

磷酸肌酸钠对骨科全麻应用止血带患者的血流动力学影响

雷 震

(武汉六七二医院麻醉科,湖北 武汉 430079)

摘要: **目的** 探讨磷酸肌酸钠在骨科全麻手术中使用止血带的血流动力学影响及其对止血带反应的预防作用。**方法** 选取在气管插管全麻下行骨科下肢手术的患者共 70 例,分为处理组和对照组,处理组较对照组在手术麻醉后止血带加压前加用预防性使用磷酸肌酸钠处理,记录两组患者的止血带充气时间、术中不同时间段进行血流动力学指标检测,在使用止血带开始前 5 min 和手术结束后松解止血带时抽动脉血比较两组患者的乳酸(LAC)、pH 值。**结果** 与对照组比较,平均动脉压(MAP)、舒张压(DBP)在使用止血带后 30 min(T3)、放气后 10 min(T5)、心率(HR)、收缩压(SBP)、心排量(CO)在 T3、使用止血带后 60 min(T4)、T5 均显著降低,血流动力学异常发生率、T5 时处理组的 LAC 值显著降低,但两组的每搏输出量(SV)在 T1~T5 值比较差异无显著。**结论** 磷酸肌酸钠能减轻骨科全麻手术中使用止血带的血流动力学异常发生率,同时具有减轻使用止血带后乳酸堆积的作用。

关键词: 磷酸肌酸钠; 止血带; 血流动力学; 乳酸

中图分类号:R614 **文献标识码:**A

The hemodynamic effect of sodium phosphocreatine used in orthopedic anesthesia operation applying tourniquet

LEI Zhen

(Department of Anesthesia, Wuhan 672 Hospital, Wuhan 430079, Hubei China)

Abstract: **Objective** To study the hemodynamic effects of sodium phosphocreatine in orthopaedics anesthesia surgery using tourniquet and the prevention effect of tourniquet reaction. **Methods** 70 patients with lower extremity surgery were selected undergoing the endotracheal intubation anesthesia to perform lower limb orthopaedics operation, which were divided into treatment group and control group. In the treatment group sodium phosphocreatine was preventive used before tourniquet pressure after anesthesia compare with the control group. The tourniquet filling time, hemodynamic indexes in different periods of two groups and the blood lactic acid, pH value in the use of a tourniquet 5 min before and after the surgery when release the tourniquet arterial were compared. **Results** Compared to control group, the values of MAP and DBP in T3 and T5, HR, SBP, CO in T3, T4, T5 in the treatment group was significantly lower, but SV on T1~T5 of two groups has no statistical significance. The incidence of abnormality in hemodynamic and T5 LAC of the treatment group was lower. **Conclusion** Sodium phosphocreatine can reduce the incidence of hemodynamic abnormalities when using tourniquet in the orthopaedics anesthesia surgery, at the same time, which had the effect that reduced lactic acid accumulation after using tourniquet in the orthopaedics surgery.

Key words: Sodium phosphocreatine; Tourniquet; Hemodynamic; Lactic acid

止血带是目前骨科在手术中使用的常用止血工具,其可通过对四肢近端进行充气加压而减少手术中出血,使手术视野更加干净,并预防脂肪栓子扩散等作用^[1]。但止血带的使用也带来了一系列的问

题,长时间对肢体的加压会加剧术后的疼痛、肌肉、神经损伤等并发症^[2]。其中止血带的使用所引起最常见的损伤是缺血再灌注损伤^[3],往往伴随着高血流动力学反应,甚至可引起休克的发生,导致身体内脏器官的损伤^[4]。因此,在骨科手术麻醉时采取措施预防由使用止血带带来的血流动力学影响具有

重要意义。磷酸肌酸钠具有抗氧化及减少氧自由基及改善微循环等作用,已经应用于心脏停搏引起的减少缺血再灌注损伤^[5],但其在骨科止血带的使用中应用较少。本研究探讨磷酸肌酸钠在骨科全麻手术中使用止血带的血流动力学影响及其对止血带反应的预防作用。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2015年3月至2016年3月于本院在气管插管全麻下行骨科下肢手术的患者共70例,随机分为处理组和对照组,每组35例,纳入标准:(1)择期手术术中需要使用止血带的患者;(2)单侧下肢手术;(3)年龄于18~60岁;(4)男女不限;(5)签署知情同意书。排除标准:(1)ASA分级在Ⅲ级以上的患者;(2)术前合并贫血患者($Hb < 90\text{ g/L}$);(3)术前合并凝血功能障碍或下肢动静脉栓塞;(4)严重肝肾功能不全;(5)手术止血带使用时间超过150 min或小于60 min的患者。

1.2 处理方法 麻醉方法:按照气管插管全麻进行常规准备,入手术室后常规监测生命体征,并建立有效的静脉输液通道,瑞芬太尼和丙泊酚分别以2 ng/mL和2.5 $\mu\text{g/mL}$ 的血药浓度靶控输注,并设定到达血药浓度的时间均为3 min。靶控输注泵工作后,依次静脉注射咪达唑仑0.03 mg/kg、顺苯磺酸阿曲库铵0.2 mg/kg、依托咪酯0.2 mg/kg、舒芬太尼0.5 $\mu\text{g/kg}$ 。插管后瑞芬太尼与丙泊酚分别按3 ng/mL和3 $\mu\text{g/mL}$ 的血药浓度靶控输注,并根据术中情况调解瑞芬太尼与丙泊酚的靶浓度。每45 min按0.1 mg/kg的剂量静注顺苯磺酸阿曲库铵1次以维持肌松。整个麻醉维持过程中只输注生理盐水和羟乙基淀粉(按生理盐水:羟乙基淀粉=2:1标准输注),输液速率为120~180 mL/h,仅用于维持静脉通路。麻醉过程中,患者的血压控制在正常范围。

下肢止血带的使用方法:在止血带使用之前,把止血带内空气驱净后,放置止血带于手术肢体股骨的中上1/3处,尽量靠近大腿根部腹股沟处,并在皮肤表面垫薄棉垫,以能伸进一指为松紧度,充气压力为50 kPa。

磷酸肌酸钠的使用方法:磷酸肌酸钠2 g溶于20 mL生理盐水中。麻醉诱导后,止血带加压前10 min前,CP组通过已开放的静脉缓慢推注射用磷酸肌酸钠2 g(推注时间>4 min)。对照组则仅采用20 mL生理盐水静脉缓慢推注。

1.3 评价指标 记录两组患者的止血带充气时间,比较使用磷酸肌酸钠前(T1)、上止血带前(T2)、使用止血带后30 min(T3)、使用止血带后60 min(T4)和放气后10 min(T5)的血流动力学指标,包括平均动脉压(MAP)、心率(HR)、舒张压(DBP)、收缩压(SBP)、每搏输出量(SV)和心排量(CO),在T1和T5时抽动脉血比较两组患者的乳酸(LAC)、pH值。

1.4 统计学方法 采用SPSS23.0软件进行数据统计,连续变量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,正态分布资料组间比较采用 t 检验,计数资料采用卡方(χ^2)检测, $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较 两组患者一般资料比较,其中处理组患者和对照组患者的性别比例差异无统计学意义($\chi^2 = 0.921, P = 0.337$)。其中处理组平均 42.7 ± 11.4 岁,对照组平均年龄为 39.4 ± 12.6 ,差异无统计学意义($t = 1.149, P = 0.255$),而两组患者体重指数比较差异无统计学意义($t = 0.619, P = 0.538$),两组的ASA分级Ⅰ~Ⅱ级的比例差异无统计学意义($\chi^2 = 0.238, P = 0.626$),同时两组患者的止血带使用时间比较差异无统计学意义($t = 0.744, P = 0.460$)(见表1)。

表1 患者的一般资料对比

组别	n	性别		年龄(岁)	体重指数(kg/m^2)	ASA 分级(Ⅰ/Ⅱ)	止血带使用时间(min)
		男	女				
处理组	35	21	14	42.7 ± 11.4	23.2 ± 2.8	13/22	64.3 ± 11.2
对照组	35	17	18	39.4 ± 12.6	22.8 ± 2.6	15/20	66.4 ± 12.4
统计值		$\chi^2 = 0.921$	$t = 1.149$	$t = 0.619$	$\chi^2 = 0.238$	$t = 0.744$	
P 值		0.337	0.255	0.538	0.626	0.460	

2.2 两组患者血流动力学指标比较 两组患者的血流动力学指标对比,其中对照组的MAP值在

T3、T5 显著高于处理组 ($P<0.05$), HR 值在 T2、T3、T4、T5 均高于处理组 ($P<0.05$), DBP 值在 T3、T5 显著高于处理组 ($P<0.05$), SBP 值在 T3、T4、T5 显著

高于处理组 ($P<0.05$), 两组的 SV 在 T1~T5 值比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 而 CO 值对照组在 T3、T4、T5 显著高于处理组 ($P<0.05$) (见表 2)。

表 2 两组患者的血流动力学指标比较

指标	T1	T2	T3	T4	T5
处理组					
MAP (mmHg)	75.4±6.2	76.1±6.6	78.2±8.4	85.3±8.5	71.4±6.7
HR (次/min)	80.7±8.1	68.6±6.8	73.7±6.7	77.4±8.2	75.3±7.1
DBP (mmHg)	61.2±6.3	59.3±7.1	69.4±8.2	71.5±7.7	61.7±6.9
SBP (mmHg)	112.4±13.2	109.7±14.5	119.4±12.4	120.1±14.2	109.7±12.8
SV (mL)	63.4±4.6	63.3±7.2	66.7±7.8	68.5±9.4	66.7±8.2
CO (L/min)	5.1±0.7	5.0±0.5	4.5±0.3	4.8±0.6	5.2±0.7
对照组					
MAP (mmHg)	76.3±7.1	76.4±8.2	90.0±8.7 ^a	87.2±7.9	84.5±6.6 ^a
HR (次/min)	79.4±7.8	79.3±7.2 ^a	90.2±9.4 ^a	92.4±8.6 ^a	85.4±8.9 ^a
DBP (mmHg)	62.1±7.1	58.4±6.6	76.4±8.7 ^a	73.6±7.1	67.4±5.2 ^a
SBP (mmHg)	116.2±12.1	110.5±11.2	128.2±15.2 ^a	132.4±12.2 ^a	126.2±12.5 ^a
SV (mL)	62.2±5.1	64.1±6.8	67.4±6.6	71.2±8.3	70.2±12.6
CO (L/min)	5.2±0.6	4.8±0.7	5.5±6.1 ^a	6.0±0.9 ^a	6.5±0.5 ^a

与处理组比较, a: $P<0.05$

2.3 两组患者的血流动力学异常发生率和乳酸、pH 值比较 对比两组患者的血流动力学异常发生率, 其中处理组的异常发生率为 22.9%, 对照组为 48.6%, 两组比较差异具有统计学意义 ($\chi^2=5.040$, $P=0.025$), 其中两组的 LAC 值比较, 在 T1 时两组

的 LAC 值比较差异无统计学意义 ($t=1.249$, $P=0.216$), 而在 T5 时处理组的 LAC 值低于对照组, 差异具有统计学意义 ($t=3.516$, $P=0.001$), 而两组患者在 T1 和 T5 的 PH 值比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 3 两组患者的血流动力学异常发生率和乳酸、pH 值比较

组别	n	血流动力学异常发生率 (%)	T1 LAC (mmol/L)	T5 LAC (mmol/L)	T1 PH	T5 PH
处理组	35	8 (22.9)	0.86±0.18	1.42±0.45	7.35±0.07	7.36±0.10
对照组	35	17 (48.6)	0.92±0.22	1.77±0.38	7.34±0.09	7.35±0.12
统计值		$\chi^2=5.040$	$t=1.249$	$t=3.516$	$t=0.519$	$t=0.379$
P 值		0.025	0.216	0.001	0.606	0.706

3 讨 论

长时间使用止血带造成的组织血液灌注压降低甚至无血液灌注等均可导致机体细胞发生缺血一再灌注损伤^[6]。及时有效的恢复缺血组织的血液再灌注是改善或避免缺血一再灌注损伤的最基本措施^[7]。阻断肢体血供后, 肢体处于缺血状态, 导致细胞内缺血缺氧和高能磷酸化合物分解增多, 无氧代谢产物蓄积。再灌注后机体处于氧化应激状态, 同时生成大量的氧自由基^[8], 氧自由基可能通过膜脂质的过氧化等作用对组织产生损伤, 因此, 临床上预防使用止血带引起的缺血再灌注损伤值得注意和

重视。

磷酸肌酸钠是一种为机体提供能量的外源性制剂, 有存储和转运 ATP 的双重作用, 目前临床上主要用于心脏停搏液中以保护心肌^[9]。其在心肌缺血、能量代谢障碍等病理状态下, 能快速降解为磷酸肌酸, 为机体提供能量, 对缺血一再灌注时组织的能量起到迅速补充作用, 从而减少了酸性物质的大量生成和阻止胞内酶的活性改变^[10]。本研究探究了磷酸肌酸钠在骨科全麻手术中使用止血带的血流动力学影响及其对止血带反应的预防作用。本研究结果显示, ASA 分级和止血带使用时间在两组之间同质性较好。止血带充气或者放气过程导致的血流动

力学改变,是在肢体驱血以及止血带充气以后,全身循环血量和外周血管阻力都会增加。研究表明:双下肢同时驱血后可导致循环血量增加超过 15%^[11]。对照组的 MAP 值在 T3、T5 显著高于处理组,表明使用磷酸肌酸钠后患者的 MAP 更加平稳,而 HR 值在 T2、T3、T4、T5 均高于处理组,这与磷酸肌酸钠减轻组织自由基损伤后,介导了交感神经系统,减轻了交感神经系统的兴奋性有关^[12-13]。且 DBP 值和 SBP 值在 T3、T5 显著高于处理组,这也反应了对交感神经兴奋性的降低。同时两组的 SV 在 T1~T5 值比较差异无统计学意义,表明磷酸肌酸钠使用后不影响搏输出量^[14],而对照组 CO 在 T3、T4、T5 显著高于处理组($P<0.05$),这可能与心率加快有关,综合比较,磷酸肌酸钠减轻了止血带对血流动力学影响。

止血带充气后,细胞线粒体内的氧被耗尽,氧分压降为零,组织进入了无氧代谢期。随后 30~60min,许多的无氧代谢如乳酸、K⁺、CO₂ 等产物在组织堆积^[15]。止血带放气后 3min,动脉血乳酸浓度平均最高可以增加 2.13 mmol/L^[16]。本研究提示使用磷酸肌酸钠后处理组的 LAC 值显著低于对照组,表明使用磷酸肌酸钠可减少使用止血带后无氧代谢的堆积,对于两组的 pH 值未见明显影响,这可能与手术时间较短有关。

综合上述,因本研究的临床病例较少,仍需进一步增加病例以加强论证。因此,磷酸肌酸钠能减轻骨科全麻手术中使用止血带的血流动力学异常发生率,同时具有减轻使用止血带后乳酸堆积的作用。

参考文献:

- [1] Codding JL, Vosbikian MM, Ilyas AM, et al. Acute Compartment Syndrome of the hand [J]. *Hand Surg Am*, 2015, 40(6): 1213-1216.
- [2] Guimarães Filho MA, Cortez E, Garcia-Souza éP, et al. Effect of remote ischemic preconditioning in the expression of IL-6 and IL-10 in a rat model of liver ischemia-reperfusion injury [J]. *Acta Cir Bras*, 2015, 30(7): 452-460.
- [3] 李海东, 秦刚, 徐苏洋, 等. 黄连及其活性成分对缺血-再灌注损伤保护机制 [J]. *国际骨科学杂志*, 2011, 32(5): 321-323.
- [4] Jacob AK, Mantilla CB, Sviggum HP, et al. Perioperative nerve injury after total knee arthroplasty: regional anesthesia risk during a 20-year cohort study [J]. *Anesthesiology*, 2011, 114: 311-317.
- [5] 常建华, 景桂霞, 党旭云. 磷酸肌酸钠预处理对糖尿病大鼠心脏缺血再灌注损伤的保护作用及其机制 [J]. *西安交通大学学报: 医学版*, 2011, 32(2): 151-154.
- [6] Ramadhyani U, Park JL, Carollo DS, et al. Dexmedetomidine: clinical application as an adjunct for intravenous regional anesthesia [J]. *Anesthesiology Clin*, 2010, 28: 709-722.
- [7] Smith TO, Hing CB. Is a tourniquet beneficial in total knee replacement? A meta-analysis and systematic review [J]. *Knee*, 2010, 17: 141-147.
- [8] Alcelik I, Pollock R D, Sukeik M, et al. A comparison of outcomes with and without a tourniquet in total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Arthroplasty*, 2012, 27(3): 331-340.
- [9] 丁明, 李大鹏, 王欣辉, 等. 外源性磷酸肌酸钠对缺血再灌注骨骼肌保护机制的实验研究 [J]. *实用医药杂志*, 2012, 29(7): 627-629.
- [10] 喻文立, 杜洪印, 翁亦齐. 磷酸肌酸钠对活体肝移植术患者围术期心肌损伤的影响 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2010, 30(12): 1424-1427.
- [11] Yuki Ito, Naoe Kaneko, Tomoyuki Iwasaki, et al. IL-1 as a target in inflammation [J]. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*, 2015; 15(3): 206-211.
- [12] Marin-Garcia J. Mitochondria and their role in cardiovascular disease [A]. *Mitochondrial Dynamics in health and disease* [M]. Springer: US, 2013: 329-342.
- [13] 吴静, 疏树华, 柴小青, 等. 磷酸肌酸钠预处理对老年患者全膝关节置换骨水泥植入术中循环功能的保护作用 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(12): 1186-1189.
- [14] 黄标通, 龙建平, 熊卫民. 心脏瓣膜替换患者围术期应用磷酸肌酸钠的血流动力学影响 [J]. *实用医学杂志*, 2010, 26(22): 4120-4121.
- [15] Ginsburg KS, Weber CR, Bers DM. Cardiac Na⁺-Ca²⁺ exchanger: dynamics of Ca²⁺-dependent activation and deactivation in intact myocytes [J]. *Physiol*, 2013, 591(Pt 8): 2067-2086.
- [16] Covarrubias AJ, Horng T. IL-6 Strikes a Balance in Metabolic Inflammation [J]. *Cell Metab*, 2014; 19(6): 898-899.

(本文编辑:秦旭平)