

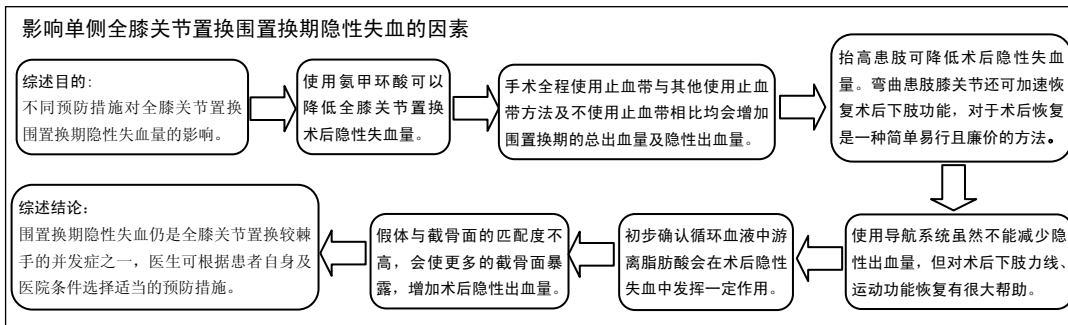
# 单侧全膝关节置换围置换期的隐性失血：问题与特点

王云龙, 甄平(解放军兰州总医院全军骨科中心, 甘肃省兰州市 730050)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.0180

ORCID: 000-0003-3597-908X(王云龙)

文章快速阅读:



王云龙, 男, 1986年生, 甘肃省兰州市人, 汉族, 解放军兰州总医院全军骨科中心在读硕士, 主要从事人工关节外科方面的研究。

通讯作者: 甄平, 教授, 主任医师, 博士, 解放军兰州总医院全军骨科中心, 甘肃省兰州市 730050

中图分类号:R318

文献标识码:A

稿件接受: 2017-11-15



## 文题释义:

**隐性失血:** 手术后外渗在组织间隙和积存在关节内的血液以及由于溶血作用导致的血红蛋白丢失。全膝关节置换围术期隐性失血量可达总失血量的 50%。造成隐性失血的因素也较多, 包括年龄、性别、体质量指数、是否使用止血带等。

**止血带使用:** 目前全膝关节置换术中常规使用止血带, 其优势是可以减少术中出血、使术野清晰、有利于骨水泥的使用、缩短手术时间等, 对这一点均已形成共识。最近的一项 Meta 分析显示, 使用止血带可以减少术中及总出血量。然而, 止血带的直接压迫可使软组织局部缺血。使用止血带增加血栓形成风险的同时, 下列并发症也被认为与使用止血带相关: 术后患肢肿胀、关节僵硬、伤口延迟愈合、神经麻痹、血管损伤、横纹肌溶解、大腿皮下脂肪坏死及术后大腿疼痛。使用止血带是否会降低术后隐性失血量, 以及术中是否应该释放止血带、使用止血带的时机等问题, 大多数学者还存在着争议。

## 摘要

**背景:** 隐性失血是膝关节置换后出现贫血的主要原因, 可影响患者伤口的愈合、增加感染机会、延长了置换后康复锻炼的时间、增加医疗成本, 严重影响术后疗效。

**目的:** 就近年来提出的降低全膝关节置换围置换期隐性失血量的措施、新观念进行分析, 为全膝关节置换围置换期隐性失血的预防提供一定帮助。

**方法:** 计算机检索 CNKI、PubMed 等数据库 2005 年 1 月到 2017 年 2 月有关人工全膝关节置换围置换期隐性失血的文献, 纳入不同预防隐性出血方案的临床对照研究, 中文关键词为“膝关节置换”, “隐性失血”, “人工假体”, 英文关键词为“knee arthroplasty”, “hidden blood loss”, “artificial joint”。

**结果与结论:** ①全膝关节置换围置换期隐性失血量与众多因素有关; ②使用氨甲环酸、减少止血带使用时间、置换后一定程度抬高患肢、置换前对患膝的影像学资料精确测量均可减少围置换期隐性失血量; ③血液中的游离脂肪酸也可影响隐性失血量; ④计算机辅助导航技术虽不能减少隐性失血量, 但对置换后的恢复仍有帮助; ⑤学者们对全膝关节置换围置换期隐性失血尚未达成共识, 仍需不断研究。

## 关键词:

骨科植入物; 人工假体; 膝关节置换; 隐性失血; 人工关节; 血红蛋白

## 主题词:

关节成形术, 置换, 膝; 失血, 手术; 假体植入; 血红蛋白类; 组织工程

## Perioperative hidden blood loss in unilateral total knee arthroplasty: problems and characteristics

Wang Yun-long, Zhen Ping (Orthopedic Center of PLA, Lanzhou General Hospital, Lanzhou 730050, Gansu Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** The hidden blood loss is the main reason for anemia after knee arthroplasty, which will delay wound healing, increase infection, prolong rehabilitation time, improve the cost of medicine, and seriously affect clinical outcome.

**OBJECTIVE:** To summarize the new conceptions and methods about decreasing perioperative hidden blood loss of knee arthroplasty, and to provide help for the prevention of hidden blood loss in total knee arthroplasty.

**METHODS:** We retrieved CNKI and PubMed for articles concerning perioperative hidden blood loss following total knee arthroplasty published from January 2005 to February 2017. We choose different controlled clinical trials

Wang Yun-long, Master candidate, Orthopedic Center of PLA, Lanzhou General Hospital, Lanzhou 730050, Gansu Province, China

Corresponding author: Zhen Ping, Professor, Chief physician, M.D., Orthopedic Center of PLA, Lanzhou General Hospital, Lanzhou 730050, Gansu Province, China

about the method of preventing hidden blood loss. Key words were "knee arthroplasty, hidden blood loss, artificial joint".

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) Hidden blood loss during total knee arthroplasty was associated with many factors. (2) The following factors might reduce hidden blood loss: using the tranexamic acid, reducing the duration of tourniquet, raising the operated knee in a certain extent after operation, and gauging imaging data of the affected knee exactly before operation. (3) Free fatty acids were also responsible for the hidden blood loss. (4) Computer assisted surgery could not reduce the quantity of hidden blood loss, but help patient recovery. (5) The scholars have not reach an agreement about hidden blood loss in total knee arthroplasty, so the research will go continue.

**Subject headings:** Arthroplasty, Replacement, Knee; Blood Loss, Surgical; Prosthesis Implantation; Hemoglobins; Tissue Engineering

## 0 引言 Introduction

骨性关节炎是老年人常见多发病,发病年龄主要集中在60岁以上人群。随着中国社会逐渐进入老龄化,膝关节骨性关节炎的发病率在逐年上升。全膝关节置换术手术仍然是治疗晚期膝关节关节炎最有效的方法之一<sup>[1]</sup>,通过手术可以缓解长期的反复疼痛并维持膝关节的稳定性。全膝关节置换的手术量与日俱增。然而,在手术期间出血量仍然较大,术中软组织大面积剥离、股骨扩髓操作、假体安装后截骨面外露以及纤维蛋白溶解都可导致创面渗血。有文献报道全膝关节置换术后的总出血量为500-1 500 mL<sup>[2-3]</sup>。通常人们关注手术出血主要是术中创面出血以及术后伤口引流血液,往往忽略了外渗在组织间隙和积存在关节内的血液以及由于溶血作用导致的血红蛋白丢失,这些都是会忽视的隐性失血,而隐性失血在围术期占总失血量可达50%<sup>[4]</sup>。Newman等<sup>[5]</sup>的研究发现,部分行人工全膝关节置换的患者使用了自体血回输设备,但是术后还是相继出现了贫血现象,进一步说明全膝关节置换存在着隐性出血。Sehat等<sup>[6]</sup>通过术前术后红细胞压积的变化计算围置换期出血量,人工全膝关节置换围置换期的平均总出血量1 474 mL,平均隐性出血量735 mL,占总出血量的50%。血液回收组与对照组比较,两者的总出血量及隐性出血量有明显差异,但隐性出血量占总出血量的比例均高达50%,说明隐性失血量占总失血量的比例不可忽视。

造成隐性失血的因素也较多,包括年龄、性别、体质指数、是否使用止血带等。随着近年来对全膝关节置换术隐性失血量的认识不断增多,对其发生机制、影响因素、预防措施等概念也在不断更新。因此文章对全膝关节置换术出血的相关影响因素及治疗措施进行详细的分析与综述。

## 1 资料和方法 Data and methods

**1.1 检索策略** 以“膝关节置换”,“隐性失血”,“人工假体”等为中文关键词在CNKI、万方、维普数据库检索,并以“knee arthroplasty”,“hidden blood loss”,“artificial joint”等为关键词在Pubmed、OVID等数据库检索,检索时间设定为2005年1月到2017年2月。

**1.2 设定文献的纳入标准** ①关于全膝关节置换隐性出血预防措施的临床对照研究;②关于全膝关节置换隐性出血的新观点、新理念;③文献类型为期刊论文、学位论文、会议论文。

**1.3 排除标准** ①文献质量较低;②在不同语言刊物重复发表的文献;③无法获得全文的文献;④非英文、非中文文献。

**1.4 综述目的** 本综述对氨甲环酸、止血带、术后患肢体位等传统干预措施及术前骨性关节炎等级、计算机导航系统的应用、游离脂肪酸等新概念对全膝关节置换隐性出血的影响进行深入探讨,为临床医生提供手术及治疗策略。

## 2 结果 Results

**2.1 隐性失血量的计算** 全膝关节置换的总出血量包括显性出血量与隐性出血量两个部分,故隐性出血量=总出血量-显性出血量。显性出血量由术中出血及术后伤口引流量组成,总出血量通常使用Gross方程估算得出<sup>[7]</sup>,因此也可称为预估出血量。Gross于1983年首次提出使用围术期平均红细胞压积计算有效循环血量的线性方程,其在实践中验证了该方法的准确性,实际上通过Gross方程计算的血液丢失量已经基本接近真实情况,除非患者的失血量巨大或者迅速失血使得方程偏离正常的基线。Gross方程是通过术前、术后红细胞压积的变化值及术前的有效循环血量,求得总出血量,即总出血量=术前有效血容量×(术前红细胞压积-术后红细胞压积)。术前的有效循环血量可以通过Nadler方法计算<sup>[8]</sup>:术前有效血容量= $K_1 \times \text{身高}^3 + K_2 \times \text{体质量} + K_3$ ,其中身高的单位为m,体质量的单位为kg,男性患者: $K_1=0.3669$ , $K_2=0.03219$ , $K_3=0.6041$ ;女性患者: $K_1=0.3561$ , $K_2=0.03308$ , $K_3=0.1833$ 。使用Gross方程计算总出血量,术后红细胞压积对其计算准确性的影响最为显著。有些研究认为,可取术后两至三天红细胞压积进行计算<sup>[5-6]</sup>。Prasad等<sup>[9]</sup>发现,全膝关节置换后的大部分患者血红蛋白持续下降,直至术后第7天才开始上升。李征等<sup>[10]</sup>在研究中同样发现,约有50%的患者红细胞压积和血红蛋白的最低值出现在术后4-7 d。因此取术后两至三天红细胞压积值进行计算并不准确,应当取术后7 d内所查红细胞压积的最低值进行计算较为妥当。

**2.2 氨甲环酸的应用** 近些年,各类纤溶蛋白酶抑制物在全膝关节置换术中广泛应用,以期降低出血量及输血量<sup>[11]</sup>。氨甲环酸是一种赖氨酸类似物,被认为是效果最好、副作用最小的纤溶蛋白酶抑制物<sup>[12]</sup>,因此被广泛应用于牙科手术、心脏手术等<sup>[13-14]</sup>。它可与纤维蛋白上的赖氨酸结合位点可逆性结合,从而抑制纤维蛋白溶解、

稳定血凝块, 达到止血的目的<sup>[15]</sup>。已有大量的研究证实氨甲环酸可以降低全膝关节置换术的出血量<sup>[16-17]</sup>, 但对于减少隐性出血量的给药方式及剂量尚未有共识。

Xie等<sup>[18]</sup>进行了151例全膝关节置换静脉用氨甲环酸对照研究, 他们将患者随机分为3组, 分别在切皮前3 h给予氨甲环酸10 mg/kg, 切皮后3 h 10 mg/kg, 切皮后3, 6 h各给予10 mg/kg。结果显示平均隐性出血量切皮前组(763.0±373.3) mL, 切皮后一次给药组(637.5±303.5) mL, 切皮后两次给药组(467.6±305.9) mL, 结论认为静脉多次给药可以显著减少隐性失血量。Huang等<sup>[19]</sup>的一项临床对照研究显示, 术后立刻给予15 mg氨甲环酸+100 mL生理盐水组与术后只给予100 mL生理盐水组相比, 隐性失血量显著降低[(170.8±37.2) mL, (364.2 mL±41.5) mL], 同时输血率也显著降低(3.7%, 25.9%)。冯贵喜等<sup>[20]</sup>对380例全膝关节置换患者进行观察, 他们将患者分为3组, 在术中紧密缝合关节囊后分别局部注射浓度为30 g/L的氨甲环酸生理盐水50 mL, 10 g/L的氨甲环酸生理盐水50 mL, 普通生理盐水50 mL。术后的隐性失血量分别是(693.29±377.91) mL、(835.42±481.97) mL、(1 032.75±322.19) mL, 差异有显著性意义, 给药组要小于未给药组, 高浓度组要小于低浓度组, 同时输血率也随着药物浓度的增加而降低。

无论何种给药方式, 使用氨甲环酸均能降低全膝关节置换术后隐性失血量。在安全浓度范围内, 给药浓度与隐性失血降低量呈正相关性。

**2.3 术中止血带的使用** 目前, 全膝关节置换术中常规使用止血带, 其优势是可以减少术中出血、使术野清晰、有利于骨水泥的使用、缩短手术时间等, 对这一点均已形成共识<sup>[21]</sup>。最近的一项Meta分析显示, 使用止血带可以减少术中及总出血量<sup>[22]</sup>。然而, 止血带的直接压迫可使软组织局部缺血。使用止血带增加血栓形成风险的同时, 下列并发症也被认为与使用止血带相关: 术后患肢肿胀、关节僵硬、伤口延迟愈合、神经麻痹、血管损伤、横纹肌溶解、大腿皮下脂肪坏死及术后大腿疼痛<sup>[23]</sup>。使用止血带是否会降低术后隐性失血量, 以及术中是否应该释放止血带、使用止血带的时机等问题, 大多数学者还存在着争议, 见表1。

Li等<sup>[24]</sup>进行了一项80例患者的有关止血带对全膝关节置换术隐性失血量的前瞻性研究。他们将患者随机分为2组, 每组40人, 其中一组手术全程使用止血带, 另一组全程不使用止血带、活动的出血点用电刀及时凝固止血。研究结果显示术中不使用止血带组术后伤口出血量、隐性出血量、总出血量均大于不使用止血带组, 前者隐性失血量占总失血量的比率为56%, 而后者为42%, 两者差异有显著性意义。因此他们认为在全膝关节置换术中使用止血带会增加术后的隐性失血量, 而不使用止血带还可以促进患者术后恢复、进行更好的康复

训练、减少并发症。Shen等<sup>[25]</sup>选取了108例初次行全膝关节置换的病例进行回顾性分析, 2组患者均是手术开始时使用止血带, 其中一组在敷料包扎伤口后释放止血带, 另一组在缝合伤口前就释放止血带, 并对伤口进行彻底止血。他们的研究结果是, 缝合伤口前释放止血带彻底止血组的围术期总失血量为(1 463±344) mL、隐性失血量为(732±212) mL; 伤口包扎敷料后再释放止血带组的围术期总失血量为(1 656±372) mL、隐性失血量为(865±231) mL, 2组的隐性失血量差异有显著性意义, 而围术期总失血量差异无显著性意义。据此, 他们认为在术中缝合伤口前释放止血带并充分止血可以减少术后的隐性失血量。曹学伟等<sup>[26]</sup>同样也对术中使用止血带的不同方法进行了研究。他们将60例行单侧全膝关节置换的患者随机分为2组, 每组30例, 一组术中采用截骨完成后使用止血带至手术结束, 另一组术中全程采用止血带至手术结束。发现截骨完成后使用止血带组围术期总出血量(880.0±150.4) mL、隐性出血量(296.0±64.0) mL; 全程使用止血带组围术期总出血量(1 010.3±126.6) mL、隐性出血量(646.0±102.5) mL。2组总出血量、隐性失血量差异均有显著性意义, 据此, 他们认为截骨完成后开始使用止血带可以减少围术期总失血量及隐性失血量。国内还有文献指出术中止血带的使用时间与隐性失血量存在较大的相关性, 随着止血带使用时间的延长对组织造成的机械性和缺血性损伤也随之加重<sup>[27]</sup>。

手术全程使用止血带与其他使用止血带方法及不使用止血带相比均会增加围术期的总出血量及隐性出血量, 其原因一方面是由于机械性因素导致缺血再灌注损伤造成局部纤溶剂激活、诱发溶血反应, 以及长时间缺血产生大量的过氧化物引起血管通透性增加等<sup>[24]</sup>。另一方面在不使用或不全程使用止血带的情况下, 在无止血带的时候微小血管出血非常明显, 术中可以彻底止血, 减少术后微小血管出血及肌肉渗血, 从而降低了术后隐性失血量<sup>[26]</sup>。

**2.4 术后患肢体位** 术后患肢的体位可以影响静脉血流速、关节囊内压力等, 进而影响全膝关节置换术后隐性失血量<sup>[28]</sup>。Li等<sup>[29]</sup>通过一项108例全膝关节置换术患者前瞻性研究支持这一结果。他们将患者随机分为2组, 2组患者术后均在踝关节下放置一垫子, 使患肢高于心脏平面, 根据经验他们将这一垫子的厚度定为25 cm, 其中膝关节弯曲组在小腿近侧端再放置一20 cm厚的垫子。他们观察到术后膝关节弯曲组的膝关节周径增加了3.1%, 术后膝关节完全伸直组周径增加了4.7%, 因此他们认为术后适度(< 30°)弯曲膝关节可以明显减少隐性失血量及膝关节肿胀程度, 且患肢的静脉血流速前者亦明显高于后者。郭兵等<sup>[30]</sup>对60例行人工全膝关节置换术的患者进行观察, 他们将患者随机分为2组, 分别为术后6 h髌膝关节均完全伸直、术后6 h屈髌30°屈膝

表 1 全膝关节置换隐性失血量与术中止血带的关系

作者	研究对象及分组	试验结果	结论
Li 等 <sup>[24]</sup>	将全膝关节置换患者随机分为 2 组, 每组 40 人, 其中一组手术全程使用止血带, 另一组全程不使用止血带、活动的出血点用电刀及时凝固止血。	结果显示, 术中止血带组术后伤口出血量、隐性出血量、总出血量均大于不使用止血带组, 前者隐性失血量占总失血量的比率为 56%, 而后者为 42%, 两者差异有显著性意义。	在全膝关节置换术中使用止血带会增加术后的隐性失血量, 而不使用止血带还可以促进患者术后恢复、进行更好的康复训练、减少并发症。
Shen 等 <sup>[25]</sup>	选取了 108 例初次行全膝关节置换的病例进行回顾性分析, 2 组患者均是手术开始时使用止血带, 其中一组在敷料包扎伤口后释放止血带, 另一组在缝合伤口前就释放止血带, 并对伤口进行彻底止血。	缝合伤口前释放止血带彻底止血组的围术期总失血量为 (1 463±344) mL、隐性失血量为 (732±212) mL; 伤口包扎敷料后再释放止血带组的围术期总失血量为 (1 656±372) mL、隐性失血量为 (865±231) mL, 2 组的隐性失血量差异有显著性意义, 而围术期总失血量差异无显著性意义。	据此, 他们认为在术中缝合伤口前释放止血带并充分止血可以减少术后的隐性失血量。
曹学伟等 <sup>[26]</sup>	将 60 例行单侧全膝关节置换患者随机分为 2 组, 每组 30 例, 一组术中采用截骨完成后使用止血带至手术结束, 另一组术中全程采用止血带至手术结束。	截骨完成后使用止血带组围术期总出血量 (880.0±150.4) mL、隐性出血量 (296.0±64.0) mL; 全程使用止血带组围术期总出血量 (1010.3±126.6) mL、隐性出血量 (646.0±102.5) mL。2 组总出血量、隐性失血量差异均有显著性意义。	提示截骨完成后开始使用止血带可以减少围术期总失血量及隐性失血量。

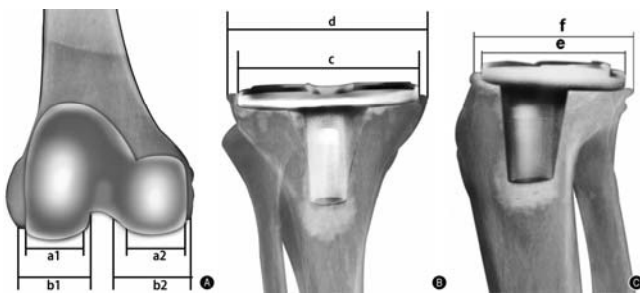


图 1 全膝关节置换假体覆盖率示意图

图注: 图 A 示股骨冠状面覆盖率=(a1+a2)/(b1+b2); B 示胫骨冠状面覆盖率=c/d; C 示胫骨矢状面覆盖率=e/f。

70°。结果发现, 术后 6 h 髌膝关节完全伸直组隐性失血量为 (480.23±57.64) mL, 占总失血量的 47.2%; 术后 6 h 屈髌屈膝组隐性失血量为 (315.23±56.32) mL, 占总失血量的 31.75%, 两者差异有显著性意义。因此研究结果认为, 术后将患肢屈膝 30°、屈膝 70° 与髌、膝关节均完全伸直相比, 前者可有效降低术后的隐性失血量。

抬高患肢可降低术后隐性失血量, 其可能的机制是下肢长时间完全伸直, 腘窝处局部张力较高, 会使该处的静脉血管处于拉紧状态, 进而影响静脉回流。而抬高的肢体使静脉血管张力降低, 可以促进静脉血液回流, 从而减少隐性出血。且弯曲的膝关节腔内压力较高, 同样有止血效果。弯曲患肢膝关节还可加速恢复术后下肢功能, 对于术后恢复是一种简单易行且廉价的方法<sup>[29]</sup>。

**2.5 计算机辅助技术的应用** 20 世纪 90 年代, Stindel 等<sup>[31]</sup>在膝关节置换术中使用计算机导航系统, 开启了无影像导航系统在该类手术中的应用。无影像导航系统是指没有采用患者任何术前或术后的影像资料(包括 X 射线片、CT、MRI 及 C 臂透视), 而是在术中通过安置在手术区域的三维光学定位装置, 实时获取关节的解剖、肢体的机械轴线和关节的位置等信息, 经过计算机处理后, 形成患肢三维模拟工作模型<sup>[31]</sup>。

Singla 等<sup>[32]</sup>报告使用德国蛇牌 Orthopilot 导航系统,

应用计算机辅助技术进行 57 例全膝关节置换随机对照研究。该系统采用特殊的数学算法进行膝关节运动中心配准<sup>[33]</sup>。与传统手术相比, 计算机辅助导航系统手术中不破坏股骨与胫骨的骨髓腔, 股骨与胫骨的截骨均在导航系统的辅助下精准完成。他们的结论是: 传统手术平均总失血量 980 mL, 导航系统辅助手术平均总失血量 970 mL, 隐性失血量分别为 54.8%, 59.5%, 总出血量与隐性出血量两种手术方式无明显差异。可能的原因是虽然运用导航系统没有开放股骨、胫骨的骨髓腔, 但止血带的使用时间比传统手术要长 (15-20 min), 已有多篇研究结果报道止血带的使用会增加总的出血量, 因此未开放骨髓腔所减少的出血量被延长止血带使用时间引起的出血所抵消<sup>[32]</sup>。Saragaglia 等<sup>[34]</sup>报告使用 Orthopilot 导航系统可以提高截骨的精确度, 避免矫正不足或过度, 比传统手术减少了超出预定目标范围的病例。因此, 使用导航系统虽然不能减少隐性出血量, 但对术后下肢力线、运动功能恢复有很大帮助。

**2.6 置换假体与膝关节的匹配** 在中国国内使用和制造的膝关节置换假体, 很多都是根据西方人膝关节解剖、形态参数设计的。然而东西方人种之间膝关节的解剖和形态存在较大的差异<sup>[35-37]</sup>。因此, 伴随着全膝关节置换手术量在国内的与日俱增, 根据西方人体参数设计的假体跟国人膝关节不匹配的问题也越来越显著<sup>[37]</sup>。假体的几何形状与截骨面出现错配, 就可能增加全膝关节置换手术的隐性出血量<sup>[35-36]</sup>。Gao 等<sup>[38]</sup>对 120 例全膝关节置换患者(男 36 例, 占 30%; 女 84 例, 占 70%; 平均年龄 64.8 岁)。他们通过术后拍摄膝关节正侧位 X 射线片, 用假体的长径除以截骨面的长径获得假体的覆盖率(图 1)。术后计算得到股骨冠状面、胫骨冠状面、胫骨矢状面的假体覆盖率分别是 (87.9±2.5)%, (88.5±2.2)%, (89.1±2.3)%。然后分别记录了术后 1 d 及术后 3 d 的隐性失血量, 通过 Pearson 相关系数分析证实术后隐性失血量与假体覆盖率存在显著相关性, 即覆盖率越大、隐性

失血量越小。国内有文献对使用股骨髁间开放式假体及股骨髁间闭合式假体术后隐性失血量进行比较,发现后者的隐性失血量小于前者,差异有显著性意义<sup>[27]</sup>。

许多需要行全膝关节置换的患者为骨性关节炎、类风湿性关节炎晚期患者,这些患者的膝关节解剖已不同于正常解剖<sup>[35]</sup>。有亚洲学者比较了亚洲人与其他人种的病态膝关节,结果显示前者前后径与内外侧径的比值高于后者<sup>[35-37]</sup>。在中国大量使用设计参数来源于西方人种的假体,这就要求手术医生术前判断假体与截骨面的覆盖率<sup>[38]</sup>。如果假体与截骨面的匹配度不高,会使更多的截骨面暴露,增加术后隐性出血量<sup>[39]</sup>。手术医生可以同时测量患膝的前后径及内外侧径计算二者比值,通过该比值选择假体要优于采用平均值及标准差<sup>[26]</sup>。

**2.7 游离脂肪酸** 在全膝关节置换过程中,打入股骨髓腔的髓腔栓、股骨柄假体等都会导致髓腔内压力增高,此时增高的压力会使髓腔内的脂滴通过毛细血管进入血液循环<sup>[40]</sup>。这些游离的脂肪酸可以刺激中性粒细胞产生大量的过氧化物及其代谢产物<sup>[41-42]</sup>,当其水平超过机体的代谢平衡时,就会损伤红细胞膜及胞浆内的血红蛋白,使得红细胞变形、破裂、分解<sup>[43-44]</sup>。

Bao等<sup>[41]</sup>提出假说,隐性失血与游离脂肪酸导致红细胞损伤与血红蛋白破坏有关,他们预测在术中及术后使用抗氧化剂药物可以降低隐性失血量。王绍刚等<sup>[45]</sup>对42例全膝关节置换患者术后的游离脂肪酸、血红蛋白等指标进行研究,他们分别记录了术前、术后24, 48, 72, 96 h血红蛋白量、红细胞计数及隐性失血量,观察到上述指标均在术后持续下降,至术后96 h平稳,而游离脂肪酸含量在术后骤升,术后24 h达到最高值,至术后96 h逐渐恢复正常。初步确认了循环血液中游离脂肪酸会在术后隐性失血中发挥一定作用。

### 3 讨论 Discussion

全膝关节置换围术期出血一直是影响患者康复、功能锻炼的因素之一,而隐性失血在围术期失血量中扮演着重要角色。随着手术技术、假体材料的发展以及对其研究的深入,围术期失血问题已经得到较好的控制和解决,但仍无法避免,尤其是隐性失血。

综上所述,全膝关节置换围术期隐性失血量与众多因素有关。应用纤溶剂氨甲环酸可以减少手术隐性失血量,而且使用后不会增加静脉血栓形成的风险,但不同使用方法(如关节腔内给药与静脉给药等)之间仍缺乏对比研究。应避免手术全程使用止血带,学者们普遍认为术中全程使用止血带较其他方式或不使用止血带均会增加围术期失血量及隐性失血量,而不同止血带使用方案之间的比较尚未有文献报道。术后抬高患肢同样可以减少隐性失血量,同时还能减少术后卧床时间,使患者更早的进行患肢功能锻炼。术前根据患膝的影像学资料

对其数据进行精确测量,通过计算选择合适的置换假体,如果条件许可尽可能选择股骨髁间闭合式假体。已经观察到循环血液中游离脂肪酸的含量可以影响隐性出血量,但对其干预措施尚未有文献报道。计算机导航系统辅助手术与传统手术相比虽不能降低总出血量及隐性失血量,但对术后恢复仍有帮助,有条件开展的医院应选择导航系统辅助手术。总之,全膝关节置换围术期隐性失血仍是该手术较棘手的并发症之一,医生可根据患者自身及医院条件选择适当的预防措施。

**致谢:** 甄平教授对该论文在写作过程中给予了悉心指导,感谢老师的理解和支持。

**作者贡献:** 第一作者查阅、分析文献,并完成本文;通讯作者审校论文并提出了重要修改意见。

**经费支持:** 该文章没有接受任何经费支持。

**利益冲突:** 所有作者声明,在课题研究和文章撰写过程,不存在利益冲突。

**伦理问题:** 文章的撰写与编辑修改后文章遵守了《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 指南)。

**文章查重:** 文章出版前已经过 CNKI 反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

**文章外审:** 文章经国内小同行外审专家双盲外审,符合本刊发稿宗旨。

**作者声明:** 第一作者对于研究和撰写的论文中出现的不良行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享3.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

### 4 参考文献 References

- [1] Leta TH, Lygre SH, Skredderstuen A, et al. Failure of aseptic revision total knee arthroplasties. *Acta Orthop*. 2015;86(1):48-57.
- [2] Lemaire R. Strategies for blood management in orthopaedic and trauma surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(9):1128-1136.
- [3] Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guideline. *Ann Thorac Surg*. 2011;91(3):944-982.
- [4] Sehat KR, Evans R, Newman JH. How much blood is really lost in total knee arthroplasty: correct blood loss management should take hidden loss into account. *Knee*. 2000;7(3):151-155.
- [5] Newman JH, Bowers M, Murphy J. The clinical advantages of autologous transfusion. A randomized, controlled study after knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1997;79(4):630-632.
- [6] Sehat KR, Evans RI, Newman JH. Hidden blood loss following hip and knee arthroplasty. Correct management of blood loss should take hidden loss into account. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(4):561-565.
- [7] Gross JB, Estimating allowable blood loss: corrected for dilution. *Anesthesiology*. 1983;58(3):277-280.
- [8] Nanler SB, Hidalgo JU, Bloch T. Prediction of blood volume in normal human adults. *Surgery*. 1962;57:224-232.
- [9] Prasad N, Padmanabhan V, Mullaji A. Blood loss in total knee arthroplasty: an analysis of risk factors. *Orthop*. 2007;31(1):39-44.

- [10] 李征,曹光磊,沈惠良.全膝关节置换术的隐性失血及影响因素分析[J].中华创伤杂志,2010,26(9):831-834.
- [11] Eubanks JD. Antifibrinolytics in major orthopaedic surgery. *Am Acad Orthop Surg*. 2010;18:132-138.
- [12] Roy SP, Tanki UF, Dutta A, et al. Efficacy of intra-articular tranexamic acid in blood loss reduction following primary unilateral total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20:2494-2501.
- [13] MJ C. The use of topical crushed tranexamic acid tablets to control bleeding after dental surgery and from skin ulcers in haemophilia. *Haemophilia*. 2007;13:443-444.
- [14] Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Tranexamic acid for control of blood loss in bilateral total knee replacement in a single stage. *Indian J Orthop*. 2011;45:148-152.
- [15] MacGillivray RG, Tarabichi SB, Hawari MF, et al. Tranexamic acid to reduce blood loss after bilateral total knee arthroplasty: a prospective, randomized double blind study. *Arthroplasty*. 2011; 26:24-28.
- [16] Lee SH, Cho KY, Khurana S, et al. Less blood loss under concomitant administration of tranexamic acid and indirect factor Xa inhibitor following total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21:2611-1617.
- [17] Shen PF, Hou WL, Chen JB et al. Effectiveness and safety of tranexamic acid for total knee arthroplasty: a prospective randomized trial. *Med Sci Monit*. 2015;21:576-581.
- [18] 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 Arthroplasty*. 2016;31:2458-2464.
- [19] Huang GP, Jia XF, Xiang Z, et al. Tranexamic acid reduces hidden blood loss in patients undergoing total knee arthroplasty: a comparative study and meta-analysis. *Med Sci Monit*. 2016;22: 797-802.
- [20] 冯贵喜,刘军,张福江,等.氨甲环酸局部应用对单侧全膝关节置换术后隐性失血量的影响[J].中华骨科杂志, 2016,36(3):151-155.
- [21] Hersekli MA, Akpınar S, Ozkok G, et al. The timing of tourniquet release and its influence on blood loss after total knee arthroplasty. *Inter Orthop*. 2004;28:138-141.
- [22] Alcelik I, Pollock RD, 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. *Arthroplasty*. 2002;27(3):331-340.
- [23] Smith TO, Hing CB. Is a tourniquet beneficial in total knee replacement surgery? A meta-analysis and systematic review. *Knee*. 2012;17(2):141-147.
- [24] Li B, Wen Y, Wu H, et al. The effect of tourniquet use on hidden blood loss in total knee arthroplasty. *Int Orthop*. 2009;33: 1263-1268.
- [25] Shen HL, Li Z, Feng ML, et al. Analysis on hidden blood loss of total knee arthroplasty in treating knee osteoarthritis. *Chin Med J*. 2011;124(11):1653-1656.
- [26] 曹学伟,杨伟毅,梁比记,等.不同止血带使用方法对TKA围手术期失血量影响的临床研究[J].中国骨与关节外科,2011,4(6): 455-459.
- [27] 高福强,李子剑,张克,等.初次全膝关节置换术后隐性失血的影响因素研究[J].中华外科杂志, 2011,49(5):419-423.
- [28] Faldini C, Traina F, De Fine M, et al. Post-operative limb position can influence blood loss and range of motion after total knee arthroplasty: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(3):852-859.
- [29] Li B, Wang G, Wang Y, et al. Effect of two limb positions on venous hemodynamics and hidden blood loss following total knee arthroplasty. *Knee Surg*. 2017;30:70-74.
- [30] 郭兵,陈小杰,郭卫.体位对初次人工膝关节置换术后隐性失血的影响[J].中国矫形外科杂志, 2013,21(3):305-306.
- [31] Stindel E, Merloz P, Graf P, et al. Computer assisted orthopedics surgery. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2007, 93(4): 11-32.
- [32] Singla A, Malhotra R, Kumar V, et al. A randomized controlled study to compare the total and hidden blood loss in computer assisted surgery and conventional surgical technique of total knee replacement. *Clin Orthop Surg*. 2015;7:211-216.
- [33] 吴昊.无需影像导航系统在矫形外科的应用[J].中国矫形外科, 2009, 13(9):1681-1686.
- [34] Saragaglia D, Roberts J. Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. *Orthopedics*. 2005;28(10):1269-1274.
- [35] Cheng CK, Lung CY, Lee YM, et al. A new approach of designing the tibial baseplate of total knee prostheses. *Clin Biomech*. 1999; 14:112-117.
- [36] Uehara K, Kadoya Y, Kobayashi A, et al. Anthropometry of the proximal tibia to design a total knee prosthesis for the Japanese population. *Arthroplasty*. 2002;17:1028-1032.
- [37] Kwak DS, Surendran S, Pengatteeeri YH, et al. Morphometry of the proximal tibia to design the tibial component of total knee arthroplasty for the Korean population. *Knee*. 2007;14:295-300.
- [38] Gao FQ, Guo WS, Sun W, et al. Correlation between the coverage percentage of prosthesis and postoperative hidden blood loss in primary total knee arthroplasty. *Chin Med J*. 2014; 127(12):2265-2269.
- [39] 高福强,李子剑,刘延青,等.初次全膝关节置换术后隐性失血的影响因素研究[J].中华外科杂志, 2011,49(5):419-423.
- [40] O'Connor MI, Brodersen MP, Feinglass NG, et al. Fat emboli in total knee arthroplasty: a prospective randomized study of computer-assisted navigation vs standard surgical technique. *Arthroplasty*. 2010;25(7):1034-1040.
- [41] Bao N, Zhou L, Cong Y, et al. Free fatty acids are responsible for the hidden blood loss in total hip and knee arthroplasty. *Med Hypotheses*. 2013;81(1):104-107.
- [42] Schönfeld P, Wojtczak L. Fatty acids as modulators of the cellular production of reactive oxygen species. *Free Rad Bio Med*. 2008; 45(3):231-241.
- [43] Das T, Firdaus SB, Mishro S, et al. Aqueous bark extract of Terminalia arjuna protects against phenylhydrazine induced oxidative damage in goat red blood cell membrane protein, phospholipid asymmetry and structural morphology: a flow cytometric and biochemical analysis. *Phar Res*. 2014;8(12): 1790-1804.
- [44] Ramkumar KM, Vijayakumar RS, Vanitha P, et al. Protective effect of gallic acid on alloxan-induced oxidative stress and osmotic fragility in rats. *Human Exp Toxicol*. 2014;33(6):638-649.
- [45] 王绍刚,陶忠亮,汪胜,等.游离脂肪酸与全膝关节置换术后隐性失血的相关性[J].中国骨与关节损伤, 2016,20(26):3830-3836.