

# 碳酸氢钠预处理对膝关节置换手术中松止血带后的血流动力学的影响

陈安基, 高建新, 龙志忠, 张治明, 张峰华

**[摘要]** 目的 观察TKA中松开止血带前,以碳酸氢钠输注预处理对血流动力学的影响。方法 60例ASA II-III拟择期在全身麻醉下行膝关节置换的患者随机分为碳酸氢钠组(BR组,  $n=30$ )和复方林格液(RL组,  $n=30$ )。两组患者常规全麻下接受手术,手术中使用气压止血带止血,在松开止血带前分别泵注(15 min)5%碳酸氢钠250 mL(BR组)和复方林格液250 mL(RL组)。输注完成后松开止血带,观察心率(heart rate, HR),收缩压(systolic blood pressure, SBP),舒张压(diastolic blood pressure, DBP),中心静脉压(central venous pressure, CVP)的变化,观察时间点:快速输注前(T1),快速输注5 min(T2),快速输注10 min(T3),松开止血带后5 min(T4),松开止血带后30 min(T5)。手术中使用间羟胺作为低血压调控药物。**结果** (1)T1-T3两组间血流动力学变化无统计学意义;(2)T4时,HR( $P=0.046$ ),SBP( $P=0.006$ ),DBP( $P=0.02$ )改变情况均明显低于RL组( $P<0.05$ );和T3比较,T4时,两组患者的SBP,DBP以及CVP均出现了明显程度的改变。T5时,改变的血流动力学情况有所恢复;(2)BR组的间羟胺使用量明显低于LR组( $P=0.018$ )。**结论** 在TKA中在松开止血带前,静脉注射碳酸氢钠进行预处理,能有效缓解松开止血带所引起的血流动力学变化。

**[关键词]** 止血带;TKA;碳酸氢钠;血流动力学

**[中图分类号]** R614

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 2095-3097(2021)05-307-4

doi: 10.3969/j.issn.2095-3097.2021.05.007

## Effect of sodium bicarbonate pretreatment on hemodynamics after tourniquet release in TKA

CHEN Anji<sup>1</sup>, GAO Jianxin<sup>1</sup>, LONG Zhizhong<sup>2</sup>, ZHANG Zhiming<sup>2</sup>, ZHANG Fenghua<sup>3</sup>

(1.Department of Anesthesiology, Changsha Hospital for Maternal and Child Health Care, Changsha Hunan 410007, China. 2.Department of Anesthesiology, Chenzhou No.1 People's Hospital, Chenzhou Hunan 423000, China;3.Department of pediatric respiratory, Chenzhou No.1 People's Hospital, Chenzhou Hunan 423000, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore whether the hemodynamic changes caused by the release of tourniquet can be reduced by intravenous injection of sodium bicarbonate before releasing the tourniquet during the total knee replacement Arthroplasty (TKA). **Methods** Sixty patients who were ASA II-III candidates for elective TKA under general anesthesia were randomly grouped into two groups: bicarbonate group (BR group,  $n = 30$ ) and ringer group (RL group,  $n = 30$ ). During the operation, the tourniquet was loosened after the observation drugs were transfused, the changes of HR, SBP, DBP and CVP were noted. The observation time points were defined as before rapid infusion (T1), 5 min after rapid infusion (T2), 10 min after rapid infusion (T3), 5 min after loosening the tourniquet (T4), and 30 min after loosening the tourniquet (T5). Metaraminol was used as a hypotension rescue drug. **Results** (1) Hemodynamic changes were not statistically significant between the two groups at T1-T3; (2) Compared with T3, SBP, DBP and CVP of both groups changed significantly at T4. However, HR( $P=0.046$ ), SBP( $P=0.006$ ) and DBP( $P=0.02$ ) in group BR were significantly lower than those in group RL ( $P< 0.05$ ). At T5, hemodynamic changes were restored and approached the level at T3 more quickly in the group BR. (2) The consumption of metaraminol in the BR group was significantly lower than that in the LR group ( $P=0.018$ ). **Conclusion** In TKA, pretreatment with intravenous sodium bicarbonate before the release of tourniquet can effectively alleviate the hemodynamic changes caused by the release of tourniquet.

**[Key words]** Tourniquet; TKA; Sodium bicarbonate; Hemodynamics

**[基金项目]** 湖南省自然科学基金支持项目(2019JJ40010)

**[作者单位]** 410007 湖南 长沙, 湖南师范大学附属长沙市妇幼保健院麻醉重症科(陈安基, 高建新); 423000 湖南 郴州, 郴州市第一人民医院麻醉科(龙志忠, 张治明), 儿童呼吸科(张峰华)

**[通讯作者]** 张峰华, E-mail:1023553885@qq.com

行人工膝关节置换手术时,手术医生通常会在手术中使用到气压止血带,以达到减少手术出血、保持术野干净的目的<sup>[1-2]</sup>。止血带在带来上述优点的同时,常会带来一种叫做止血带反应的并发症。有两种表现,表现1,是止血带挤压时期,在麻醉深度控制不佳,止血带时间太长,导致应激性的血压升高,心率加快等现象<sup>[3]</sup>。在全身麻醉下,控制适当的麻醉和镇痛深度,使用右美托咪定等,能较好地解决这种现象<sup>[4]</sup>。表现2,是在松开止血带后,引起一系列的血压下降,心率加快,中心静脉压(central venous pressure, CVP)升高的现象<sup>[5]</sup>。这种反应需要严密观察,积极应对,处理不当可以引发血压剧烈下降,抑制心肌收缩,甚至危及生命,可能与被阻断肢体在缺血状态下产生了大量酸性代谢物质快速入血有关<sup>[6]</sup>。因此,在临床麻醉过程中,找到合适的方法减少松开止血带所带来的心血管反应非常重要。本研究拟明确在和常规液体(复方林格液)输注比较,碳酸氢钠的预处理是否可以减轻膝关节置换术中松开止血带所致的血流动力学大幅波动。

## 1 资料与方法

1.1 资料 在获得医院伦理委员会批准(20180104),所有患者均签署知情同意书。选择在2020年1月至12月在手术室内行全麻下行单侧膝关节置换术的患者60例,纳入标准:美国麻醉医师协会(American Association of Anesthesiologists, ASA)分级II-III级,年龄(54 ± 12)岁,性别不限,体重指数(Body Mass Index, BMI) 20~28 kg/m<sup>2</sup>,手术时间2~3 h。排除标准:术前有未控制的严重系统疾病,包括心血管、糖尿病、呼吸系统疾病等;手术时间>3 h;术中出血大于400 mL。采用随机数字法将入选患者分为2组,碳酸氢钠组(BR组, n=30),对照组(复方林格)组(LR组, n=30)。所有手术均由同一组医师完成。

1.2 方法 患者进入手术间后,开放上臂静脉,以迈瑞T9监护仪实施ASA标准监测+有创血压。局麻下行动脉穿刺针行左侧桡动脉穿刺。超声引导下右侧颈内静脉穿刺,置入双腔静脉导管,监测中心静脉压(central venous pressure, CVP)。麻醉诱导:先小剂量依次分别静脉注射咪唑仑1 mg,舒芬太尼5 μg,顺阿曲库铵2 mg,1 min后依次静脉给依托咪酯0.2 mg/kg,舒芬太尼0.3 μg/kg,顺阿曲库铵0.05 mg/kg。诱导时间不低于3 min。气管插管后,麻醉机控制呼吸,静脉持续泵入右美托咪定0.2 μg/kg/h,丙泊酚0.5~2 mg/kg/h,持续吸入1%七氟醚,接Narcotrend监测麻醉深度,维持指数在D2-E3之间。

手术开始前,在大腿中上1/3处安装止血带,接止血带机。消毒完成后,开始手术,采用限制性使

用止血带策略:截骨完成后行假体安装时止血带充气,膝关节假体成功放置且骨水泥硬化时,松开止血带,压力控制在350 mmHg。密切观察生命体征变化。松开止血带前15 min以25 mL/min速度输入碳酸氢钠液250 mL(BR组)或复方林格液250 mL(LR组),输液完成后,松开止血带。主要观察指标包括:心率(heart rate, HR),收缩压(systolic blood pressure, SBP),舒张压(diastolic blood pressure, DBP),中心静脉压(central venous pressure, CVP),呼吸末二氧化碳(PetCO<sub>2</sub>)。观察时间点:快速输注前(T1),快速输注5 min(T2),快速输注10 min(T3),松开止血带后5 min(T4),松开止血带后30 min(T5)。若血压下降超过T0的20%,且维持2 min,以静脉追加间羟胺20 ug/kg,记录间羟胺使用量。手术结束送麻醉后恢复室,B超引导下隐神经阻滞。患者苏醒满意后,静脉接镇痛泵(爱鹏,江苏南通)实施病人自控镇痛,(舒芬太尼100 ug+地佐辛10 mg+托烷司琼5 mg,生理盐水稀释成100 mL),维持量1 mL/h,冲击量3 mL,锁定时间15 min。

1.3 统计学处理 使用GraphPad Prism 8作为统计分析软件,计量资料以均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组之间使用独立样本t检验,组内不同时间点的所测得的血流动力学数据使用重复测量的方差分析;计数资料使用卡方检验或者fisher精确检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组患者人口学资料和手术相关信息的比较 入组的所有病例均在全身麻醉下顺利完成手术,未出现剔除的病例。两组患者的人口学资料,包括年龄,性别,ASA, BMI等人口学资料,差异均无统计学意义。两组患者止血带时间,手术时间,输液量,出血量差异均无统计学意义,表1。

2.2 两组患者血流动力学数据的比较 在T1-T3时,两组的血流动力学相关数据,包括心率,收缩压,舒张压, CVP组见均无统计学差异,组内也无统计学差异。T4时,LR组心率增加,显著高于BR组,同时组内与T3时的心率比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。T4时,和T3比较,两组患者的血压SBP, DBP均有下降,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),其中BR组下降程度较LR组缓,两组之间差异有统计学意义,两组患者的CVP均出现升高的现象,LR组中,和T3比较,差异有统计学意义;与血压变化相似的是,BR组CVP改变的幅度明显小于LR组(表2)。BR组的间羟胺使用量明显低于LR组,  $P = 0.018$ (表1)。

表1 两组人口学资料和手术相关信息的比较(n=30,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	年龄 (岁)	性别 (男/女)	ASA (II/III)	BMI kg/cm <sup>2</sup>	输血量 (mL)	出血量 (mL)	止血带时间 (min)	手术时间 (min)	间羟胺使用量 (mg)
BR组	55±16	11/19	8/22	26.3±3.4	1543±236	423±36	55±5.6	135±38	2.5±1.3
LR组	53±18	13/17	10/20	25.5±4.1	1489±312	451±28	54±6.3	128±42	3.6±2.1*
P值	0.65	0.6	0.57	0.41	0.45	0.11	0.56	0.5	0.018

和BR组比较,\*P&lt;0.05

表2 两组患者血流动力学数据的比较(n=30,  $\bar{x}\pm s$ )

项目	组别	T1	T2	T3	T4	T5
HR(bpm)	BR组	74.7±13.8	78.7±14.0	78.2±13.7	79.2±12.6	76.5±13.2
	LR组	76.2±14.9	77.8±14.6	78.5±14.0	87.9±19.7 <sup>#</sup>	79.3±16.3
	P值	0.69	0.24	0.9	0.046	0.47
SBP mmHg	BR组	131.2±18.1	128.6±19.5	126.4±21.3	111.2±26.2 <sup>*</sup>	121.6±19.5
	LR组	133.3±22.6	125.9±21.2	125.7±20.6	92.6±24.0 <sup>#</sup>	101.2±25.5 <sup>#</sup>
	P值	0.69	0.24	0.9	0.046	0.47
DBP mmHg	BR组	79.6±8.9	78.5±14.1	75.6±12.5	59.6±13.7 <sup>*</sup>	69.5±14.5
	LR组	78.9±9.1	77.4±11.7	76.7±12.3	49.6±18.8 <sup>#</sup>	55.8±15.6
	P值	0.3	0.33	0.73	0.02	0.008
CVP cmH <sub>2</sub> O	BR组	10.2±4.4	9.5±3.6	9.8±4.1	12.1±6.7	11.7±7.0
	LR组	9.6±6.8	10.5±5.5	9.7±6.2	14.4±6.1 <sup>#</sup>	12.5±6.6
	P值	0.69	0.41	0.94	0.017	0.65

组内比较:BR组中,T4和T3比较,SBP:P=0.0167;DBP:P<0.0001;LR组中,T4和T3比较,HR<sup>#</sup>P=0.0374,SBP:P<0.0001,DBP:P<0.0001,CVP:P=0.0045;T5和T3比较,SBP:P=0.0001

### 3 讨论

本研究发现,松开止血带前静脉泵注碳酸氢钠进行预防性处理后(BR组),松开止血带,患者的生命体征剧烈改变的情况得到了明显的改善(和常规的复方林格相比),主要表现在,心率增加不明显,尽管血压(SBP,DBP)在止血带松开后,还会有一定幅度的下降,但幅度较LR组明显小,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),进而减少了间羟胺的需求量( $P<0.05$ ),这可能与碳酸氢钠输注对酸性代谢性产物的中和,减少其对心脏的抑制<sup>[6]</sup>和扩血管作用,可以让松止血带反应得到减轻。止血带松开后,缺血的肢体重新获得循环,有效循环血量会下降,而有效循环血量下降往往表现CVP下降,而本研究中发现,两组患者CVP出现一过性的升高,BR组升高的幅度小于LR组,说明代谢性酸性产物,组织杂质等可能对部分肺循环产生了一定的阻塞作用,进而升了CVP,这种CVP升高现象可能与上述物质的心肌的抑制作用也有关<sup>[6]</sup>,而碳酸氢钠的输注可能中和酸性物质,疏通肺血管,减轻肺炎症反应和阻力,从而在两组之间出现了差异<sup>[9]</sup>。

止血带反应处理不当,可能带来灾难性的后果,这种现象常有报道<sup>[7-8]</sup>,其发生的机制可能有:①长时间缺血的肢体在没有氧供的情况下,通过无氧酵解产生了大量的酸性有害物质<sup>[9]</sup>,②肌肉在较高

的束缚压力下,部分肌肉细胞损坏,细胞内液中的钾离子释放到了细胞外,恢复的循环将高浓度的K<sup>+</sup>带入循环,对心脏收缩活动产生明显抑制<sup>[10-11]</sup>;③止血带的松开,前期不需要灌注的肢体需要更多的容量进行填充,突然的松开,可以因为暂时性的循环血量不足,从而出现血压无法维持的现象<sup>[12]</sup>;④脂肪,骨水泥颗粒,空气等其他异物<sup>[13]</sup>可能在止血带松开后,进入循环。临床中,采用阶段性的松开止血带,不仅可以减少进入循环的K<sup>+</sup>的浓度,也可以减轻一过性循环血量不足的现象,让松开止血带反应得到了部分改善<sup>[14]</sup>。

综上所述,在人工膝关节置换手术中,在松开止血带前,使用碳酸氢钠进行预处理,可以减轻止血带松开时所引起的血流动力学改变。

#### [参考文献]

- 李杨,卢猛,田华,等.比较全膝关节置换术中不同止血带放松方式对失血的影响[J].中华医学杂志,2017,97(41):3219-3224.
- 彭晨健,杜斌,孙光权,等.人工全膝关节置换加速康复中优化止血带的使用策略[J].中国组织工程研究,2019,23(28):4451-4455.
- 王瑞玉,刘尧,赵伟,等.硫酸镁对全麻下止血带相关高血压和术后疼痛的影响[J].临床麻醉学杂志,2019,35(7):676-679.
- 王武,吴绍芳,郑旺福.右美托咪定对周围神经阻滞下行下肢手术患者止血带反应的影响[J].中华麻醉学杂志,2018,38(6):652-655.
- 周丽敏,陈军,陈娟娟,等.麻黄碱与甲氧明对稳定老年下肢手

(下转第286页)