

# 全膝关节置换过程中止血带使用方法对患肢功能恢复的影响

王强<sup>1</sup>, 李小磊<sup>1</sup>, 王琦<sup>2</sup>, 颜连启<sup>1</sup>, 孙钰<sup>1</sup>, 熊传芝<sup>1</sup>, 胡翰生<sup>1</sup>, 陈岗<sup>1</sup> (苏北人民医院, <sup>1</sup>关节外科, <sup>2</sup>手术室, 江苏省扬州市 225001)

## 文章亮点:

- 1 在全膝关节置换术中使用充气式止血带存在诸多潜在的并发症。但全膝关节置换术中骨水泥与骨结合所需要的良好界面难以达到, 从而不能保证膝关节假体活动的初始稳定性, 所以在全膝关节置换中充气式止血带未能完全舍弃。
- 2 鉴于以上存在的矛盾, 作者拟通过减少充气式止血带使用时间来观察全膝关节置换后早期的疗效, 所以将入组的 40 例患者分成全程使用充气式止血带组和非全程使用充气式止血带组, 以观察减少充气式止血带使用时间对全膝关节置换患者术后早期康复功能锻炼的影响。结果显示, 间断使用止血带能有效减少临床膝关节置换的围手术期失血量, 减轻伤口的红肿反应, 促进患者早期的功能锻炼。
- 3 文章虽然为前瞻性研究, 但是存在纳入病例较少、临床随访时间较短的缺点, 非全程使用止血带技术是否成为一种切实可行的方法及其确切的临床效果仍需要大量病例、长期随访及多中心的研究。

## 关键词:

植入物; 人工假体; 全膝关节置换; 止血带; 手术失血; 早期效果

## 主题词:

关节成形术, 置换, 膝; 失血, 手术; 引流术

## 摘要

**背景:** 对于全膝关节置换术中是否使用充气式止血带存在不少争议, 究竟如何正确地使用充气式止血带? 如何在利用充气式止血带为骨水泥与骨提供一个优良界面的同时, 又能减少止血带使用的相关临床并发症, 成为临床的一个关注点。

**目的:** 探讨不同的止血带使用方式对单侧全膝关节置换患者术后早期患肢功能的影响。

**方法:** 将苏北人民医院关节外科在 2013 年 1 至 12 月收治的 40 例需行单侧全膝关节置换的患者分为非全程使用止血带组和全程使用止血带组, 每组 20 例。根据手术时间、止血带使用时间、显性出血量、置换后并发症和膝关节美国特种外科医院评分等指标, 对两种止血带使用方法的早期临床效果进行评价。

**结果与结论:** 非全程止血带组术中出血量明显多于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); 置换后引流量明显少于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); 但是两组显性失血量无明显差别( $P > 0.05$ )。非全程止血带组置换后伤口红肿天数明显少于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。非全程止血带组置换后 2 周的美国特种外科医院评分高于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 而置换后 6 个月两组比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。两组患者均无关节血肿、深静脉血栓、肺栓塞等并发症发生。提示全膝关节置换过程中, 非全程使用止血带能减轻置换后膝关节肿胀, 周围组织疼痛, 明显改善全膝关节置换后早期临床症状和患肢功能。

王强, 李小磊, 王琦, 颜连启, 孙钰, 熊传芝, 胡翰生, 陈岗. 全膝关节置换过程中止血带使用方法对患肢功能恢复的影响[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(53):8560-8564.

## Effect of different tourniquet technologies on the recovery of affected limb function in total knee arthroplasty

Wang Qiang<sup>1</sup>, Li Xiao-lei<sup>1</sup>, Wang Qi<sup>2</sup>, Yan Lian-qi<sup>1</sup>, Sun Yu<sup>1</sup>, Xiong Chuan-zhi<sup>1</sup>, Hu Han-sheng<sup>1</sup>, Chen Gang<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Department of Joint Surgery, Subei People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu Province, China; <sup>2</sup>Operating Room, Subei People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** It is controversial whether it is necessary to use inflatable tourniquet during total knee arthroplasty. How to correctly use inflatable tourniquet, how to provide a good environment for bone cement and bone using inflatable tourniquet and simultaneously to reduce clinical complications using inflatable tourniquet have become a hot focus in the clinic.

**OBJECTIVE:** To evaluate the effects of different tourniquet technologies on affected limb function after unilateral total knee arthroplasty.

**METHODS:** A total of 40 patients who received unilateral total knee arthroplasty at the Department of Joint Surgery, Subei People's Hospital from January to December 2013 were divided into halfway tourniquet group and omnidistance tourniquet group ( $n=20$ ). The length of surgery, length of tourniquet, perioperative blood loss, postoperative complication and Hospital for Special Surgery knee score were used to evaluate the early clinical effects using the two tourniquet technologies.

王强, 男, 1974 年生, 江苏省泰州市人, 汉族, 1999 年南京大学毕业, 硕士, 副主任医师, 主要从事关节外科方面的研究。

通讯作者: 王琦, 副主任护师, 苏北人民医院手术室, 江苏省扬州市 225001

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.53.006  
[http://www.crter.org]

中图分类号:R318  
文献标识码:B  
文章编号:2095-4344  
(2014)53-08560-05  
稿件接受: 2014-12-02

Wang Qiang, Master, Associate chief physician, Department of Joint Surgery, Subei People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu Province, China

Corresponding author: Wang Qi, Associate chief nurse, Operating Room, Subei People's Hospital, Yangzhou 225001, Jiangsu Province, China

Accepted: 2014-12-02

**RESULTS AND CONCLUSION:** Perioperative blood loss was significantly more in the halfway tourniquet group than in the omnidistance tourniquet group ( $P < 0.05$ ). The drainage was significantly less in the halfway tourniquet group than in the omnidistance tourniquet group after replacement ( $P < 0.05$ ). No significant difference in the overt blood loss was detectable between the two groups ( $P > 0.05$ ). The postoperative wound inflammation days were significantly less in the halfway tourniquet group than in the omnidistance tourniquet group ( $P < 0.05$ ). Hospital for Special Surgery knee score was significantly higher in the halfway tourniquet group than in the omnidistance tourniquet group at 2 weeks after replacement ( $P < 0.05$ ). No significant differences in Hospital for Special Surgery knee score were visible between the two groups at 6 months after replacement ( $P > 0.05$ ). No complications, such as joint hematoma, deep vein thrombosis, or pulmonary embolism appeared in both groups. These data suggest that during total knee arthroplasty, halfway tourniquet can lessen knee swelling or surrounding tissue pain, and evidently improve early clinical symptoms and limb function after replacement.

**Subject headings:** arthroplasty, replacement, knee; blood loss, surgical; drainage

Wang Q, Li XL, Wang Q, Yan LQ, Sun Y, Xiong CZ, Hu HS, Chen G. Effect of different tourniquet technologies on the recovery of affected limb function in total knee arthroplasty. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2014;18(53):8560-8564.

## 0 引言 Introduction

随着关节外科的不断发展,技术的日趋成熟,全膝关节置换已经广泛应用于临床,广大患者获益匪浅<sup>[1-2]</sup>。全膝关节置换作为一种治疗膝关节骨关节炎的终末手段,广泛应用于治疗膝关节各种骨性关节炎、创伤性关节炎、类风湿关节炎以及各种原因所导致的关节疼痛、关节不稳、畸形以及影响日常生活的各类膝关节疾病,经保守治疗无效的病例<sup>[3-4]</sup>。在现在的临床实践中,充气式止血带广泛应用于全膝关节置换术中,其止血效果是被广大的临床医生所认同的,是因为止血带的使用为骨水泥与骨的结合提供了优良的界面,显著提高了膝关节置换后假体的初始稳定性,使得膝关节置换后的患者能获得较好的生活质量。但是随着充气式止血带的广泛应用,临床上发现了其应用的相关并发症:如神经麻痹、术后肿胀、疼痛,伤口红肿等<sup>[5-7]</sup>。这些并发症导致患者术后不能早期锻炼,影响了术后的康复锻炼和术后的生活质量,降低了手术的成功率<sup>[8]</sup>。这些并发症引起了临床医师的广泛关注,对于全膝关节置换术中是否使用充气式止血带存在不少争议,究竟如何正确地使用充气式止血带?如何在利用充气式止血带为骨水泥与骨提供一个优良界面的同时,又能减少止血带使用的相关临床并发症,成为临床的一个关注点。

文章对在2013年1至12月苏北人民医院关节外科收治的40例因膝关节骨关节炎行单侧全膝关节置换的患者进行前瞻性研究,将患者分成非全程使用止血带组和全程使用止血带组,通过比较全膝关节置换围手术期两组患者手术时间、显性失血量、伤口红肿时间、置换后膝关节活动及相关并发症等指标,评价这两种止血带使用方法在全膝关节置换过程中的应用价值。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

**设计:** 随机对照试验。

**时间及地点:** 于2013年1至12月在苏北人民医院完成。

**对象:** 对2013年1至12月在苏北人民医院关节外科行单侧全膝关节置换的40例患者进行前瞻性研究,所有入组

患者均根据X射线诊断为单侧全膝关节骨关节炎。入组病例男9例,女31例;病变肢体左侧17例,右侧23例。入院具体资料见表1。

**纳入标准:** ①单侧膝关节骨关节炎患者。②患者对治疗及试验方案知情同意,且得到医院伦理委员会批准。

**排除标准:** ①双侧膝关节骨关节炎患者。②不能耐受手术者。③合并有精神疾病者。

**材料:** 本次入组患者使用的膝关节假体均为德国LINK MK II假体,材质为惰性高铰链聚乙烯材料。

**方法:** 将40例患者按随机数字表法分成非全程止血带组和全程止血带组,每组20例。

非全程止血带组只是在截骨完毕,安装假体前使用止血带,一直至缝合关闭膝关节腔;而全程止血带组即在手术开始时就使用止血带,一直至缝合关闭膝关节腔。每例患者置换前均完善各项检查,排除手术禁忌证。所有手术均由同一组医师及手术室护士完成,均选择膝关节正中切口和髌旁内侧入路,假体均为Germen MK II。止血带压力为患者自身动脉收缩压+100 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)。

全程止血带组切皮前驱血,加止血带,放置假体,骨水泥完全固化,冲洗并缝合伤口直至下肢加压包扎完毕(当手术时间超过90 min,根据术中具体情况决定是否松开止血带)。非全程止血带组在完成截骨后驱血,加止血带,骨水泥完全固化后直至缝合伤口直至下肢加压包扎完毕。所有患者术中放置负压引流,置换后36 h拔出,并记每日引流量。置换后常规使用头孢曲松抗感染72 h,6 h后采用低分子肝素抗凝,以及第2天开始足底泵抗静脉血栓治疗直至于下床活动,术后常规镇痛治疗。

**主要观察指标:** ①记录手术时间和止血带使用时间(若手术期间2次驱血加止血带,则时间记录为2次时间总和)。②显性出血量(术中出血量+术后引流量)。③围手术期的输血量。④置换后2周及6个月的美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)评分<sup>[9]</sup>,主要针对于6大类评分项目和1项减分项目: a疼痛(30分), b功能(22分), c活动度(8分), d肌力(10分), e屈曲畸形(10分), f稳定性(10分),

表 1 两组患者基本资料对比

Table 1 Comparison of basic information of patients in both groups

组别	性别 (男/女, n)	肢体 (左/右, n)	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	置换前平均动脉 血压( $\bar{x}\pm s$ , mm Hg)	体质量指数 ( $\bar{x}\pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )
非全程 止血带组	5/15	8/12	63.72±6.98	97.97±2.68	28.16±1.78
全程止 血带组	4/16	11/9	62.03±7.24	97.02±2.64	27.19±1.94
<i>P</i>	1	0.342	0.870	0.326	0.239

表注: 1 mm Hg=0.133 kPa。可见两组患者术前一般资料差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。

表 3 两组患者术中出血量、术后引流量及显性失血量对比

Table 3 Comparison of intraoperative blood loss, postoperative drainage amount and dominant blood loss in patients of both groups ( $\bar{x}\pm s$ , n=20, mL)

组别	术中出血量	术后引流量	显性失血量
非全程止血带组	759.63±233.62	341.08±117.54	1 112.01±326.31
全程止血带组	584.30±182.03	522.98±175.28	1 131.37±334.01
<i>t</i>	63.469	-71.338	-5.878
<i>P</i>	< 0.01	< 0.01	0.061

表注: 非全程止血带组的术中出血量多于全程止血带组( $P < 0.01$ ), 但术后引流量少于全程止血带组( $P < 0.01$ )。

g减分项目。⑤伤口红肿的时间。⑥并发症: 有无关节血肿、静脉栓塞、肺栓塞等临床症状。

置换前行双下肢深静脉彩色多普勒超声检查除外陈旧性血栓。置换后当患者出现下肢疼痛和肿胀高度怀疑有静脉栓塞时, 行彩色多普勒超声检查。

**统计学分析:** 王强及王琦采用SPSS 10.0统计软件进行数据分析, 计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示, 采用*t*检验, 计数资料采用 $\chi^2$ 或者Fisher检验。以 $P < 0.05$ 定义为差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 按意向性处理, 纳入单侧全膝关节置换患者 40 例, 分成 2 组, 全部进入结果分析, 无脱落。

**2.2 基线资料比较** 两组基线资料比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性, 见表 1。

**2.3 手术时间、术中止血带时间及伤口红肿的天数** 非全程止血带组的手术时间多于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); 而非全程止血带组的止血带使用时间少于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.01$ ); 与此同时, 非全程止血带组患者伤口红肿的天数少于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.01$ ), 见表 2。

**2.4 术中出血量、术后引流量及显性失血量** 非全程止血带组的术中出血量多于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.01$ ); 非全程止血带组的术后引流量少于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.01$ ); 非全程止血带组的显性

表 2 两组患者手术时间、术中止血带时间及伤口红肿的天数对比  
Table 2 Comparison of operation time, intraoperative tourniquet time and wound swelling days in patients of both groups

组别	手术时间(min)	止血带使用时间(min)	伤口红肿时间(d)
非全程止血带组	101.38±7.41	39.23±5.45	3.61±0.71
全程止血带组	97.72±4.14	97.72±4.14	6.93±0.92
<i>t</i>	19.123	-302.152	-26.140
<i>P</i>	< 0.05	< 0.01	< 0.01

表注: 非全程止血带组的手术时间多于全程止血带组( $P < 0.05$ ), 止血带使用时间少于全程止血带组( $P < 0.01$ ), 伤口红肿的天数少于全程止血带组( $P < 0.01$ )。

表 4 两组患者置换前、置换后 2 周及置换后 6 个月的 HSS 评分对比

Table 4 Comparison of Hospital for Special Surgery knee score before, 2 weeks and 6 months after replacement in patients of both groups ( $\bar{x}\pm s$ , n=20)

组别	置换前	置换后 2 周	置换后 6 个月
非全程止血带组	48.05±2.71	88.43±2.71	92.03±2.67
全程止血带组	47.10±2.65	84.13±2.51	91.08±2.73
<i>t</i>	7.711	48.293	10.598
<i>P</i>	0.273	< 0.01	0.330

表注: 非全程止血带组置换后 2 周的 HSS 评分高于全程止血带组( $P < 0.01$ )。

出血量少于全程止血带组, 但两组差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 见表 3。

**2.5 置换前、置换后 2 周及置换后 6 个月的 HSS 评分** 两组置换前 HSS 评分差异无显著性意义( $P > 0.05$ ); 非全程止血带组置换后 2 周的 HSS 评分高于全程止血带组, 差异有显著性意义( $P < 0.01$ ); 而置换后 6 个月非全程止血带组的 HSS 评分高于全程止血带组, 但两组差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 见表 4。

**2.6 围手术期输血量及静脉栓塞、肺栓塞等并发症情况** 所有入组患者全膝关节置换后恢复情况良好, 没有伤口感染、关节血肿等现象。无患者需行输血治疗。所有患者未发生深静脉血栓的症状, 同时无患者发生肺栓塞。本次所有入组患者未发生神经损伤等现象。

## 3 讨论 Discussion

人工膝关节置换是近 30 年来开展的最有效的关节重建手术之一, 临床上主要将它应用于治疗各种终末期的膝关节疾病, 其主要能有效地重建膝关节功能, 有效缓解膝关节疼痛、纠正畸形和维持膝关节的稳定性, 使得患者获得一个良好的生活质量<sup>[10-11]</sup>。

在现如今临床实践中, 充气式止血带广泛应用于膝关节置换术中, 止血带的使用减少了术中的出血, 让手术视野更加清晰, 利于手术操作, 减少手术时间, 同时更能为骨水泥与骨松质的优良的界面, 增加了膝关节的初始稳定性<sup>[12-14]</sup>。但是临床上也逐渐发现其应用的相关并发症, 如肢体的直接挤压导致的疼痛不适、神经损伤及肌无力, 缺血再灌注损伤导致的肌肉萎缩以及神经肌肉<sup>[15-16]</sup>, 这些都

能进一步加重组织水肿、肢体肿胀, 从而减缓了患者膝关节早期的功能康复锻炼, 延缓了患者的康复时间, 降低了患者生活质量。

Christodoulou等<sup>[17]</sup>对全膝关节置换患者手术创口关闭前后放松止血带对失血量的影响中研究, 发现术后放松止血的并发症相对较多, 比如说出现大腿近段疼痛、肿胀等等。而Rama团队<sup>[18]</sup>也关注于充气式止血带使用对围手术期的影响, 结果表明关闭伤口后放松止血带能增加围手术期的或者近期再次手术的概率。

Ostman等<sup>[19]</sup>对全膝关节置换患者肌肉的研究中发现止血带能引起肌肉的缺血-再灌注损伤, 当肌肉缺血90 min后, 肌肉中的乳酸、次黄嘌呤和三酰甘油含量上升明显, 同时伴有葡萄糖和丙酮酸的消耗, 这现象会在止血带停止使用后90 min消失。Westman等<sup>[20]</sup>通过对全膝关节置换患者术前、术中、术后肌肉组织进行活检, 结果证实使用止血带的患肢可作为良好的人体肌肉组织缺血-再灌注损伤模型。在临床研究中, 发现全程使用止血带组患者术后大腿根部出现不同程度的酸胀、疼痛, 且1例患者大腿根部出现水泡, 而非全程使用止血带组没有患者大腿根部出现疼痛、红肿及水泡现象。

全膝关节置换的围手术期会有较大的失血<sup>[21-22]</sup>。Lotke等<sup>[23]</sup>对患者置换前后血红蛋白的变化值进行研究, 计算出全膝关节置换围手术期平均失血量高达1 518 mL, 其中包括术中显性失血, 术后伤口引流量及隐性失血。在全膝关节置换术中使用止血带的另一个重要目的就是希望减少失血, 但既往很多研究结果显示止血带减少失血量的作用并不明确。在本研究中发现非全程使用止血带术中的失血量明显多于全程使用止血带组, 但是非全程使用止血带组显性失血量(术中失血+术后引流量)与全程使用止血带组的差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。此次的研究结果与Tetro等<sup>[16]</sup>及闫昌葆等<sup>[24]</sup>的研究结果大致相同。

充气式止血带的使用会使得局部血液瘀滞, 从而使得血液处于高凝状态, 增加了静脉血栓的发生率, 既往研究表明止血带的使用是常见的静脉血栓栓塞症的危险因素<sup>[25-27]</sup>。同时Hirota团队<sup>[28]</sup>针对于止血带对下肢静脉血栓的影响进行了相关研究, 其结果显示血栓数量与止血带的使用时间呈正相关, 术后深静脉血栓发生率及肺栓塞风险也明显增加。本研究并未针对于此进行研究。肺栓塞是膝关节置换并发症之一, 虽然本组患者术后未发现有深静脉血栓形成、肺栓塞等并发症, 但既往文献报道称全膝关节置换围手术期不加以预防, 有症状的肺栓塞发生率为1.8%~7%, 而致命性肺栓塞为0.2%~2.0%<sup>[29-30]</sup>。同时Wauke等<sup>[31]</sup>的通过经食管超声心动图发现全程止血带组放气后发现暴风雪样回声颗粒, 提示使用止血带有增加肺栓塞的风险。

鉴于以上诸多在全膝关节置换术中使用充气式止血带存在诸多潜在的并发症, 如大腿根部肿胀、神经损伤、出

血、下肢深静脉血栓形成、肺栓塞, 从而延缓了患者置换后的功能康复锻炼, 延长了住院时间, 使得患者生活质量明显下降。因此许多学者建议在全膝关节置换术中不使用充气式止血带。但全膝关节置换术中骨水泥与骨结合所需要的良好界面难以达到, 从而不能保证膝关节假体活动的初始稳定性, 所以在全膝关节置换中充气式止血带未能完全舍弃。鉴于以上存在的矛盾, 作者拟通过减少充气式止血带使用时间观察全膝关节置换后早期的疗效, 所以本试验将入组的40例患者分成全程使用充气式止血带组和非全程使用充气式止血带组, 以观察减少充气式止血带使用时间对全膝关节置换患者术后早期康复功能锻炼的影响。

本研究发现, 全程使用止血带组和非全程使用止血带组的显性失血量虽然有差别, 但是两组差异无显著性意义。从本研究结果中可以发现, 非全程使用止血带组术中的出血量较全程使用止血带组明显增加, 但是有利于术者在术中对具体的出血点进行止血, 从而减少患者术后的引流量, 故非全程使用止血带组术后引流量少于全程使用止血带组。此外, 非全程使用止血带组的止血带使用时间短, 肌肉组织缺血-再灌注的损伤较小, 大腿根部的肌肉酸胀、疼痛不适的感觉较轻, 患者术后伤口愈合炎症反应轻, 红肿症状少, 膝关节疼痛不适感轻, 结合患者术后2周的HSS评分, 可以观察间断使用止血带组患者的早期功能得到了很好的恢复, 这说明是上述综合性因素的作用使得患者更加配合于功能锻炼, 有效地促进术后进一步的康复。

本研究虽然为前瞻性研究, 但是存在纳入病例较少、临床随访时间较短的缺点, 非全程使用止血带技术是否作为一种切实可行的方法及其确切的临床效果仍需要大量病例、长期随访及多中心的研究。

**致谢:** 感谢苏北人民医院关节外科302护士和手术室护士对试验实施过程的支持和帮助。

**作者贡献:** 王强和王琦参与设计课题; 李小磊和孙钰参与本试验的相关指标的评估, 颜连启、熊传芝、胡翰生及陈岗参与手术实施; 试验采用盲法评估。

**利益冲突:** 文章及内容不涉及相关利益冲突。

**伦理要求:** 参与试验的患病个体及其家属自愿参加, 对试验过程完全知情同意, 在充分了解治疗方案的前提下签署“知情同意书”; 干预及治疗方案获医院伦理委员会批准。

**学术术语:** 充气式止血带-充气式止血带广泛应用于全膝关节置换术中, 其止血效果是被广大的临床医生所认同的, 是因为止血带的使用为骨水泥与骨的结合提供了优良的界面, 显著提高了膝关节置换后假体的初始稳定性, 使得膝关节置换后的患者能获得较好的生活质量。但是随着充气式止血带的广泛应用, 临床上发现了其应用的相关并发症: 如神经麻痹、术后肿胀、疼痛, 伤口红肿等。

**作者声明:** 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

#### 4 参考文献 References

- [1] Tahmasebi MN, Bashti K, Ghorbani G, et al. Intraarticular Administration of Tranexamic Acid Following Total Knee Arthroplasty: A Case-control Study. *Arch Bone Jt Surg.* 2014; 2(3):141-145.
- [2] Feng B, Weng X, Lin J, et al. Long term follow up of clinical outcome between patellar resurfacing and nonresurfacing in total knee arthroplasty: Chinese experience. *Chin Med J (Engl).* 2014;127(22):3845-3851.
- [3] Liu J, Li XF, Xu KL, et al. Bilateral Total Knee Arthroplasty for Charcot Knees Associated with Tabes Dorsalis. *Pain Physician.* 2014;17(6):E796-799.
- [4] Marya SK, Thukral R. Outcome of unicompartmental knee arthroplasty in octogenarians with tricompartmental osteoarthritis: A longer followup of previously published report. *Indian J Orthop.* 2013;47(5):459-468.
- [5] Tarwala R, Dorr LD, Gilbert PK, et al. Tourniquet use during cementation only during total knee arthroplasty: a randomized trial. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(1):169-174.
- [6] Olivecrona C, Ponzer S, Hamberg P, et al. Lower tourniquet cuff pressure reduces postoperative wound complications after total knee arthroplasty: a randomized controlled study of 164 patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(24):2216-2221.
- [7] Dutton T, De-Souza R, Parsons N, et al. The timing of tourniquet release and 'retransfusion' drains in total knee arthroplasty: A stratified randomized pilot investigation. *Knee.* 2012;19(3):190-192.
- [8] 沈忠伟, 童培建, 邵营钢, 等. 止血带对全膝关节置换术后肿胀及功能影响的临床研究[J]. *浙江临床医学*, 2010, 12(3):261-262.
- [9] Lee KJ, Moon JY, Song EK, et al. Minimum Two-year Results of Revision Total Knee Arthroplasty Following Infectious or Non-infectious Causes. *Knee Surg Relat Res.* 2012;24(4): 227-234.
- [10] Causero A, Di Benedetto P, Beltrame A, et al. Design evolution in total knee replacement: which is the future? *Acta Biomed.* 2014;85(2):5-19.
- [11] Haidukewych GJ, Petrie JR, Adigweme O. The multiply-operated total knee replacement patient: salvage options. *Bone Joint J.* 2014;6-B(11 Supple A):122-124.
- [12] Kvederas G, Porvaneckas N, Andrijauskas A, et al. randomized double-blind clinical trial of tourniquet application strategies for total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(12):2790-9.
- [13] Huang ZY, Pei FX, Ma J, et al. Comparison of three different tourniquet application strategies for minimally invasive total knee arthroplasty: a prospective non-randomized clinical trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(4):561-570.
- [14] Ishii Y, Noguchi H, Matsuda Y, et al. A new tourniquet system that determines pressures in synchrony with systolic blood pressure in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2008;23(7): 1050-1056.
- [15] Tomita M, Motokawa S. Effects of air tourniquet on the antibiotics concentration, in bone marrow, injected just before the start of operation. *Mod Rheumatol.* 2007;17(5):409-412.
- [16] Tetro AM, Rudan JF. The effects of a pneumatic tourniquet on blood loss in total knee arthroplasty. *Can J Surg.* 2001;44(1): 33-38.
- [17] Christodoulou AG, Ploumis AL, Terzidis IP, et al. The role of timing of tourniquet release and cementing on perioperative blood loss in total knee replacement. *Knee.* 2004;11(4): 313-317.
- [18] Rama KR, Apsingi S, Poovali S, et al. Timing of tourniquet release in knee arthroplasty. Meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):699-705.
- [19] Ostman B, Michaelsson K, Rahme H, et al. Tourniquet-induced ischemia and reperfusion in human skeletal muscle. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;418:260-265.
- [20] Westman B, Weidenhielm L, Rooyackers O, et al. Knee replacement surgery as a human clinical model of the effects of ischaemia/reperfusion upon skeletal muscle. *Clin Sci(Lond).* 2007;113(7):313-318.
- [21] Eum DS, Lee HK, Hwang SY, et al. Blood loss after navigation-assisted minimally invasive total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2006;29:S152-S154.
- [22] Yamaguchi S, Ohno G, Kitamura J. Evaluation of perioperative blood loss and transfusion in total knee arthroplasty. *Masui.* 2014;63(9):1029-1033.
- [23] Lotke PA, Faralli VJ, Orenstein EM, et al. Blood loss after total knee replacement. Effects of tourniquet release and continuous passive motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73(7): 1037-1040.
- [24] 闫昌葆, 陈百成, 赵宝辉, 等. 全膝关节置换术中止血带不同使用方法的早期临床效果比较[J]. *中国矫形外科杂志*, 2009, 17(8): 597-599.
- [25] 中华医学会骨科学分会. 中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南[J/CD]. *中华关节外科杂志: 电子版*, 2009, 3(3):70-72.
- [26] Kato N, Nakanishi K, Yoshino S, et al. Abnormal echogenic findings detected by transesophageal echocardiography and cardiorespiratory impairment during total knee arthroplasty with tourniquet. *Anesthesiology.* 2002;97(5):1123-1128.
- [27] 王俊丰, 闻久全, 蒋阅. 膝关节置换术中选择性使用止血带的疗效观察[J]. *中国伤残医学*, 2014, 22(6):9-11.
- [28] Hirota K, Hashimoto H, Kabara S, et al. The relationship between pneumatic tourniquet time and the amount of pulmonary emboli in patients undergoing knee arthroscopic surgeries. *Anesth Analg.* 2001;93(3):776-780.
- [29] Shaikh N, Parchani A, Bhat V, et al. Fat embolism syndrome: clinical and imaging considerations: case report and review of literature. *Indian J Crit Care Med.* 2008;12(1):32-36.
- [30] Westrich GH, Haas SB, Mosca P, et al. Meta-analysis of thromboembolic prophylaxis after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(6):795-800.
- [31] Wauke K, Nagashima M, Kato N, et al. Comparative study between thromboembolism and total knee arthroplasty with or without tourniquet in rheumatoid arthritis patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2002;122(8):442-446.