

DOI:10.3724/SP.J.1008.2009.01177

多功能自控加压止血绷带对犬股动脉出血的止血效果及安全性分析

王 艳,朱大乔,王志红*

第二军医大学护理学院,上海 200433

[摘要] **目的:**观察多功能自控加压止血绷带对犬股动脉出血的止血效果,探讨其控制动脉出血的有效性和安全性,为临床应用奠定基础。**方法:**采用橡皮带止血带、卡式止血带和多功能自控加压止血绷带(简称止血绷带)3种止血带对18只犬进行股动脉止血。分别在止血后0.5、1、3、6 h检测3组动物的止血带下压力、相关生理生化指标,观察受累组织病理损伤程度。**结果:**3种止血带止血效果确切,均达到动脉切口无出血。止血绷带组的带下压力小于其他两组($P < 0.05$)。止血后各时间点,止血绷带组犬血清生化指标(CK、 K^+)和皮温(T)变化小于橡皮管组、卡式止血带组($P < 0.05$);止血绷带组静脉血气指标 PvO_2 、 SvO_2 高于卡式止血带组、橡皮管组($P < 0.05$), $PvCO_2$ 低于卡式止血带、橡皮管组($P < 0.05$)。束扎6 h后病理分析显示,止血绷带组肌肉组织损伤小于其他两组。**结论:**止血绷带对犬股动脉出血的止血效果与橡皮带及卡式止血带相当,且对组织损伤更小。

[关键词] 股动脉出血;止血带;止血;并发症;安全性

[中图分类号] R 605.972 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2009)10-1177-05

Multi-functional self-controlled pressure hemostatic bandage for canine femoral artery bleeding model: efficacy and safety

WANG Yan, ZHU Da-qiao, WANG Zhi-hong*

School of Nursing, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

[ABSTRACT] **Objective:** To observe the efficacy and safety of the multi-functional self-controlled pressure hemostatic bandage (MSPHB) in treatment of canine femoral artery bleeding, so as to lay a foundation for clinical application. **Methods:** Rubber tubing, half-hitch tourniquet and our MSPHB were used to treat 18 anesthetized mongrel dogs with fatal femoral artery injury. The pressure under the tourniquet and the related physiopathological parameters were measured 0.5, 1, 3, and 6 h after tourniquet application. The injuries of the involved tissues were observed. **Results:** The 3 treatments all had prominent hemostasis effect and the arterial incisions had no bleeding after treatment in all groups. The pressure produced by MSPHB was significantly lower than those by the other two tourniquets ($P < 0.05$). The changes of serum CK, K^+ and skin temperature in MSPHB group were significantly smaller than those of the other 2 groups at all defined time points ($P < 0.05$). Also, PvO_2 and SvO_2 in the MSPHB group were significantly higher than those of the other 2 groups ($P < 0.05$), but the $PvCO_2$ was significantly lower than those in the other 2 groups ($P < 0.05$). The injury of the muscle in the MSPHB group was slighter than those of the other 2 groups 6 h after application of tourniquets. **Conclusion:** MSPHB has similar hemostasis effect to rubber tubing and half-hitch tourniquet, and it also has less injury to the involved tissues.

[KEY WORDS] femoral artery hemorrhage; hemostasis; complications; safety

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2009, 30(10):1177-1181]

由于止血带具有快速、有效、方便及便于携带等优点,无论平时还是战时,止血带均为四肢损伤出血时简单、常用的有效急救器材。但目前常用的止血带具有止血不完全、操作复杂、不能单手使用等缺点,还易造成严重疼痛或组织损伤^[1]。

因此,本研究设计制作了一款多功能自控加压止血绷带(简称止血绷带),并通过观察其对犬股动脉出血的止血效果评价其止血效果及安全性能,为其在战时和平时创伤出血的急救应用奠定基础。

[收稿日期] 2009-02-24 **[接受日期]** 2009-09-09

[基金项目] 军队“十一五”科技攻关课题(06G61)。Supported by the “Eleventh Five-year Plan” of Science and Technology Research(06G61)。

[作者简介] 王 艳,硕士,护师。E-mail:wangyanyanyan2003@yahoo.com.cn

* 通讯作者(Corresponding author)。Tel:021-81871512, E-mail:hu70391@yahoo.com.cn

1 材料和方法

1.1 多功能自控加压止血绷带的设计思路 弹力绷带有较宽的面积和一定的弹性,本身可以作为包扎的敷料并产生压迫力量止血,但是压迫力量较小,在大出血的情况下止血效果不佳。为使绷带具有止动脉大出血的能力,我们进行了系列改进:(1)使用一压力扣,在侧倒后形成一定受力面,将压力集中于扣下;(2)用于绞紧的杠有一定的硬度,可以插入绷带下进行旋转,旋转杠两端有钩,便于旋转到位后进行固定,为保证压力恒定,钩里设计倒刺防止绷带滑出;(3)衬垫附件,此附件具有一定厚度和硬度,需要加压时增高敷垫处厚度,起到局部加压作用,一般包扎时可移除。最终制备的多功能自控加压止血绷带(专利申请号 200820156838. X)包括:弹力绷带、方形敷垫、自控加压及固定机构和附件共 4 部分(图 1)。

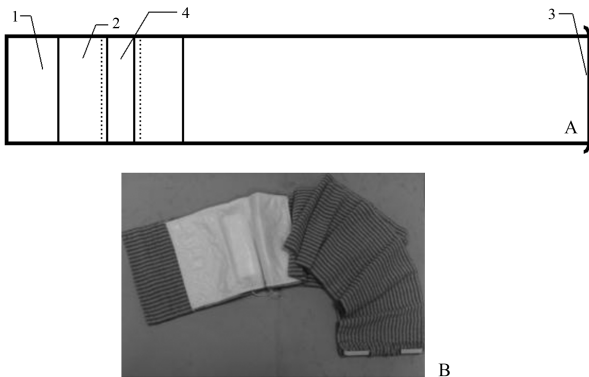


图 1 多功能自控加压止血绷带设计示意图(A)及实物图(B)

Fig 1 Sketch(A) and photo(B) of multi-functional self-controlled pressure bandage

1: Bandage; 2: Deposited pad; 3: Pressure control part; 4: Accessories

1.2 橡皮带及卡式止血带简介 橡皮带止血带呈管状,为传统急救止血带,现仍用于战时急救,具有成本低、价格便宜等优点,但容易导致皮下淤血、肿胀,极易产生神经麻痹等并发症^[1]。卡式止血带^[2]为 20 世纪 90 年代后我军研制并使用的止血带。卡式止血带与橡胶管止血带相比适当增加带宽,并具有快速自动锁紧和解脱结构。

1.3 实验动物及分组 健康杂种家犬 18 只,性别、犬龄不限,体质量 8~14 kg(第二军医大学实验动物中心)。按照完全随机设计方法均分为 3 组:橡皮管组、卡式止血带组、止血绷带组($n=6$)。橡皮管组、卡式止血带组和止血绷带组犬平均体质量分别为(11.33±1.75)、(10.75±1.33)、(10.33±1.63)kg,组间无统计学差异,具有可比性;平均动脉压

(MAP)分别为(105.81±16.16)、(115.44±19.11)、(105.61±12.72) mmHg(1 mmHg= 0.133 kPa),组间无统计学差异,具有可比性。

1.4 出血模型的制备及止血操作 采用股动脉横断模型制备出血模型^[3-4];犬用 3%戊巴比妥钠麻醉,右后肢分离股动脉和股静脉,将股动脉在大腿上 2/3 处剪断,形成股动脉横断。之后,在犬腹股沟处绑扎止血带并达到止血效果(以血管断端观察不到出血为准)。3 组动物分别于止血前,止血后 0.5、1、3、6 h 观察各指标。

1.5 各指标的检测及观察 用压力计检测止血即刻止血带下方压力。伤侧肢体股静脉插管,于每个观察时间点抽取静脉血。检测血清乳酸脱氢酶(LDH)、肌酸激酶(CK)、钾离子(K⁺)浓度;血气分析:检测 pH 值、氧分压(PvO₂)、二氧化碳分压(PvCO₂)、血氧饱和度(SvO₂)。在各个时间点用温度传感器测量伤侧肢体的远端皮温(T)。止血带束缚 6 h 后松开止血带,分别于止血带直接压迫处股四头肌和远端腓肠肌取组织镜检,观察止血带压迫损伤程度。

1.6 统计学处理 采用 SPSS 13.0 统计软件包,计量指标以 $\bar{x} \pm s$ 表示,各组数据均作正态性检验和方差齐性检验(F 检验),多组间比较采用方差分析,多组间均数的两两比较用 SNK 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 止血效果 3 种止血带均具有良好的止血效果,短时间内使动脉切口停止出血。止血绷带组操作时间为 91.70 s,卡式止血带操作时间为 46.50 s,橡皮管止血带操作时间为 70.64 s,均小于 2 min,均能快速达到止血要求。

2.2 止血带束扎带下部位压力的比较 结果表明:橡皮管组、卡式止血带组、止血绷带组犬 MAP 分别为(105.81±16.16)、(115.44±19.11)、(105.61±12.72)mmHg,各组无统计学差异;3 组止血带下压力分别为(1.46±0.21)、(2.09±0.69)、(0.74±0.16)kg,止血绷带作用于束扎部位的压力小于橡皮管($P=0.011$)和卡式止血带($P=0.000$),卡式止血带高于橡皮管($P=0.021$)。

2.3 止血带束扎对犬生理、生化指标的影响

2.3.1 止血带束扎 0.5 h 后各指标的变化 止血带束扎前各组检测指标无统计学差异。止血带束扎后 0.5 h,3 组间 CK(mmol/L)有统计学差异,橡皮管组(609.17±250.42)高于卡式止血带组(330.17±

185.43)和止血绷带组(330.00±59.34),差异具有统计学意义($P<0.05$)。

2.3.2 止血带束扎后1h各指标的变化 肢体止血1h后,橡皮管组CK、 K^+ 浓度高于止血绷带组,T低于止血绷带组($P<0.05$);卡式止血带组 PvO_2 、 SvO_2 低于止血绷带组($P<0.05$);橡皮管组CK高于卡式止血带组,T低于卡式止血带组($P<0.05$)。

2.3.3 止血带束扎后3h各指标的变化 肢体止血3h后,橡皮管组CK高于止血绷带组,T、 PvO_2 低于止血绷带组($P<0.05$);卡式止血带 PvO_2 、 SvO_2

低于止血绷带组, $PvCO_2$ 高于止血绷带组($P<0.05$);橡皮管组 $PvCO_2$ 、CK高于卡式止血带组,T低于卡式止血带组($P<0.05$)。

2.3.4 止血带束扎后6h各指标的变化 肢体止血6h后,橡皮管组CK、 K^+ 高于止血绷带组,T低于止血绷带组($P<0.05$);卡式止血带组 PvO_2 、 SvO_2 低于止血绷带组, $PvCO_2$ 高于止血绷带组($P<0.05$);橡皮管组 K^+ 、 $PvCO_2$ 高于卡式止血带组,T、 PvO_2 、 SvO_2 低于卡式止血带组($P<0.05$)。

表1 止血带束扎后不同时间点各指标的变化

Tab 1 Changes of indices at different time points after application of different tourniquets

Index	Rubber tubing	Half-hitch tourniquet	MSPHB
1 h after constriction			
PvO_2 p/mmHg	28.73±9.07	21.87±4.30*	36.45±10.45*△
SvO_2 (%)	41.63±14.91	24.97±7.82*	53.37±19.81*△
CK c_B /(mmol·L ⁻¹)	632.17±208.89	386.50±171.87*	365.50±80.65*
K^+ c_B /(mmol·L ⁻¹)	4.87±0.54	4.43±0.71*	3.83±0.55*△
T θ /°C	26.83±1.92	31.50±2.92*	31.64±3.93*
3 h after constriction			
PvO_2 p/mmHg	24.18±3.78	19.80±4.78*	32.13±8.21*△
$PvCO_2$ p/mmHg	54.57±21.03	80.70±8.52*	50.67±9.31*△
SvO_2 (%)	33.02±10.55	16.32±8.28*	47.10±21.51*△
CK c_B /(mmol·L ⁻¹)	1 109.83±558.47	516.83±308.28*	386.67±78.77*△
T θ /°C	25.93±1.82	30.37±2.22*	30.96±3.74*
6 h after constriction			
PvO_2 p/mmHg	26.12±4.28	15.52±5.54*	26.52±3.15△
$PvCO_2$ p/mmHg	66.85±16.51	92.60±14.83*	60.02±10.85△
SvO_2 (%)	29.68±10.11	13.48±7.63*	33.65±7.99△
CK c_B /(mmol·L ⁻¹)	1 564.50±589.18	1 056.17±933.81*	503.33±242.72*△
K^+ c_B /(mmol·L ⁻¹)	6.53±1.77	4.88±0.99*	4.67±0.79*
T θ /°C	25.05±1.83	29.94±2.44*	29.37±3.72*

* $P<0.05$ vs Rubber tubing; △ $P<0.05$ vs Half-hitch tourniquet. 1 mmHg=0.133 kPa. MSPHB: Multi-functional self-controlled pressure hemostatic bandage

2.4 止血带束扎对束扎部位组织的损伤 光镜下检查:橡皮管组最早出现损伤表现,1h后主要表现为止血带下受压处血管扩张充血,可见扩张小血管内红细胞瘀滞呈缙线状(图2A);卡式止血带组组织受压3h后出现出血、炎细胞浸润(图2B);止血绷带组6h后出现损伤,表现为肌纤维模糊和部分断裂(图2D)。3组止血带束扎6h后止血带下及其以远部位骨骼肌均有不同程度的组织学改变,表现为炎细胞浸润加重,肌细胞变性,肌纤维肿胀、断裂,有点状或片状坏死(图2C~2F)。其中橡皮管组病理损伤最明显,卡式止血带组次之,止血绷带组损伤较轻。

3 讨论

止血带的止血原理是通过止血带张力产生机械

力压迫血管,使破损血管闭合而起作用。但止血带在止血的同时,也造成了受压肢体的缺血,从而引发多种并发症^[5]。本研究拟通过动物实验,检测和分析3种止血带的止血效应和长时间应用对犬受压肢体的血气、代谢生化等多项指标的影响,为完善现有止血带设计和临床应用提供理论依据。

3.1 同样的止血效果下,止血绷带带下压力低于其他两种止血带 结果表明止血绷带组止血带下压力小于卡式止血带及橡皮管,说明止血绷带可以在较小的压力下止血,从而减少对组织的机械性压迫引起较轻的损伤。这与止血绷带的特殊设计有关:一是止血绷带较其他两种止血带有更宽的皮肤接触面积;二是止血点局部的衬垫设计,起到了增大止血点局部压强的作用。由此,形成了止血绷带环周压强

不等的情况,出血处受压大,而其他部位受压小,使其既可以有效止血,又能保留部分侧枝血供,减轻了

远端组织缺血损害的程度。

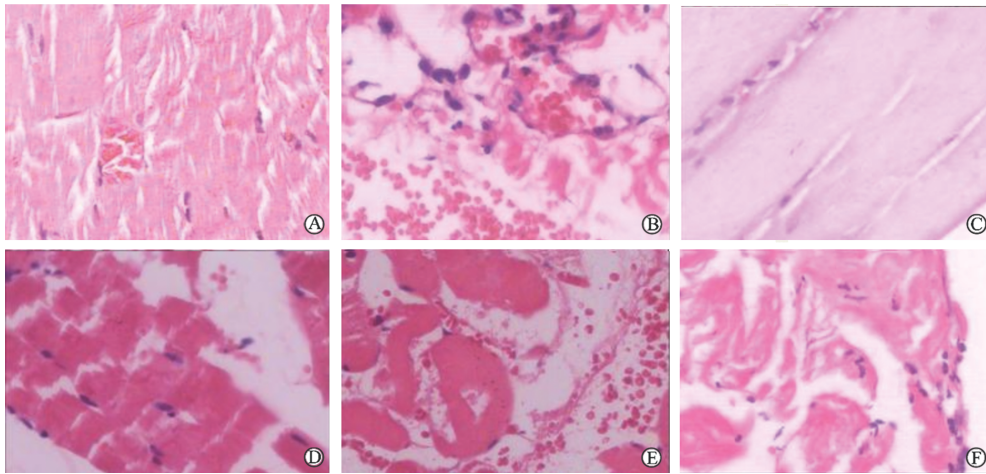


图2 止血带束扎后束扎部位组织的病理改变

Fig 2 Pathology changes of application site after application of different tourniquets (H-E staining)

A:Vascular engorgement; B:Hemorrhage and infiltration of inflammatory cells; C:Swelling and degeneration of muscle fibers; D:Muscle fiber rupture; E:Hemorrhage,agglomeration of sarcoplasm and spotty necrosis; F:Aggravation of infiltration and lamellar necrosis. Original magnification: $\times 100$ (A), $\times 400$ (B,C,D,E,F)

3.2 不同止血带压迫对犬受压肢体的影响 止血带压迫可造成受压肢体的缺血性损伤,损伤主要由缺氧引起。严重缺氧时,细胞不能正常进行氧代谢以获取维持能量,导致代谢紊乱,细胞膜、线粒体以及溶酶体发生改变,最终导致细胞死亡,组织出现损伤表现。缺血3 h后可引起肌肉细胞不可逆性损伤,缺血6 h可引起完全性损伤^[6]。本研究再次验证了这一缺血性改变。研究结果还表明不同止血带对受压肢体造成的缺血性损伤存在差异,止血绷带组的组织损伤小于橡皮管和卡式止血带组。

3.2.1 不同止血带对血气指标的影响 有研究^[7]表明,外周静脉血气分析反映了该静脉所引流的那部分组织细胞的氧合和酸碱状态,可以用外周静脉血气分析对组织氧合及酸碱状态作动态监测。卡式止血带组对肢体静脉血气指标影响最大,橡皮管组次之,止血绷带组最轻。卡式止血带使用涤纶织带,弹性大,环绕肢体一周完全阻断血流,使组织灌注量减少明显,因而缺氧和二氧化碳血症最严重,氧分压和氧饱和度最低,二氧化碳分压最高。

3.2.2 不同止血带对动物血生化指标的影响 肢体对缺血性损伤最敏感的组织是骨骼肌。骨骼肌细胞内含有丰富的CK及LDH,测定血清中这些酶含量变化可作为缺血后细胞损伤的指征^[8]。肌酸激酶大量存在于骨骼肌细胞内,灵敏度较高,能在短时间内迅速增高,是骨骼肌损伤最敏感和最可靠的检测指标^[9]。本研究中,从0.5 h开始,橡皮管组肌酸激

酶值就高于其他两组,骨骼肌损伤最严重。肌细胞损伤释放钾进入血循环,因而血钾浓度可以反映组织细胞损伤,本实验中1 h后橡皮管组钾高于止血绷带组,3 h后橡皮管组钾高于卡式止血带组,反映橡皮管组细胞损伤最严重,卡式止血带组次之,止血绷带组最轻。

3.2.3 不同止血带对局部皮肤温度的影响 皮肤温度降低是由于止血带压迫后肢体局部供血受阻,组织缺血缺氧代谢降低所致。本研究结果显示,止血绷带组和卡式止血带组皮肤温度降低幅度均小于橡皮管组,橡皮管组皮肤温度受影响最大。这与橡皮管接触皮肤面积最小,单位面积组织承受的压力大,局部组织损伤程度更加严重有关。

3.2.4 不同止血带对组织病理的影响 病理检查结果显示,止血带造成的肌肉损伤橡皮管最严重,卡式止血带次之,止血绷带最轻。橡皮管接触皮肤面积最小,单位面积组织承受的压力大,造成受压局部组织严重损伤,表现为炎细胞浸润和片状坏死,由于血液循环被环形完全切断,远端缺血也最为严重,出现肌细胞变性。卡式止血带较橡皮管宽,组织损伤也较轻,但因为同样的原因,受压组织和远端都有一定程度的变性和坏死。而止血绷带组病理结果显示损伤轻微。

综上所述,本研究证实在同等止血效果下,新型止血绷带引起的组织损伤小于橡皮带止血带和卡式止血带,是一种更加安全、有效的止血装置,值得进

一步研究以应用于临床。

[参考文献]

- [1] 肖 南. 战伤救治中止血带的应用[J]. 人民军医, 2005, 48: 54-55.
- [2] 孙晓军, 田 丰, 高万玉, 陈世谦. 卡式止血带结构设计及基本性能试验[J]. 医疗卫生装备, 2001, (4): 25-26.
- [3] Ward K R, Tiba M H, Holbert W H, Blocher C R, Draucker G T, Proffitt E K, et al. Comparison of a new hemostatic agent to current combat hemostatic agents in a Swine model of lethal extremity arterial hemorrhage[J]. J Trauma, 2007, 63: 276-283.
- [4] Walters T, Baer D G, Kauvar D S. A large animal fatal extremity hemorrhage model and evaluation of a polymeric dressing (fatal extremity hemorrhage)[J]. J Trauma, 2006, 61: 1107-1112.
- [5] 张爱华, 张 静, 桂 莉. 止血带在外科止血中的应用及研究进展[J]. 解放军护理杂志, 2004, 21: 34-36.
- [6] Blaisdell F W. The pathophysiology of skeletal muscle ischemia and the reperfusion syndrome: a review[J]. Cardiovasc Surg, 2002, 10: 620-630.
- [7] 吕学思, 赵 彤, 魏家骅. 麻醉监护中混合静脉血与外周静脉血气和血乳酸值的比较[J]. 实用心脑血管病杂志, 1999, 7: 100-101.
- [8] 张 欢, 杨拔贤, 于德水, 荀淑琴, 张秀华. 异丙酚对止血带引起的下肢缺血再灌注损伤的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2001, 21: 528-530.
- [9] 鄢盛恺. 诊断酶学[M]//周 新, 涂植光. 临床生物化学和生物化学检验. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 170.

[本文编辑] 贾泽军

第二军医大学历年获国家级科技成果奖励项目一览(V)

1993 年 6 项

国家发明奖四等奖 3 项

气囊导管扩张术治疗小儿包茎 (何 英 周秀华)

手残指延长器的研制与应用 (侯春林 范大鹏 蔡珍福 邵勇华 刘 岩)

一种新型加湿治疗用 2450MHz 微波天线 (谢企良 陈 夷 钱松溪 赵晋新 阎坚强)

国家科技进步奖三等奖 3 项

带血管蒂组织瓣移位临床研究 (长海医院 侯春林 王成琪 鲁开化 罗力生 孙 弘)

心脏瓣膜替换术的实验与临床研究 (张宝仁 郝家骅 朱家麟 陈如坤 朱泉芳)

应激、休克时糖皮质激素受体变化、机制和临床意义 (徐仁宝 谭金兴 宁亮年 田 英 金春华)

1995 年 5 项

国家科技进步奖二等奖 2 项

中国人丙型肝炎病毒(HCV)基因库的构建与应用

(戚中田 潘 卫 殷善林 崔晓红 李 筠 宋燕斌 杜 平 程振球 孔宪涛)

中晚期肝癌的外科综合治疗研究

(杨甲梅 陈 汉 张晓华 周伟平 严以群 李 波 吴孟超 姚晓平 吴伯文)

国家科技进步奖三等奖 3 项

SMMC 近交系小鼠的建立与分子生物学遗传监测技术的研究 (胡开元 宋树奎 黄家章 王凤瑞 季鼎成)

内源性阿片肽与加压素在大鼠烫伤休克中的作用及其机制的研究 (王成海 孙 刚 洪新如 林葆城 宋朝佑)

早期肝细胞癌生物病理学特性的系列研究 (丛文铭 吴孟超 张秀忠 陈 汉)

1996 年 4 项

国家发明奖三等奖 2 项

卷积光谱分析法和 UV/Vis-W 卷积光谱仪研究 (吴玉田 方慧生 王志华 王桂芳 金文祥 龚华礼)

吻合血管神经的拇展肌游离移植一期修复晚期面瘫 (江 华 郭恩章)

国家发明奖四等奖 1 项

防治截肢残端神经瘤的新手术方法——自体神经原位再植术的研究 (臧鸿声 刘会敏)

国家科技进步奖三等奖 1 项

中国中风高发区、低发区中风相关因素特征和中风防治研究 (王杜清 郭 佐 王耀山 张葆樽 何裕新)