higher in HS group than in NS group (from 3rd to 20th minute after infusion). Sodium ion concentration was significantly higher in HS (145.8±3.16 mmol/L) than in NS (135.6±2.87 mmol/L) ($P<0.05$). The surviving time of the 5 rabbits of NS group was 4.5, 28, 40, 70 and 100 minutes respectively, but only 2 of the 6 rabbits of HS group died at the 100th minute after infusion. Thus the survival rate at the 120th minute was 0% and 66% in NS and HS respectively.

The results suggest that hyperosmotic saline could elevate arterial pressure, lengthen surviving time and increase survival rate of the rabbits with hemorrhagic shock at a simulated altitude of 4000 m. These effects might be related to the increased plasma concentration of sodium ions which could strengthen myocardial contraction and diminish vascular resistance.

Key words Shok, hemorrhagic/DT; altitude; solution, hypertonic; cardiovascular function

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