DOI: 10.16016/j.1000-5404.202007040

碳酸氢钠对老年全髋关节置换术后血乳酸、血压及炎性指标的影响

梁帅楠[1],孙茂淋[1],郑小龙[2],何 锐[1],陈光兴[1],杨 柳[1] 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院关节外科中心[1];271000 山东 泰安,95979 部队[2]

[**摘要**] **目的** 探讨老年全髋关节置换术(total hip arthroplasty, THA)后使用碳酸氢钠对患者血清乳酸(lactic acid,Lac)水平、血流动力学及炎性指标的影响。**方法** 回顾性分析2018年2~11月在本院行单侧THA的90例老年患者的病例资料,根据术后是否静脉滴注碳酸氢钠分为碳酸氢钠组和对照组(n=45)。碳酸氢钠组术后给予静脉滴注5%碳酸氢钠2 mL/kg 1次,而对照组未给予上述处理。记录给药前(T0)、给药后12 h(T1)、给药后24 h (T2)、给药后48 h(T3)各时间点的血气分析、心率(heart rate,HR)、平均动脉压(mean arterial pressure,MAP)指标及术前和术后血常规、C反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)炎性指标;评估术前及术后3个月的疼痛视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)和Harris评分。**结果** 两组患者的一般资料无统计学差异。碳酸氢钠组与对照组的MAP在T0时差异无统计学意义,在T2、T3时碳酸氢钠组较对照组明显降低(P<0.05);碳酸氢钠组与对照组的乳酸值在T0时无明显差异,在T2、T3时碳酸氢钠组较对照组明显降低(P<0.05);碳酸氢钠组与对照组的pH值在T0、T1、T3时差异无统计学意义,在T2时碳酸氢钠组较对照组明显升高(P<0.05);两组患者炎性指标在术前差异无统计学意义,术后均较术前显著升高(P<0.05),但碳酸氢钠组显著低于对照组(P<0.05);两组患者在术后3个月的Harris评分均较术前显著上升(P<0.05),VAS评分均较术前显著下降(P<0.05),但组间比较均无统计学差异。**结论** 老年患者全髋置换术后输注少量碳酸氢钠可显著降低术后48 h的血乳酸水平;维持术后血流动力学稳定有助于降低术后炎症反应及其他并发症的发生。

[**关键词**] 人工全髋关节置换术;碳酸氢钠;乳酸;老年人;血压;炎性指标
[**中图法分类号**] R687.4; R914.3; R969.4 [**文献标志码**] A

Effect of sodium bicarbonate on blood lactate, blood pressure and inflammatory indexes after total hip replacement in elderly patients

LIANG Shuainan[1], SUN Maolin[1], ZHENG Xiaolong[2], HE Rui[1], CHEN Guangxing[1], YANG Liu[1] [1]Center for Joint Surgery, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038; [2]Troop 95979, Tai'an, Shandong Province, 271000, China

[**Abstract**] **Objective** To observe the effect of sodium bicarbonate on serum lactic acid (Lac) level, blood pressure and inflammatory indexes in elderly patients after total hip replacement. **Methods** We retrospectively analyzed the clinical data of 90 elderly patients undergoing unilateral total hip arthroplasty (THA) in our hospital between February, 2018 and November, 2018. Among these patients, 45 received intravenous infusion of 5% sodium bicarbonate (2 mL/kg) immediately after the operation, while the other 45 patients did not receive the treatment (control group). Blood gas analysis was performed and the heart rate (HR) and mean arterial pressure (MAP) were measured before (T0) and at 12 (T1), 24 (T2) and 48 h (T3) after sodium bicarbonate administration. Blood routines, C-reactive protein (CRP) level, and erythrocyte sedimentation rate (ESR) before and after the operation were assessed, and visual analogue scale

[**基金项目**] 国家重点研发计划项目(2017YFC110705);广东省重点研发项目(2018B090906003)
[**通信作者**] 杨 柳,电话:(023)68765920,E-mail:jointsurgery@163.com

(VAS) scores and Harris scores before and at 3 months after the operation were evaluated for each patient. **Results** The general baseline data were comparable between the 2 groups. The MAP and the level of lactic acid did not differ significantly between the 2 groups at T0, but were significantly lower in sodium bicarbonate group at T2 and T3 ($P<0.05$). The pH value did not differ significantly between the 2 groups at T0, T1 and T3, but was significantly higher in sodium bicarbonate group at T2 ($P<0.05$). The inflammatory parameters, which were comparable between the 2 groups before the operation, increased significantly after the surgery in both groups ($P<0.05$), but were significantly lower in sodium bicarbonate group than in the control group ($P<0.05$). In both groups, the Harris scores were increased ($P<0.05$) and the VAS scores were decreased significantly at 3 months after the operation without significant difference between the 2 groups ($P<0.05$). **Conclusion** Infusion of small-dose sodium bicarbonate can significantly reduce blood lactic acid level at 48 h after total hip replacement and helps to maintain postoperative hemodynamic stability, reduce postoperative inflammation and prevent complications in elderly patients.

[**Key words**] artificial total hip replacement; sodium bicarbonate; lactic acid; aged; blood pressure; inflammatory index

Supported by the National Key Research and Development Program (2017YFC110705) and the Key Research and Development Project of Guangdong Province (2018B090906003). Corresponding author: YANG Liu, Tel: 86-23-68765920, E-mail: jointsurgery@163.com

人工全髋关节置换(total hip arthroplasty, THA)是治疗髋部伤病最有效的方法,特别是急性股骨近端骨折的老年患者可显著降低其病死率[1]。然而置换手术创伤大,术中出血多[2],由该术式所引起的应激反应会对患者术后康复产生影响[3-4]。手术创伤和麻醉药物所引起的组织灌注不足可引起患者血乳酸(lactic acid, Lac)水平升高[5],特别是伴有基础疾病、心功能及肝肾功能减退的老年患者,更易发生术后乳酸的蓄积。乳酸蓄积进而导致高乳酸血症[6],从而降低心肌收缩力、心输出量、血压及组织灌注压,并增加了术后感染的风险[7],显著影响其术后管理和恢复,因此临床上应特别注意老年患者置换术后的乳酸水平。碳酸氢钠作为一种临床上常用的碱性药物,能够有效中和酸性代谢产物并降低血乳酸水平,有利于维持患者的术后血流动力学稳定并降低术后感染的风险,但当前针对全髋关节置换术后是否应当常规应用碳酸氢钠缺少临床报道。因此,本研究旨在探讨老年全髋关节置换术后使用小剂量碳酸氢钠的安全性,评估其对患者血清 Lac 水平、血流动力学以及炎性指标的影响,为临床治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 病例入选标准

纳入标准:①行单侧全髋置换术的患者;②病历完整,术后资料齐全;③患者年龄≥65 岁。排除标准:①患者合并严重肝肾功能障碍、血液病及其他代谢障碍性疾病病史;②有髋关节手术史;③贫血;④有磺胺类药物过敏史。

1.2 一般资料

选取 2018 年 2~11 月在本院择期行单侧全髋关节置换手术的老年患者 90 例,男性 42 例、女性 48 例,年龄 65~80 岁,美国麻醉师协会(ASA)Ⅰ~Ⅱ级。研究通过本院伦理委员会审批同意(审批号 KY2020139)。根据术后补液是否静脉滴注碳酸氢钠,将患者分为碳酸氢钠组和对照组,各 45 例。两组患者性别、身高、体质量、年龄、术中出血量、术后引流量、手术部位和手术时间等一般资料差异无统计学意义($P>0.05$,表 1)。

表 1 两组患者一般资料比较($n=45$,例,$\bar{x}\pm s$)

组别	男/女	体质量/kg	身高/cm	年龄/岁	术中出血量/mL	术后引流量/mL	病变部位(左髋/右髋)	手术时间/min
碳酸氢钠组	19/26	62.80±12.86	161.49±6.37	69.23±5.37	156.79±114.35	12.11±15.45	23/22	73.37±21.05
对照组	20/25	62.25±10.91	160.63±8.32	68.81±7.66	164.15±61.96	13.20±12.75	19/26	70.37±23.71
统计值	$\chi^2=1.772$	$t=0.276$	$t=0.780$	$t=0.437$	$t=1.356$	$t=1.023$	$\chi^2=2.510$	$t=0.566$
P	0.238	0.771	0.416	0.680	0.187	0.177	0.082	0.277

1.3　手术方法

所有患者均完善术前检查,术前给予塞来昔布胶囊 200 mg 口服预防性镇痛,并签订手术知情同意书及麻醉知情同意书,术前禁食、禁水,给予注射用盐酸万古霉素+0.9%氯化钠注射液体静脉滴注预防感染治疗。在硬腰联合麻醉后,患者取侧卧位。行髋关节后外侧切口,长约 12 cm,逐层切开皮肤、皮下组织,切开关节囊,清除增生滑膜及血肿,测量股骨头最大段的直径,用电锯截除股骨头及股骨颈,取出股骨头。板状拉钩显露髋臼。切除髋臼缘增生骨质,松解关节周围纤维组织。切除髋臼内软组织。髋臼及股骨侧磨锉和扩髓至适宜大小后,植入人工关节,位置适宜后,复位髋关节,最后逐层缝合切口,术后 1 d 拔除引流管。

1.4　术后处理及疗效评价指标

患者术后给予一级护理,行心电监护、鼻导管吸氧。抬高患肢并固定于中立位,术区冰敷,给予常规补液、预防感染治疗。碳酸氢钠组在术后补液中给予患者 5%碳酸氢钠注射液 2 mL/kg 且仅在术后使用 1 次;对照组不采用碳酸氢钠。术后第 1 天拔除引流管及复查血常规,并在助行器辅助下下床行功能锻炼、卧床时行患肢直腿抬高训练。术后第 3 天复查血常规、肝肾功能、电解质,出院前复查髋关节正侧位片。所有纳入患者手术均顺利完成,均无输血病例,且术中均无神经、血管经损伤等严重并发症发生;两组患者术后均无感染、脱位及明确血肿形成病例。收集患者术后给药前(T0)、给药后 12 h(T1)、给药后 24 h (T2)、给药后 48 h(T3)各时间点血气分析结果、心率、平均动脉压,并记录术前及术后血常规、CRP 及 ESR。采用 Harris 评分和疼痛视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)评价临床效果。

1.5　统计学方法

采用 SPSS 20.0 统计软件。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,进行组内比较时采用单因素方差分析或配对样本 t 检验,组间比较时采用独立样本 t 检验,计数资料采用 χ^2 检验,检验水准 α 值取双侧 0.05。

2　结果

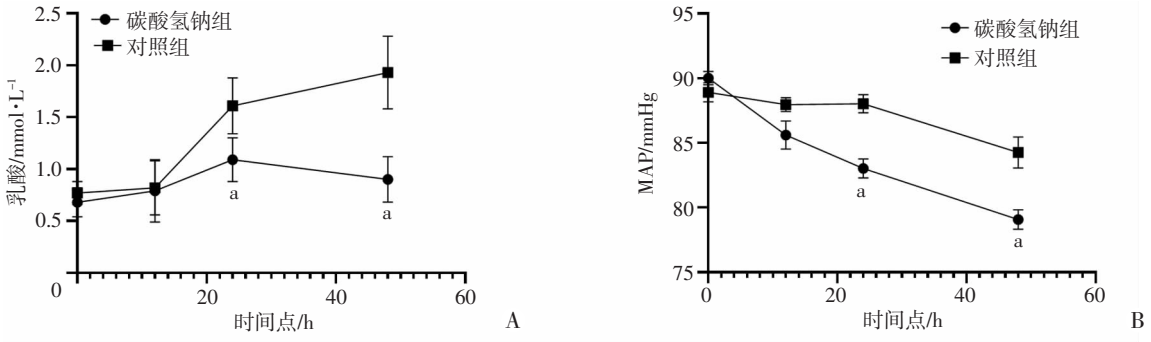
2.1　两组不同时间血流动力学及血气分析结果比较

比较两组患者的血气结果,与 T0 时相比,碳酸氢钠组血清乳酸在 T2 时升高($P<0.05$),T3 时降低($P<0.05$);对照组血清乳酸在 T2、T3 时升高($P<0.05$)。两组在 T0 时乳酸值无统计学差异,T2、T3 时碳酸氢钠组血清乳酸较同时刻对照组的血清乳酸值低($P<0.05$,图 1A)。两组患者的 pH 在 T0 时无统计学差异,在 T2 时碳酸氢钠组高于对照组($P<0.05$),见表 2。血流动力学指标方面,碳酸氢钠组的 MAP 术后维持在正常范围内,T1、T2 及 T3 与 T0 相比均显著减低($P<0.05$),且在 T2 及 T3 时间点显著低于对照组($P<0.05$);对照组的 MAP 在术后 T1、T2 及 T3 与 T0 相比差异无统计学意义(图 1B)。两组各时点的 HR、动脉血氧分压、二氧化碳分压、红细胞压积及血红蛋白组内、组间比较无统计学差异,见表 3。

表 2　两组患者不同时间血气分析结果比较 ($n=45,\bar{x}\pm s$)

组别	pH	PaO_2 /mmHg	Lac /mmol/L	$PaCO_2$ /mmHg
碳酸氢钠组				
T0	7.39±0.06	90.64±6.25	0.68±0.14	39.97±3.49
T1	7.40±0.05	92.83±5.02	0.79±0.30	38.20±3.06
T2	7.42±0.04^{ab}	94.79±2.59	1.09±0.21^{ab}	40.00±3.66
T3	7.39±0.04	94.91±2.28	0.9±0.22^{ab}	39.93±3.89
对照组				
T0	7.40±0.07	90.20±7.00	0.77±0.11	40.61±3.74
T1	7.38±0.05	92.55±5.24	0.82±0.26	41.34±4.07
T2	7.34±0.03^{a}	91.22±5.76	1.61±0.27^{a}	41.71±3.80
T3	7.39±0.03	91.83±5.92	1.93±0.35^{a}	40.95±3.68

a:$P<0.05$,与 T0 比较;b:$P<0.05$,与对照组比较



a:$P<0.05$,与对照组比较

图 1　两组患者血乳酸(A)和 MAP(B)随时间变化趋势　($n=45,\bar{x}\pm s$)

表 3 两组患者不同时间血流动力学、红细胞及血红蛋白指标比较($n=45,\bar{x}\pm s$)

组别	MAP	HR /次·min^{-1}	红细胞压积	血红蛋白 /g·L^{-1}
碳酸氢钠组				
T0	90.00±0.52	68.00±4.03	28.94±3.06	103.10±5.26
T1	85.61±1.08	66.52±4.15	29.54±3.27	105.93±3.82
T2	83.02±0.73^{ab}	67.01±4.17	29.81±3.66	108.20±4.43
T3	79.07±0.75^{ab}	66.70±3.90	29.03±3.07	112.63±3.59
对照组				
T0	88.91±0.74	67.35±4.31	29.26±3.06	101.03±5.53
T1	87.95±0.54	66.90±3.52	29.00±2.82	103.20±3.27
T2	88.03±0.70	66.34±4.41	29.32±2.72	110.50±4.30
T3	84.25±1.21	67.41±4.50	30.99±2.93	112.30±5.64

a:$P<0.05$,与 T0 比较;b:$P<0.05$,与对照组比较

2.2 两组患者炎性指标比较

两组患者术后 WBC 计数、CRP 水平和 ESR 水平均较术前显著升高,差异有统计学意义($P<0.05$);术后碳酸氢钠组患者的 WBC 计数、CRP 水平和 ESR 水平均显著低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。

2.3 髋关节功能评估

两组患者术后 3 个月的 Harris 评分均较术前显著上升,且差异有统计学意义($P<0.001$),两组患者术后 3 个月的 VAS 评分均较术前显著下降,且差异有统计学意义($P<0.001$)。对比两组间的 Harris 和 VAS 评分无统计学差异(表 5)。

3 讨论

随着我国社会人口老龄化的加剧,髋关节疾病日益成为影响老年患者日常生活的因素[8-9]。人工全髋关节置换可使老年患者术后早期恢复下地行走能力,显著降低下肢静脉血栓以及肺炎等并发症的发生率[10]。由于关节置换手术创伤大、失血多等原因,术中常采用血液稀释、控制性降压[11]的措施来降低出血量,所以关节置换术后机体会有一定程度的缺氧,这会对脏器血液循环和代谢产生明显影响[13]。组织缺氧会导致乳酸增高,而严重的高乳酸血症又会导致心肌收缩力、心输出量降低,血压下降,还会影响组织灌注以及降低心血管对儿茶酚胺的反应。老年患者由于麻药作用和心肺代偿功能减退,会引起低氧及 CO_2 潴留。低氧及 CO_2 潴留通过引起交感肾上腺轴的应激反应,升高血中儿茶酚胺浓度,进而外周循环系统阻力增加,最终导致组织缺氧低灌注,血清乳酸水平升高[12]。老年患者在 THA 术后常发生乳酸水平升高和 pH 下降,这种酸性环境会进一步提高炎症因子的活性,加重肾功能损伤[13]。另有研究表明置换术后的乳酸清除率与术后认知功能障碍存在相关性[14]。多中心临床随机对照实验表明[15-16]:以乳酸水平为导向的治疗可显著降低 ICU 重症患者的死亡率。在急诊室复苏期间,以乳酸水平正常化为目标进行治疗的患者,比没有进行连续乳酸水平监测的患者死亡率更低,ICU 住院时间更短。血乳酸水平升高重在预防[17],因此我科认为老年患者在 THA 术后血乳酸>1.8 mmol/L,且有持续上升趋势时,有必要使用小剂量碳酸氢钠干预治疗。

THA 术后是否应用碳酸氢钠虽然存在争议,但在临床上仍被骨科医师使用。目前我科的治疗方案是给予老年患者 THA 术后静脉滴注 5%碳酸氢钠 2 mL/kg,术后使用 1 次。本研究对我科老年患者 THA 术后应用小剂量碳酸氢钠的临床效果进行回顾性分析,结果

表 4 两组患者 WBC、CRP 和 ESR 指标比较($n=45,\bar{x}\pm s$)

组别	CRP/mg·L^{-1}		ESR/mm·h^{-1}		WBC/10^9·L^{-1}	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
碳酸氢钠组	5.59±7.06	54.76±36.13^{a}	15.07±11.93	31.50±17.53^{a}	6.11±1.65	6.66±1.58^{b}
对照组	6.53±8.13	100.57±38.75^{a}	18.18±17.72	46.57±20.69^{a}	6.57±1.38	7.41±1.85^{a}
t	0.58	5.736	0.967	3.686	1.412	2.070
P	0.56	0.000	0.337	0.000	0.162	0.042

a:$P<0.01$,b:$P<0.05$,与术前比较

表 5 两组患者术前术后 Harris 及 VAS 评分比较($n=45$, 分,$\bar{x}\pm s$)

组别	Harris 评分		P	VAS 评分		P
	术前	术后 3 个月		术前	术后 3 个月	
碳酸氢钠组	84.05±2.55	92.37±2.23	<0.001	5.58±0.63	2.51±0.76	<0.001
对照组	83.78±3.15	92.05±1.78	<0.001	5.63±0.79	2.63±0.54	<0.001

提示在给药后 48 h 时,碳酸氢钠组血清 Lac 值显著低于对照组,证明术后采用小剂量碳酸氢钠可有效降低患者血乳酸水平。碳酸氢钠溶液增加血浆内碳酸根离子浓度,中和血液中氢离子,从而起到降低血乳酸的作用,同时也有改善脑部各神经细胞的血供和氧供,促进淋巴液的吸收,改善局部状态的作用;碳酸氢钠可解除小动脉痉挛,提高体内碱储备[18],促进营养过程正常化。国外学者[19]研究结果显示即使患者在血压、HR 以及氧供正常的情况下,由于创伤及麻醉引起组织损伤,还是会导致缺氧低灌注状态进而引起血流动力学改变[20]。本研究表明碳酸氢钠组给药后 24 h 和 48 h 时 MAP 低于对照组,且均在正常范围内,说明术后采用碳酸氢钠可维持患者的血流动力学稳定。老年患者术后由于局部失血、灌注不足等原因,致使组织缺氧、乳酸生成增多[21]、pH 值下降,这种酸性环境提高了炎症因子的活性。对人工全髋关节置换患者应用碳酸氢钠后,降低血乳酸和 pH 的同时,也降低了 WBC 计数、CRP 和 ESR 等炎性指标。本研究结果表明,THA 术后的老年患者使用小剂量碳酸氢钠安全有效,可显著降低术后早期炎症反应。

碳酸氢钠作为一种临床上常用的碱性药物,具有中和酸性代谢产物的药理作用,与酸性产物中和反应会释放二氧化碳并提高局部二氧化碳分压,扩张毛细血管,促进血液流动[22]。同时碳酸氢钠可以碱化尿液,减少亚铁血红素的生成以及肌红蛋白对肾小管的阻塞影响,使肌红蛋白等物质加快排出[23]。王柳等[24]对拟接受冠状动脉造影的心血管病患者的研究也证实了碳酸氢钠的使用能够有效预防对比剂肾病,从而起到保护肾脏的作用。杨光等[25-26]报道,对术中进行控制性降压的患者静脉滴注小剂量碳酸氢钠能够降低术后并发症。同时有研究表明碳酸氢钠对低风险手术患者提供了一定程度的肾脏保护[27]。但是临床上对于碳酸氢钠的使用一向谨慎,核心在于用药剂量的把握。Henderson-Hasselbolch 方程式是分析判断酸碱平衡失调的经典方程式,也是计算碳酸氢钠用量的根本依据[28]。HCO_3^- 正常值为 1 L 血浆中 24 mmol。对于一个体质量为 60 kg 的成年男性,当血容量为 4.5 L 时,其动脉血中 HCO_3^- 的总量只要达到 54~64.8 mmol 即可维持 pH 值在正常范围内。根据既往研究表明对患者静脉滴注 5%碳酸氢钠在 100~750 mL 之间是安全有效的。从近期随访的结果来看,两组患者术后 3 个月的 Harris 评分均较术前显著上升,VAS 评分均较术前显著下降,但两组间比较均无统计学差异,说明老年患者在 THA 术后使用小剂量碳酸氢钠并未影响髋关节功能恢复,进一步证实了本研究中术后使用小剂量碳酸氢钠的安全性。综合以上研究,我们认为静脉滴注 5%碳酸氢钠 2 mL/kg 在安全剂量范围内,可维持老年患者术后 pH 值在正常范围内,不会发生由于过量 HCO_3^- 引起碱中毒。本研究所有碳酸氢钠组的患者术后均未出现腹痛、胸闷、呼吸困难、无力等不良反应。本研究也具有一定的局限性,首先未探讨麻醉方式和麻醉药物对血乳酸的变化的影响;其次,未考虑到人体自身代谢的乳酸量,因此需要纳入更多评价指标及研究方法进行观测。

综上,小剂量碳酸氢钠可安全用于全髋关节置换术后的老年患者,有助于维持术后血流动力学稳定,降低血清 Lac 水平,降低患者术后炎性指标,从而降低老年患者术后早期发生感染的风险。

参考文献:

[1] LU M, PHILLIPS D. Total hip arthroplasty for posttraumatic conditions[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2019, 27(8): 275-285. DOI: 10.5435/jaaos-d-17-00775.

[2] STIBOLT R D, PATEL H A, HUNTLEY S R, *et al*. Total hip arthroplasty for posttraumatic osteoarthritis following acetabular fracture: a systematic review of characteristics, outcomes, and complications[J]. Chin J Traumatol, 2018, 21(3): 176-181. DOI: 10.1016/j.cjtee.2018.02.004.

[3] BURGERS P T, VAN GEENE A R, VAN DEN BEKEROM M P, *et al*. Total hip arthroplasty versus hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures in the healthy elderly: a meta-analysis and systematic review of randomized trials[J]. Int Orthop, 2012, 36(8): 1549-1560. DOI: 10.1007/s00264-012-1569-7.

[4] 廖亮, 赵劲民, 苏伟, 等. 全髋与半髋关节置换治疗老年股骨颈骨折的 Meta 分析[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(22): 3991-3995. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8225.2010.22.001.
LIAO L, ZHAO J M, SU W, *et al*. Meta analysis of total hip arthroplasty versus hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures in elderly patients[J]. J Clin Rehabilit Tissue Eng Res, 2010, 14(22): 3991-3995. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8225.2010.22.001.

[5] REDDY A J, LAM S W, BAUER S R, *et al*. Lactic acidosis: clinical implications and management strategies[J]. Cleve Clin J Med, 2015, 82(9): 615-624. DOI: 10.3949/ccjm.82a.14098.

[6] 李世宽. 腹腔镜手术相关的高乳酸血症或乳酸性酸中毒

[J]. 腹腔镜外科杂志, 2016, 21(12): 954-957. DOI: 10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2016.12.954.
LI S K. Hyperlactic acidosis or lactic acidosis associated with laparoscopic surgery[J]. J Laparosc Surg, 2016, 21(12): 954-957. DOI: 10.13499/j.cnki.fqjwkzz.2016.12.954.

[7] ALBRIGHT C M, ALI T N, LOPES V, *et al*. Lactic acid measurement to identify risk of morbidity from sepsis in pregnancy[J]. Am J Perinatol, 2015, 32(5): 481-486. DOI: 10.1055/s-0034-1395477.

[8] LI N, LI P, LIU M, *et al*. Comparison between autologous blood transfusion drainage and no drainage/closed-suction drainage in primary total hip arthroplasty: a meta-analysis [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2014, 134(11): 1623-1631. DOI: 10.1007/s00402-014-2090-9.

[9] 刘国印, 朱冬梅, 张勇, 等. 围手术期康复功能锻炼预防全髋关节置换术后隐性失血的效果研究[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(4): 258-263. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.04.004.
LIU G Y, ZHU D M, ZHANG Y, *et al*. The impact of peri operative function exercises on hidden blood loss in elderly patients with total hip replacement[J]. Chin J Surg, 2016, 54(4): 258-263. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.04.004.

[10] 侯宁, 景峰, 容威, 等. 人工全髋关节置换术后放置引流的疗效及安全性分析[J]. 中华医学杂志, 2017, 97(21): 1668-1672. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2017.21.016.
HOU N, JING F, RONG W, *et al*. Meta analysis of the efficacy and safety of drainage after total hip arthroplasty[J]. Natl Med J China, 2017, 97(21): 1668-1672. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2017.21.016.

[11] CUI H G, LI H Y. Effect of basic fibroblast growth factor (bFGF) on the treatment of exposure of the orbital implants [J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2007, 8(9): 620-625. DOI: 10.1631/jzus.2007.b0620.

[12] ZHOU S X, QIU H B, HUANG Y Z, *et al*. Effects of norepinephrine, epinephrine, and norepinephrine-dobutamine on systemic and gastric mucosal oxygenation in septic shock [J]. Acta Pharmacol Sin, 2002, 23(7): 654-658. DOI: 10.1016/S0024-3205(02)01765-4.

[13] GAGGL M, CEJKA D, PLISCHKE M, *et al*. Effect of oral sodium bicarbonate supplementation on progression of chronic kidney disease in patients with chronic metabolic acidosis: study protocol for a randomized controlled trial (SoBic-Study)[J]. Trials, 2013, 14: 196. DOI: 10.1186/1745-6215-14-196.

[14] 顾琴, 孙浩, 李艳, 等. 髋关节置换病人术后早期乳酸清除率与术后认知功能障碍的相关性[J]. 齐鲁医学杂志,2015, 30(6): 718-719, 722. DOI: 10.13362/j.qlyx.201506032.
GU Q, SUN H, LI Y, *et al*. Correlation between early lactate clearance rate and postoperative cognitive dysfunction in patients undergoing surgery for hip replacement[J]. Med J Qilu, 2015, 30(6): 718-719, 722. DOI: 10.13362/j.qlyx.201506032.

[15] BOYD J H, WALLEY K R. Is there a role for sodium bicarbonate in treating lactic acidosis from shock? [J]. Curr Opin Crit Care, 2008, 14(4): 379-383. DOI: 10.1097/mcc.0b013e3283069d5c.

[16] LEE S M, KIM S E, KIM E B, *et al*. Lactate clearance and vasopressor seem to be predictors for mortality in severe Sepsis patients with lactic acidosis supplementing sodium bicarbonate: a retrospective analysis[J]. PLoS ONE, 2015, 10(12): e0145181. DOI: 10.1371/journal.pone.0145181.

[17] 卞金俊, 孟岩, 薄禄龙, 等. 围术期乳酸监测和临床意义的再认识[J]. 上海医学, 2019, 42(9): 526-529. DOI: 10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2019.09.005.
BIAN J J, MENG Y, BO L L, *et al*. Perioperative lactic acid monitoring and its clinical significance[J]. Shanghai Med J, 2019,42(9): 526-529. DOI: 10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2019.09.005.

[18] JABER S, PAUGAM C, FUTIER E, *et al*. Sodium bicarbonate therapy for patients with severe metabolicacidaemia in the intensive care unit (BICAR-ICU): a multicentre, open-label, randomised controlled, phase 3 trial[J]. Lancet, 2018, 392(10141): 31-40. DOI: 10.1016/s0140-6736(18)31080-8.

[19] DE BACKER D, HOLLENBERG S, BOERMA C, *et al*. How to evaluate the microcirculation: report of a round table conference[J]. Crit Care, 2007, 11(5): R101. DOI: 10.1186/cc6118.

[20] KLOC M. Macrophages: origin, functions and biointervention[M]. Berlin: Springer, 2017: 181-207.

[21] AIT-OUFELLA H, MAURY E, LEHOUX S, *et al*. The endothelium: physiological functions and role in microcirculatory failure during severe Sepsis[J]. Intens Care Med, 2010, 36(8): 1286-1298. DOI: 10.1007/s00134-010-1893-6.

[22] BIANCHETTI D G A M, AMELIO G S, LAVA S A G, *et al*. D-lactic acidosis in humans: systematic literature review[J]. Pediatr Nephrol, 2018, 33(4): 673-681. DOI: 10.1007/s00467-017-3844-8.

[23] BAILEY M, MCGUINNESS S, HAASE M, *et al*. Sodium bicarbonate and renal function after cardiac surgery: a

prospectively planned individual patient meta-analysis[J]. Anesthesiology, 2015, 122(2): 294-306. DOI: 10.1097/aln.0000000000000547.

[24] 王柳, 陆士娟, 邢波, 等. 碳酸氢钠水化对对比剂肾病的预防作用研究[J]. 中国热带医学, 2010, 10(6): 748-749. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2010.06.052.
WANG L, LU S J, XING B, *et al*. Prophylactic effect of Hydration with sodium bicarbonate on contrast-induced nephropathy[J]. China Trop Med, 2010, 10(6): 748-749. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2010.06.052.

[25] 刘晓慧. 预防性静脉滴注碳酸氢钠对控制性降压术后复苏的影响[J]. 实用医技杂志, 2010, 17(9): 855-856. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5098.2010.09.042.
LIU X H. Effect of preventive intravenous sodium bicarbonate infusion on postoperative resuscitation in patients with controlled hypotension[J]. J Pract Med Tech, 2010, 17(9): 855-856. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5098.2010.09.042.

[26] 向宏畔, 胡智强, 左瑛, 等. 探讨碳酸氢钠联合氨溴索对全麻术后患者恢复的疗效[J]. 中国社区医师(医学专业), 2011, 27(18): 100. DOI: 10.3969/j.issn.1007-614x.2011.18.093.
XIANG H P, HU Z Q, ZUO Y, *et al*. Effect of sodium bicarbonate combined with ambroxol on recovery of patients after general anesthesia[J]. China Community Doctors, 2011, 27(18): 100. DOI: 10.3969/j.issn.1007-614x.2011.18.093.

[27] 孙海磊, 严中亚. 心脏术后应用碳酸氢钠治疗急性肾功能损伤[J]. 中国临床保健杂志, 2013, 16(3): 254-257. DOI: 10.3969/J.issn.1672-6790.2013.03.012.
SUN H L, YAN Z Y. Clinical obseration of NaHCO3 treatment on acute renal injury after cardiac postoperative[J]. Chin J Clin Healthcare, 2013, 16(3): 254-257. DOI: 10.3969/J.issn.1672-6790.2013.03.012.

[28] 徐中东, 杜娟, 陈高梅, 等. 碳酸氢钠用量的探讨[J]. 临床麻醉学杂志, 2005, 21(12): 826. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5805.2005.12.034.
XU Z D, DU J, CHEN G M, *et al*. Discussion on the dosage of sodium bicarbonate[J]. J Clin Anesthesiol, 2005, 21(12): 826. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5805.2005.12.034.

(**收稿**:2020-07-10;**修回**:2020-09-02)

(编辑 张 维)