

## ·膝关节置换· 综述

### 膝关节置换引流管理的研究进展

杨勇 肖骏

**【摘要】** 膝关节置换被誉为20世纪最成功的手术之一,称为世纪性手术。近年来随着快速康复理念的推广,膝关节置换的围手术期管理问题再度成为焦点和热点。其中膝关节置换的引流问题就是焦点之一,出血多、引流量大一直是膝关节置换引流的主要问题,随之引起伤口感染、假体周围感染、康复困难等一系列并发症。因此如何减少出血,减少引流量,促进快速康复是膝关节置换引流管理的重点。目前对于膝关节置换的引流问题还没有一个清晰的临床指导,本文旨在回顾文献,提供引流管理的相关经验,主要包括术中止血、止血带使用、氨甲环酸的使用、引流管夹闭与放置时间、引流管拔除时间、抗凝药物的使用等。

**【关键词】** 关节成形术,置换,膝;引流;管理;综述

**Research progress on drainage management of total knee arthroplasty.** YANG Yong, XIAO Jun. Department of Orthopaedics, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: XIAO Jun, E-mail: xiaojun0312@gmail.com

**【Abstract】** Knee arthroplasty is praised as one of the 20th century's most successful surgery, known as "Century Surgery". In recent years, with the development of the concept of rapid recovery, perioperative management of knee arthroplasty is considered as the focus once again. While the drainage is one of the focus with the possibility of excessive bleeding and drainage, which could result in complications such as wound infection, periprosthetic infection, and rehabilitation problems. So how to reduce bleeding and the amount of drainage, and facilitate rapid recovery is the key in the management of drainage during knee arthroplasty. Currently there are no clear clinical guidelines of drainage problems during knee arthroplasty, while we aim to review the literature, and provide drainage management experience including hemostasis, the use of tourniquet and tranexamic acid, the time point of occlusion and removal of the drainage tube, and the use of anticoagulant drugs.

**【Key words】** Arthroplasty, replacement, knee; Drainage; Management; Review

膝关节置换术后早期常常伴随大量的血液丢失,有研究显示膝关节置换术的总失血量可达1 400 ml<sup>[1]</sup>,包括隐性失血和引流管引流的伤口局部出血。隐性失血包括患肢青紫淤斑,膝关节内及周围皮下血肿等。引流管引流量也是失血的重要来源,有研究表明膝关节引流量达500~900 ml<sup>[1,2]</sup>。这些失血往来源于膝关节截骨面和伤口创面软组织的补充。但在我国由于献血观念及体制等问题,血制品一直存在短缺难题;同时输血也会导致住院天数增加、住院费用增加、输血免疫反应、免疫抑制、感染风险等一系列问题<sup>[3]</sup>。膝关节置换引流是膝关节围手术期常用的手术策略,其目的是

将血肿和渗出物引流出来,防止感染,减轻软组织水肿。研究表明膝关节置换术后放置引流能明显减少伤口周围血肿形成,减少深部感染的发生;但这种观念近年来也产生了争议,认为引流放置增加伤口出血,增加总失血量,还可能增加感染的机会,建议不放置引流。

膝关节置换到底要不要放置引流?放置引流该如何管理?不放置引流是不是就意味着不用管理?为回答以上问题,本文就膝关节置换术后放置引流的相关问题进行了文献回顾,旨在提供围手术期相关管理经验,如术中止血、止血带使用、氨甲环酸使用、引流管夹闭与放置时间、引流管拔出时间、抗凝药物使用等。

#### 一、历史与争论

1961年, Waugh等<sup>[4]</sup>发现引流能减少伤口局部血肿的形成及继发感染,进而首先提出在骨科手术中应该常规放置引流,这些手术包括关节置换手术、关节截骨矫形手术及关节融合术等。之后的数十年间,髋关节置换和膝关节置换手术

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2016.05.008

基金项目:国家自然科学基金(81272058、81572200)

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科

通信作者:肖骏, E-mail: xiaojun0312@gmail.com

中都推荐常规放置引流。Kim等<sup>[5,6]</sup>通过对96例髌关节置换的对照研究,发现放置引流能明显减少水肿和淤斑的形成,减少伤口周围软组织肿胀,因此推荐髌关节置换应该常规放置引流;同样,他们对膝关节也做了观察,发现未放置引流组的伤口渗出量会明显增加,伤口周围有更多的水肿及淤斑形成,还出现2例继发性感染。因此作者推荐在膝关节置换常规放置引流,以减少膝关节深部感染的发生率。

但引流的放置同样带来新的问题。Walmsley等<sup>[7]</sup>对577例髌关节置换患者进行了随机对照研究,发现放置引流会增加关节置换患者的术后输血率。Saleh等<sup>[8]</sup>通过20年的回顾性研究发现长时间的引流是髌膝关节置换术后感染的重要因素之一。Patel等<sup>[9]</sup>认为在髌关节置换每增加1d的引流,感染概率将增加42%,而在膝关节置换每增加1d的引流,感染率将增加29%。可见放置引流也有弊端,因此有学者提出在髌膝关节置换术后不需要常规放置引流。

近几年由于对术中、术后止血的控制,很多学者都提出在关节置换中不需要常规放置引流。Watanabe等<sup>[10]</sup>通过Meta分析发现,膝关节置换术后放置引流组和不放置引流组在出血量、伤口感染、患者疼痛、功能评分、输血率等方面均无显著差异。同样,Si等<sup>[11]</sup>的Meta分析也表明无论是否放置引流,患者的失血量、伤口愈合及感染率、疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分等方面均无显著性差异。Wang等<sup>[12]</sup>通过观察80例膝关节置换患者发现,放置引流不仅没有好处,还会给患者带来不利影响,不放置引流组的康复时间更短,效果更佳。

从各项研究结果可以看出,最初是推荐关节置换术后放置引流的,但近几年更多的文献报道可以不放置引流,甚至认为放置引流不利于膝关节置换术后患者的快速康复,这其中的原因有医生对引流管理认识的进步,也基于术中、术后止血措施的应用明显减少了出血。

## 二、减少出血和引流量的措施

### (一)引流量与解剖结构

各研究中对于膝关节置换引流量的报道不一,差别较大(表1),这与术者手术技术、手术时间、术中术后血液管理、术后引流管理等密切相关。文献报道中,研究者通过不同的干预措施可以明显减少总失血量和引流量,例如冰敷、引流管夹闭、关节腔封闭式缝合、应用氨甲环酸等,这些措施都不同

程度地减少了术中、术后出血。由此可见,膝关节引流量同围手术期管理存在很大关联,可以通过各种干预措施减少引流量,甚至不放置引流。

膝关节置换术中止血是减少出血的第1步,有多个容易出血的血管需要高度注意:在髌骨周围有膝上外侧动脉、膝上内侧动脉、膝下外侧动脉和膝下内侧动脉等血管术中应该注意止血;在外侧半月板由于在靠近关节囊侧有血管,在切除时应该保留边缘部分,减少出血;在关节囊后方也是易出血的部位,需要仔细止血。

### (二)止血带的使用

膝关节置换术中常应用止血带,但张琦等<sup>[19]</sup>进行的一项研究表明不使用止血带可能更好,他们共纳入166例因膝关节骨关节炎行单侧初次人工全膝关节置换术的患者,随机分为止血带组( $n=84$ )及非止血带组( $n=82$ ),结果显示止血带组总体失血量及术后输血率无明显差异,但术后膝关节疼痛程度及血栓形成发生风险均明显增加,这表明止血带的使用有可能增加并发症并不利于早期康复。Yavarikia等<sup>[20]</sup>研究比较了在膝关节置换中不使用止血带,使用止血带至假体安装完毕骨水泥凝固,使用止血带至伤口包扎完毕等不同情况,研究共纳入96例患者,结果显示使用止血带并不能减少出血量、伤口引流量,仅减少了手术时间。Tarwala等<sup>[21]</sup>将79例膝关节置换病例分为两组,一组从切皮至假体骨水泥凝固使用止血带,另一组只在安装假体并骨水泥凝固时使用止血带,结果显示两组的总失血量、引流量等无明显差异;同时亦有研究表明术中松止血带不减少术后出血和引流量<sup>[22]</sup>。可见通过调节止血带的方法或使用止血带并不能减少引流量和失血量。与此同时,止血带的使用还可能存在弊端,Jawhar等<sup>[23]</sup>研究表明止血带的使用会诱导股四头肌缺血;Gulerl等<sup>[24]</sup>研究表明止血带使用后股四头肌肌肉会萎缩,这增加了康复的难度;同时止血带的使用明显改变血流动力学,增加血栓发生的风险<sup>[25]</sup>。所以止血带的使用不能减少引流量,且有增加血栓风险和减缓康复等问题,但止血带的使用对于维持清晰手术视野,缩短手术时间有帮助。应尽可能减少止血带的使用及使用时间。

### (三)引流管夹闭及夹闭时间

Charalambides等<sup>[26]</sup>研究膝关节置换术止血带松解后关节腔内的压力变化,结果显示在止血带松弛后,膝关节腔内

表1 近5年来相关文献中膝关节置换引流量的统计

研究者信息	计算的总失血量( $\bar{x}\pm s$ , ml)	引流量( $\bar{x}\pm s$ , ml)	引流管拔除时间(h)
Jung等 <sup>[1]</sup>	1 010.4±385.9	978.3±327.5	48
Liu等 <sup>[13]</sup>	70.50±66.11	159.17±38.48	24
Zhang等 <sup>[14]</sup>	/	666.1±155.0	24
Wang等 <sup>[15]</sup>	1 136.3±224.52	796.3±212.6	48
Li等 <sup>[16]</sup>	/	687±541	24
Sa-Ngasoonsong等 <sup>[2]</sup>	/	546.9±273.0	48
Pornrattananeewong等 <sup>[17]</sup>	/	1 203±483	48
Sa-ngasoonsong等 <sup>[18]</sup>	385.1±184.2	529±206.4	48

的压力从32 mmHg(28~35 mmHg)开始上升,20~25 min后,膝关节内压力上升到57 mmHg(52~62 mmHg),60 min后,关节腔内压力为56 mmHg(53~59 mmHg),在此后的30 min内,关节腔内的压力没有明显变化。伤口闭合后局部压力的增高会抑制出血,所以一部分学者认为夹闭引流管可以抑制出血。Shen等<sup>[27]</sup>将89例初次行膝关节置换患者随机分为两组:引流管夹闭组( $n=43$ )和不夹闭组( $n=46$ ),夹闭组术后夹闭引流管4 h后开放,结果显示夹闭组引流量明显减少[夹闭组为(514.85±378.0) ml,不夹闭组为(843.4±366.4) ml],不仅引流量减少,总出血量也减少;Madadi等<sup>[28]</sup>选取了50例同时行双膝关节置换的患者,研究组引流管夹闭12 h,对照组不夹闭,观察引流量、伤口并发症、膝关节术后活动度等指标,结果显示引流管夹闭组引流量明显减少,在伤口并发症、膝关节活动度等方面无明显差异;可见夹闭引流管使伤口局部形成密闭的腔能明显减少引流量,减少出血量。

但是对于引流管夹闭的时间目前还没有统一的认识,关于夹闭的方法文献报道也有多种:引流管不夹闭,间断夹闭/开放,持续夹闭数小时等。Pornrattananeewong等<sup>[17]</sup>采用引流管夹闭12 h的方法观察引流量变化,通过100例患者的随机对照研究表明,在引流第1个24 h内,12 h的夹闭能够明显减少引流量;Yamada等<sup>[29]</sup>比较了夹闭1 h和夹闭24 h两种情况,结果显示夹闭24 h引流量为35 ml,而夹闭1 h的引流量为247 ml,作者认为夹闭引流管24 h能够更好地减少引流。Tai等<sup>[30]</sup>通过文献回顾及Meta分析发现,如果以4 h为界限,引流管夹闭大于4 h组能有效减少引流量,夹闭时间大于或小于4 h在输血率、伤口感染率、术后关节活动度及血栓等方面无显著差异。Pornrattananeewong等<sup>[17]</sup>的研究中发现,在患者术后的24~48 h,引流管夹闭组和不夹闭组引流量无显著差异,这表明引流管的夹闭可能只在术后的第1个24 h内发挥作用,延长引流管夹闭可能是没有益处的。我们常常采用引流管夹闭12~18 h(术后第1天早上打开引流管),临床统计也能够明显减少引流量。

#### (四)加压包扎

绷带包扎或弹力绷带加压包扎被广泛用于围手术期的伤口周围,以减少出血和组织水肿,其作用主要是对软组织起到填塞效应以减少出血和组织水肿。Charalambides等<sup>[26]</sup>研究表明膝关节置换术后,患者膝关节内压力在止血带松懈后的半小时左右达到峰值,为52~62 mmHg。他同时研究了加压包扎(从足跟到大腿中段)、普通绷带包扎(从小腿中段到大腿中段)和普通绷带包扎(从小腿中段到大腿中段)加引流管三种情况,结果显示:使用加压包扎的患者恢复更快,住院时间更短,在住院期间能获得更大的屈曲角度,更少的并发症和关节腔积液。但在出血、输血率等方面没有差异。作者同时指出使用28、32 mm Hg的加压包扎能控制关节出血。但作者试验未涉及到加压包扎是否减少引流管引流量的情况。Pinsornsak等<sup>[31]</sup>观察了60例膝关节置换术后加压包扎的疗效,评价指标包括失血量、患肢水肿情况、输血率、疼痛等,结果表明加压包扎组较对照组并无明显区别。

Madarevic等<sup>[32]</sup>研究了147例加压包扎患者,但与对照组相比,患者在引流量、血色素降低水平等方面并无差异,因此作者认为加压包扎可能无效。

加压包扎的效果受很多因素的影响,其加压包扎的压力在21~67 mmHg间变化,受肢体表面柔韧度,使用的绷带张力,绷带使用的层数以及包扎的经验等影响<sup>[31-33]</sup>。尽管对使用绷带是否减少出血及引流量的报道较少,其作用也存在争论,但作为一种廉价的手段可能会减少伤口引流并不会出现并发症。

#### (五)局部冰敷

局部冰敷被广泛用于骨科手术及术后康复,研究表明冰敷可以减少手术后软组织水肿,促进伤口愈合,减轻局部疼痛,促进快速康复等。Li等<sup>[34]</sup>在一项420位患者的随机双盲对照研究发现,采用冷刺激能明显改善患者的睡眠,降低患者术后疼痛VAS评分,减少伤口引流量。Levy等<sup>[35]</sup>探讨了局部冰敷对膝关节置换术后失血量、疼痛缓解及关节活动度方面的影响,结果表明局部冰敷能够明显减少伤口引流(冰敷组548 ml,对照组807 ml),减少总的失血量,减少术后止痛药物的使用量,冰敷组患者术后关节活动明显增加。冰敷作为一种廉价并可常规使用的手段可以减少膝关节置换术后的失血量及引流量,促进患者康复,应该常规使用。

#### (六)氨甲环酸

氨甲环酸在关节置换中的应用始于1995年,Hiippala等<sup>[36]</sup>首先报道了氨甲环酸能够明显减少膝关节置换围手术期失血。近年来氨甲环酸在膝关节置换围手术期的使用再度成为热点,大量研究表明氨甲环酸能明显减少围手术期患者总的失血量和伤口引流量。Xie等<sup>[37]</sup>比较了静脉使用氨甲环酸对围手术期失血的影响,他们将151例患者随机分为3组:第1组切皮前按照20 mg/kg静脉滴注氨甲环酸,第2组在3 h后按照10 mg/kg追加1次,第3组分别在切皮后的3 h和6 h按照10 mg/kg各追加1次。以总失血量、输血率、肢体肿胀、关节活动度、深静脉血栓发生率为观察指标,结果显示术后两次静脉使用氨甲环酸更能有效减少出血,减轻患肢肿胀,促进患肢康复。Wang等<sup>[15]</sup>观察了关节腔内使用1 g氨甲环酸对伤口引流及总体失血的情况,结果显示引流量由(796.3±212.6) ml降低至(389.15±108.83) ml,输血率由对照组的18%降低至4%。Jain等<sup>[38]</sup>采用局部关节腔注射联合静脉注射氨甲环酸和单纯静脉使用氨甲环酸进行比较,结果显示联合使用组失血更少,输血率更低,且两组的血栓形成情况无显著差异。可见氨甲环酸能明显减少围手术期出血及伤口引流,且不增加血栓、肺栓塞等并发症。故氨甲环酸应该作为围手术期伤口引流管理的手段之一。

### 三、引流管的管理

#### (一)是否需要放置引流管

虽然各研究中报道的膝关节置换术后引流量差异明显,但随着多元性止血手段的应用,伤口引流量明显减少,其隐形失血量也明显减少。Omonbude等<sup>[39]</sup>于术后第4天通过膝关节腔B超检查,发现引流组和非引流组膝关节置换术后关



节内积液并无显著差异。这表明不放置引流并不会导致膝关节腔积液增加,同时他们发现非引流组血肿形成略高于对照组;虽然血肿形成是膝关节置换感染的重要危险因素,但氨甲环酸的使用明显减少量血肿及淤斑的形成。Wang 等<sup>[15]</sup>和 Shen 等<sup>[40]</sup>研究表明局部或者静脉使用氨甲环酸能明显减少出血及局部淤斑,可见放置或不放置引流并不是关键,关键是做好止血,减少围手术期出血。

### (二)引流管放置与拔除时间

引流管的放置时间问题一直存在争论。Saleh 等<sup>[8]</sup>通过 20 年的回顾性研究发现,持续引流是膝关节置换术后感染的重要危险因素。感染组术后的引流时间平均为 5.5 d,非感染组术后的平均引流时间为 2 d,引流 5 d 以上,感染风险增加 12.7 倍。Patel 等<sup>[9]</sup>回顾性研究了 1 226 例膝关节置换患者,认为延长引流时间是膝关节置换术后感染的危险因素之一,引流每增加 1 d 其感染风险将增加 29%。可见引流管应该尽早拔除。

引流管何时拔除?拔除的标准是什么?Zamora-Navas 等<sup>[41]</sup>对 12、24、48 h 的引流量进行了对比研究,结果显示 87% 的引流量是在 12 h 内流出的;Senthil Kumar 等<sup>[42]</sup>的研究也证实了在膝关节置换病例 84% 的引流量是在第 1 个 12 h 内完成的;Willemen 等<sup>[43]</sup>证实即使引流 48 h,第 1 个 24 h 的引流量可达总引流量的 85%。Ares-Rodriguez 等<sup>[44]</sup>对 124 例膝关节置换病例 24 h 内的引流量及引流速度进行了研究,结果显示如果以每小时出血 0 ml 为标准,在膝关节置换术后 18 h,其出血风险为 23.4%,术后 20 h 的出血风险为 7.4%;如果以每小时 20 ml 的出血量为标准,18 h 后的出血风险为 9.6%,20 h 后的出血风险为 4.3%,为小概率事件,因此作者认为手术后 18~20 h 拔除引流管是非常安全的。所以考虑到延长引流时间将增加感染风险,而术后 18~20 h 出血的风险极低,建议术后 20 h 左右拔除引流管。

### (三)不放置引流管的管理

不放置引流并不意味着不管理,不放置引流管其实是对手术技术、伤口出血、隐性失血、伤口渗出、患者疼痛、功能锻炼等综合方面的考量,能够做到更短的手术时间,更少出血和隐性失血,更好的疼痛管理及康复等就可以不放置引流。

综上所述,膝关节置换术的引流管理是一个系统性的工程,术后放置引流与不放置引流均可。关键是做好止血,减少出血,其主要方法有:重要血管的充分止血,引流管夹闭,局部冰敷,加压包扎,氨甲环酸局部或静脉使用等。若放置引流,应该夹闭引流管大于 4 h,引流管最好于术后 24 h 内拔除,延长拔除可能会增加感染机会。

## 参 考 文 献

- [1] Jung WH, Chun CW, Lee JH, et al. No difference in total blood loss, haemoglobin and haematocrit between continuous and intermittent wound drainage after total knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 21(12): 2831-2836.
- [2] Sa-Ngasoongsong P, Wongsak S, Chanplakorn P, et al. Efficacy of low-dose intra-articular tranexamic acid in total knee replacement: a prospective triple-blinded randomized controlled trial [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 14: 340.
- [3] Gombotz H, Rehak PH, Shander A, et al. Blood use in elective surgery: the Austrian benchmark study [J]. *Transfusion*, 2007, 47(8): 1468-1480.
- [4] Waugh TR, Stinchfield FE. Suction drainage of orthopaedic wounds [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1961, 43-A: 939-946.
- [5] Kim YH, Cho SH, Kim RS. Drainage versus nondrainage in simultaneous bilateral total hip arthroplasties [J]. *J Arthroplasty*, 1998, 13(2): 156-161.
- [6] Kim YH, Cho SH, Kim RS. Drainage versus nondrainage in simultaneous bilateral total knee arthroplasties [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1998(347): 188-193.
- [7] Walmsley PJ, Kelly MB, Hill RM, et al. A prospective, randomised, controlled trial of the use of drains in total hip arthroplasty [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87(10): 1397-1401.
- [8] Saleh K, Olson M, Resig S, et al. Predictors of wound infection in hip and knee joint replacement: results from a 20 year surveillance program [J]. *J Orthop Res*, 2002, 20(3): 506-515.
- [9] Patel VP, Walsh M, Sehgal B, et al. Factors associated with prolonged wound drainage after primary total hip and knee arthroplasty [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2007, 89(1): 33-38.
- [10] Watanabe T, Muneta T, Yagishita K, et al. Closed suction drainage is not necessary for total knee arthroplasty: a prospective study on simultaneous bilateral surgeries of a mean follow-up of 5.5 years [J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31(3): 641-645.
- [11] Si HB, Yang TM, Zeng Y, et al. No clear benefit or drawback to the use of closed drainage after primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17: 183.
- [12] Wang D, Xu J, Zeng WN, et al. Closed suction drainage is not associated with faster recovery after total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled study of 80 patients [J]. *Orthop Surg*, 2016, 8(2): 226-233.
- [13] Liu XH, Fu PL, Wang SY, et al. The effect of drainage tube on bleeding and prognosis after total knee arthroplasty: a prospective cohort study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2014, 9: 27.
- [14] Zhang Y, Li ZJ, Zheng YF, et al. Delayed drainage versus autotransfusion drainage and routine drainage after total knee arthroplasty: a comparative study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2013, 8: 39.
- [15] Wang G, Wang D, Wang B, et al. Efficacy and safety evaluation of intra-articular injection of tranexamic acid in total knee arthroplasty operation with temporarily drainage close [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(8): 14328-14334.
- [16] Li B, Liu ZT, Shen P, et al. Comparison of therapeutic effects between drainage blood reinfusion and temporary clamping drainage after total knee arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis [J]. *Clinics (Sao Paulo)*, 2015, 70(3): 202-206.
- [17] Pornrattanamaneewong C, Narkbunnam R, Siriwanasakul P, et al. Three-hour interval drain clamping reduces postoperative bleeding in total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(7): 1059-1063.
- [18] Sa-Ngasoongsong P, Channoom T, Kawinwongowit V, et al. Postoperative blood loss reduction in computer-assisted surgery total knee replacement by low dose intra-articular tranexamic acid injection together with 2-hour clamp drain: a prospective triple-blinded randomized controlled trial [J]. *Orthop Rev (Pavia)*, 2011, 3(2): e12.
- [19] 张琦,董纪元,龚科,等.应用止血带对人工全膝关节置换术的

- 影响研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30(4): 421-425.
- [20] Yavarikia A, Amjad GG, Davoudpour K. The influence of tourniquet use and timing of its release on blood loss in total knee arthroplasty[J]. Pak J Biol Sci, 2010, 13(5): 249-252.
- [21] Tarwala R, Dorr LD, Gilbert PK, et al. Tourniquet use during cementation only during total knee arthroplasty: a randomized trial [J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(1): 169-174.
- [22] Hersekli MA, Akpınar S, Ozkoc G, et al. The timing of tourniquet release and its influence on blood loss after total knee arthroplasty [J]. Int Orthop, 2004, 28(3): 138-141.
- [23] Jawhar A, Hermanns S, Ponelies N, et al. Tourniquet-induced ischaemia during total knee arthroplasty results in higher proteolytic activities within vastus medialis cells: a randomized clinical trial [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015 Nov 14. [Epub ahead of print].
- [24] Guler O, Mahirogullari M, Isyar M, et al. Comparison of quadriceps muscle volume after unilateral total knee arthroplasty with and without tourniquet use [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 24(8): 2595-2605.
- [25] Chiu FY, Hung SH, Chuang TY, et al. The impact of exsanguination by Esmarch bandage on venous hemodynamic changes in total knee arthroplasty - A prospective randomized study of 38 knees [J]. Knee, 2012, 19(3): 213-217.
- [26] Charalambides C, Beer M, Melhuish J, et al. Bandaging technique after knee replacement[J]. Acta Orthop, 2005, 76(1): 89-94.
- [27] Shen PC, Jou IM, Lin YT, et al. Comparison between 4-hour clamping drainage and nonclamping drainage after total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2005, 20(7): 909-913.
- [28] Madadi F, Mehrvarz AS, Madadi F, et al. Comparison of drain clamp after bilateral total knee arthroplasty [J]. J Knee Surg, 23(4): 215-221.
- [29] Yamada K, Imaizumi T, Uemura M, et al. Comparison between 1-hour and 24-hour drain clamping using diluted epinephrine solution after total knee arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 2001, 16(4): 458-462.
- [30] Tai TW, Yang CY, Jou IM, et al. Temporary drainage clamping after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Arthroplasty, 25(8): 1240-1245.
- [31] Pinsornsak P, Chumchuen S. Can a modified Robert Jones bandage after knee arthroplasty reduce blood loss? A prospective randomized controlled trial [J]. Clin Orthop Relat Res, 471(5): 1677-1681.
- [32] Madarevic T, Tudor A, Sestan B, et al. Postoperative blood loss management in total knee arthroplasty: a comparison of four different methods [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 19(6): 955-959.
- [33] Melhuish JM, Clark M, Williams R, et al. The physics of sub-bandage pressure measurement [J]. J Wound Care, 2000, 9(7): 308-310.
- [34] Li Z, Liu D, Dong J, et al. Effects of cold irrigation on early results after total knee arthroplasty: a randomized, double-blind, controlled study[J]. Medicine (Baltimore), 95(24): e3563.
- [35] Levy AS, Marmar E. The role of cold compression dressings in the postoperative treatment of total knee arthroplasty [J]. Clin Orthop Relat Res, 1993, (297): 174-178.
- [36] Hiippala S, Strid L, Wennerstrand M, et al. Tranexamic acid (Cyklokapron) reduces perioperative blood loss associated with total knee arthroplasty[J]. Br J Anaesth, 1995, 74(5): 534-537.
- [37] Xie J, Ma J, Yao H, et al. Multiple boluses of intravenous tranexamic acid to reduce hidden blood loss after primary total knee arthroplasty without tourniquet: a randomized clinical trial [J]. J Arthroplasty, 2016, May 6. [Epub ahead of print]
- [38] Jain NP, Nisthane PP, Shah NA. Combined administration of systemic and topical tranexamic acid for total knee arthroplasty: can it be a better regimen and yet safe? A randomized controlled trial [J]. J Arthroplasty, 31(2): 542-547.
- [39] Omonbude D, El Masry MA, O'Connor PJ, et al. Measurement of joint effusion and haematoma formation by ultrasound in assessing the effectiveness of drains after total knee replacement: a prospective randomised study[J]. J Bone Joint Surg Br, 92(1): 51-55.
- [40] Shen PF, Hou WL, Chen JB, et al. Effectiveness and safety of tranexamic acid for total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial[J]. Med Sci Monit, 21: 576-581.
- [41] Zamora-Navas P, Collado-Torres F, de la Torre-Solís F. Closed suction drainage after knee arthroplasty. A prospective study of the effectiveness of the operation and of bacterial contamination [J]. Acta Orthop Belg, 1999, 65(1): 44-47.
- [42] Senthil Kumar G, Von Arx OA, Pozo JL. Rate of blood loss over 48 hours following total knee replacement [J]. Knee, 2005, 12(4): 307-309.
- [43] Willems D, Paul J, White SH, et al. Closed suction drainage following knee arthroplasty. Effectiveness and risks [J]. Clin Orthop Relat Res, 1991, (264): 232-234.
- [44] Ares-Rodríguez O, Martínez AH, Fernández AH, et al. Survival curve and factors related to drainage during the first 24 h after total knee arthroplasty [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008, 16(6): 585-589.

(收稿日期: 2016-08-31)