

# Research Progress on Coagulation Status after Periarticular Fracture of Knee Joint

Guiyong Cui, Jianfei Wang

Department of Traumatology and Orthopedics, Yan'an University Hospital, Yan'an Shaanxi  
Email: 1219667661@qq.com

Received: Sep. 13<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 3<sup>rd</sup>, 2019; published: Oct. 10<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Periarticular fracture of the knee is a common intraarticular fracture in clinical practice. Due to the special location of the fracture, the curative effect of conservative treatment of this fracture is often poor, seriously reducing the quality of life of patients, and most of them need surgical treatment to achieve the ideal effect. However, as fractures around the knee joint often occur in the elderly with minor trauma and young people with high energy injury, there are many postoperative complications, especially the formation of deep venous thrombosis of the lower limbs, which can even lead to fatal pulmonary embolism, seriously affecting life. Therefore, the timely and effective use of anticoagulant drugs at an early stage is particularly important. However, when the hypercoagulant state of blood can form thrombus after surgery is still an unsolved problem in the medical community. This article reviews the monitoring of blood coagulation and timely anticoagulant therapy in patients with perigenicular fractures of the knee.

## Keywords

Periarticular Fracture of Knee Joint, Coagulation State, Thrombotic Elastic Map, Literature Review

---

# 膝关节周围骨折术后凝血状态的研究进展

崔桂勇, 王剑飞

延安大学附属医院创伤骨科, 陕西 延安  
Email: 1219667661@qq.com

收稿日期: 2019年9月13日; 录用日期: 2019年10月3日; 发布日期: 2019年10月10日

---

## 摘要

膝关节周围骨折是临床常见的关节内骨折, 由于其骨折位置特殊, 此骨折保守治疗的疗效往往较差, 严

重降低患者的生活质量, 多需手术治疗来达到理想的效果。但由于膝关节周围骨折常发生于老年人的轻微外伤以及年轻人的高能量损伤, 其术后的并发症也较多, 其中尤以下肢深静脉血栓形成较为凶险, 如发现不及时, 甚至可以导致致命性的肺栓塞, 严重的影响生命。因此及时早期有效的使用抗凝药物就显得尤为重要, 但术后血液的高凝状态何时可以形成血栓, 至今是一个医学界未攻破的难题。本文就有关膝关节周围骨折术后凝血状态的监测以及及时的抗凝治疗作一综述, 旨在为膝周骨折患者术后抗凝药物使用的时机提供参考。

## 关键词

膝关节周围骨折, 凝血状态, 血栓弹力图, 文献综述

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来, 由于社会不断发展, 高处坠落伤、交通伤等引起的膝关节周围骨折患者明显增多, 而膝关节周围骨折在解剖意义上主要包括髌骨骨折、胫骨平台骨折、股骨髁间骨折及股骨髁上骨折。单纯髌骨骨折创伤小、出血少、且大多数骨折类型简单, 术后恢复时间短, 不易形成血栓或以远端血栓为主。由于膝关节周围骨折部位特殊, 均靠近关节面, 且多为粉碎性骨折, 骨折部位复位不满意均会影响患者以后的生活质量, 产生膝关节活动疼痛、膝关节屈曲及伸展受限, 临床上为了能达到满意的解剖复位, 恢复下肢力线, 多采用切开复位内固定手术治疗。而手术治疗往往需要广泛的剥离骨折周围软组织, 以求能更好的解剖复位以及能使内固定物更好的贴合, 而这同时也破坏了骨折端的血运, 加重骨折周围软组织的损伤, 造成骨折术后血凝状态的改变。血液的高凝状态虽然一部分可以减少术后骨折部位的出血, 但是持续的血液高凝状态也会导致下肢深静脉血栓形成(DVT), 严重影响患者术后的康复过程, 甚至导致致命性肺栓塞, 据研究, DVT患者肺栓塞的发生率为0.66%~7.5% [1]。有关膝关节周围骨折术后凝血状态的监测以及及时的抗凝治疗, 减少血栓的形成等研究近年也有了新的进展。

## 2. 膝关节周围骨折的流行病学研究

胫骨平台骨折是临床常见的关节内骨折, 老年人在轻微外伤以及年轻人在高能量外伤中均可发生, 该骨折常引起周围韧带、血管、关节囊等软组织损伤[2] [3], 该骨折在全身骨折中约占4.48% [4], 该骨折所引起的血管损伤约占全身血管损伤的40%~70%, 而血管损伤, 往往来势汹汹, 如不抢救及时, 甚至危及生命。据统计, 肢体血液循环完全缺血6~8小时后可以重建血液循环, 超过12小时则重建血液循环的成功率将大大降低, 截肢率及致残率将大大升高[5]。近年来, 各种影像学资料的不断更新及进步, 诊断此病并不困难, 治疗的原则是: 恢复解剖复位, 维持膝关节的稳定, 保证患者术后良好的功能[6] [7] [8]。

股骨远端骨折包括股骨远端关节面以上15 cm内的骨折, 主要包括股骨髁间骨折及股骨髁上骨折, 在下肢关节内骨折中属于较为严重的部位, 其发病率约为1.1%, 在股骨骨折中约占4%, 常发生于年轻人的高能量损伤或伴有骨质疏松的老年人中能量损伤中[9], 但因近年国内老年人口的不断增加, 股骨远端骨折也在逐年增高, 并在老年女性和年轻男性人群中呈现两个流行病学峰值[10]。

### 3. 解剖学

解剖上, 膝关节在人体所有关节中也处于复杂而又关键的地位。该关节由胫骨内外髁关节面及股骨髁关节面共同组成, 胫骨内侧髁较大, 外侧髁较高, 内外侧髁均呈周围高中间低的凹陷形状, 均有内外侧半月板覆盖, 内外侧髁之间为髁间隆突[11]。因此也有人说, 鞍形是胫骨与股骨关节面的一个显著特征, 胫骨内侧关节面为凹面, 外侧关节面为凸面, 内侧关节面整体较外侧关节面大一些, 凹面与凸面也造成了膝关节的一个  $7^\circ$  的外翻角, 所以临床统计, 胫骨平台外侧关节面较内侧关节面易骨折。胫骨关节面的后倾角为  $10^\circ\sim 15^\circ$ , 内侧关节后倾角较外侧关节后倾角大, 这也间接解释了临床统计外后髁关节易骨折的原因。胫股角在一定程度上可以反映膝关节冠状位力线, 胫股角变大提示膝内翻, 相反, 胫股角变小提示膝外翻, 这些指标在一定程度上可以指导手术治疗膝关节周围骨折以准确达到功能复位。

股骨远端从解剖学包括距股骨最远端  $9\text{ cm}\sim 15\text{ cm}$  部位的骨折。其冠状面上类似三角形, 股骨髁关节面与股骨远端两侧皮质骨共同构成这三角形的三边, 形成较稳定结构, 其内外径增宽、髓腔增宽、骨量减少、皮质变薄。股骨髁上是皮质骨与松质骨的交界区, 受伤后易形成粉碎性骨折, 不易重建力学的稳定性。



### 4. 治疗方案

治疗上, 膝关节周围骨折常为高能量、高速损伤, 骨折部位常涉及骨骼、关节面、软骨、软组织, 可表现为关节软骨、软骨下骨的塌陷压缩骨折, 甚至粉碎性骨折, 同时可合并半月板、关节韧带等损伤[12]。对于膝关节周围骨折的治疗, 总的分为两种, 保守治疗和手术治疗, 当骨折或周围组织损伤较重时, 不管是哪种治疗, 都会不同程度的影响关节功能、劳动能力及生活质量。非手术治疗, 虽然可以避免手术所带来的风险以及高昂的费用, 但也同时因为不能达到功能上的复位, 保守治疗后创伤性关节炎及关节功能障碍的发生率较高, 故膝关节周围骨折的治疗临床大部分倾向于外科手术治疗。术中对骨折部位良好的功能复位以及坚强的内固定, 可以大大减少创伤性关节炎的发生, 最大程度的改善关节功能, 减少骨折的并发症[13]。尤其对于老年人, 可以早期下床, 提高患者的生活质量, 减少骨折后长期卧床所引起的坠积性肺炎、DVT、关节僵硬等并发症。

股骨髁间骨折是较为严重的关节内骨折, 股骨髁间周围有关节囊、肌肉、韧带及肌腱附着, 平时在未受伤之前, 各组织通过受力平衡, 各韧带、肌肉互相协调, 保证膝关节的稳定, 一旦髁间骨折, 髁间附着点的肌肉通过牵拉, 导致骨折不同程度的移位, 股四头肌和腘绳肌的收缩使受伤肢体发生不同程度的短缩, 内收肌的牵拉常引起内翻畸形, 腓肠肌的牵拉造成骨折端向后移位和成角, 从而造成膝关节关

节面的不平整和旋转畸形。保证膝关节稳定的前后交叉韧带的止点位于髌间窝, 股骨髌间骨折复位不良常造成股骨髌间不同程度的狭窄, 常造成膝关节不同程度的活动障碍。股骨髌间的长度影响内外侧副韧带的张力, 影响膝关节的稳定。因此非手术治疗难以达到功能上的复位, 导致膝关节活动受限[14]。早期手术治疗股骨髌间骨折, 有效可靠的内固定加上早期功能锻炼是保证股骨髌间骨折功能恢复的基础[15]。

股骨髌上骨折常为高能量损伤, 由于其解剖位置特殊, 较靠近膝关节, 损伤机制复杂, 且承受重量较大, 易移位, 所以治疗难度相对较大[16]。传统的治疗方法如牵引, 是治疗上的基础疗法, 同时, 保守治疗需要卧床时间较长, 对于老年人来说, 易引起肺部感染、褥疮, 甚至引起关节僵硬, 严重影响患者的生活质量, 而手术治疗往往可以同时解决以上的所有问题。术后也易引起股四头肌及膝关节的粘连, 造成膝关节的功能障碍, 因此术后早期的功能锻炼对于手术疗效至关重要。

胫骨平台骨折是常见的关节内骨折, 骨折复位的良好程度直接影响患者术后膝关节的功能。高能量损伤后的胫骨平台骨折, 通常骨折移位明显, 关节面损伤较重, 个体化差异较大, 且其周围组织组成复杂, 严重骨折可能会损伤周围的韧带、血管、神经[16], 治疗不及时, 可能会留下肢体短缩、下肢活动障碍等严重的并发症[17][18]。在临床上, 胫骨平台骨折劈裂或塌陷超过 5 mm, 且伴有膝关节活动不稳即为手术适应症[19]。早期有效的切开复位内固定可以恢复关节面的平整, 保证关节的稳定, 并可以防止韧带、软骨的进一步损伤, 且骨折复位的质量及内固定的牢靠程度直接关系到术后膝关节的功能[20][21]。且严重的胫骨平台骨折, 常为高能量损伤, 通常涉及双柱或者三柱骨折, 手术难度较大, 对术者的要求也较高[22]。

## 5. 术后围手术期的并发症

综上所述, 膝关节周围骨折在治疗上保守治疗疗效多较差, 临床数据显示手术治疗多能大大改善患者膝关节功能, 提高患者的生活质量, 但膝关节周围骨折手术对于关节外科来说也是一较大的手术, 手术一方面对于患者创伤较大, 另一方面其术后的并发症也较多, 尤以围手术期较多。因此, 为了获得良好的结果, 需对围手术期的并发症给予正确的认识, 并采取一定的预防措施, 这对患者的安全及其术后快速康复具有重要的意义。比如术后切口愈合不良, 切口感染, 甚至深度感染致骨髓炎, VTE 及其周围重要神经血管损伤等等, 本篇重点讲述膝关节周围骨折患者术后凝血状态改变所致的下肢深静脉血栓形成(deep vein thrombosis, DVT)。

## 6. 静脉血栓栓塞症

静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism, VTE)是骨科大型手术后的常见并发症, 包括下肢深静脉血栓形成(deep vein thrombosis, DVT)以及肺动脉血栓栓塞症(pulmonary thromboembolism, PTE)。VTE 常见的表现为下肢肢体的肿胀、疼痛、浅表静脉曲张, 当栓子脱落后, 极易引起肺栓塞, 这时就会出现突发的胸痛、咯血、呼吸困难、低氧血症等, 甚至危及生命, 需要紧急处理。根据文献报道, 90%的 PTE 都来自下肢深静脉, 而有下肢深静脉血栓的患者发生 PTE 的概率为 50% [23]。手术时间超过 2 小时、使用止血带、双侧膝关节周围骨折手术等等都会大大加大术后 DVT 的发生率。据《2016 年的中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南》所指出, 为预防 DVT 的发生, 需要从基本预防措施、物理预防、药物预防的方面预防。

Virkow 最早提出血栓形成的病理基础: ① 血管内皮的损伤, 暴露血管内皮下的胶原蛋白, 激活血小板和凝血因子 XII, 启动内源性凝血过程; ② 血液高凝状态。骨科大手术及大的创伤会使纤溶系统发生异常, 凝血系统的生理状态发生改变, 术后急性的疼痛过程以及应激状态都会导致血液高凝状态, 预防不及时就会形成下肢深静脉血栓[24]。③ 血流速度减慢。创伤后的骨折大量出血以及麻醉、制动时间

过长等都会导致血流动力学的改变, 也会导致血栓形成。血栓预防不及时脱落就会导致肺栓塞, 即形成 PE。

传统的下肢深静脉血栓形成, 在诊断上最早主要靠临床表现, 可表现为下肢肿胀、局部疼痛、浅静脉曲张、局部皮温升高等等。但这些临床表现往往在术后或者术后 2 周出现, 过早出现一般不由 DVT 引起, 临床表现往往特异性低, 关键时候还得一些实验室检查来确诊。其中下肢血管 B 超可以确诊, 其诊断下肢血栓灵敏度为 89%~96%, 特异度为 94%~99% [25]。其次血凝检验中的血浆 D-二聚体是纤维蛋白分解后的产物, 其检验结果值的升高提示机体凝血系统的激活, 对血栓的形成具有参考价值, 但其特异性低, 其敏感性为 87.0%, 特异性仅为 75.9% [26]。D-二聚体主要用于血栓的初步筛查, 其值的高低可以初步怀疑或排除血栓, 但影响其值的高低的影响因素较多, 不能将其作为确诊的根据。血管造影是确诊血栓形成的金标准, 但其为有创检查, 不推荐作为首选。

## 7. 血栓弹力图

新型的检查方法如血栓弹力图(Thrombelastography, TEG)。TEG 是在 1948 年由德国人 Herater 博士在海德堡大学研发并首次进行了描述[27]。通过临床试验表明: TEG 可以可靠的显示出创伤后的血液高凝状态[28] [29]。多次抽血检测, 可以较准确的显示血液高凝状态出现的时间, 从而较准确的指导临床使用抗凝药物。其次也可以指导临床输血, 甚至有好多人认为 TEG 优于传统化验检查, 最早报道这种优越性的是 Kaufmann 及其同事于 1997 年发表的[30]。有人曾做过实验提示 TEG 与传统测量凝血指标联系较弱, 其可能原因在于传统凝血指标是在没有血小板或某些细胞成分的血浆中进行, 而血栓弹力图是在全血中进行的。其次传统的监测凝血指标不能很好的反映血液凝固的动态过程, 而血栓弹力图就可以做到。这对术后患者是很有价值的, 因为术后凝血状态有时是不稳定的, 而时间有时才是最重要的。血栓弹力图分析的最重要的数据是血栓的强度以及纤维蛋白溶解的过程。TEG 是为数不多的诊断和量化纤溶的测试之一, 从而指导临床医生使用抗纤溶药物和血液制品。据临床数据显示, 血栓弹力图比常规凝血试验更快, 可以更快的预测骨折术后肺栓塞的发生, 从而可以指导临床医生及时的使用抗凝药物[31]。TEG 中重要的参数及其所代表的重要意义: R (reaction time)值: 凝血反应时间, 反应的是被检测的血液标本从测试开始到第一个纤维蛋白形成所用的时间, 正常参考值范围: 5~10 min, R 值缩短表示血液高凝; K 值: 血液凝固时间, 表示酶促因子增强血凝块的强化阶段, 正常参考值范围: 1~3 min, K 值减小, 提示纤维蛋白原功能亢进, 血液呈现高凝状态; angle 角( $\alpha$  角): 凝固角, 表示有效纤维蛋白原聚合增强血凝块的速率, 正常参考值范围: 53~72°,  $\alpha$  角越大, 提示血凝块生成速度越快, 血液高凝; MA (maximum amplitude)值: 最大振幅, 为血凝块形成曲线之间的最大宽度, 正常参考范围: 50~70 mm。主要反映血凝块最大强度。当 MA 值增大时, 提示血小板功能亢进或数量增多, 血液高凝[32]。有研究指出当 MA 值升高( $\geq 65$  mm)时可作为预测静脉血栓栓塞的独立预测因子[33]; CI (coagulation index)值: 凝血指数, 是判断凝血和出血的综合指标, 反映血液在各种条件下的凝血综合状态。正常参考范围: -3~+3。当 CI 值低于-3 时提示血液处于低凝状态, 当 CI 值大于 3 时提示血液处于高凝状态。CI 值的降低或增大分别提示原发性纤溶亢进和继发性纤溶亢进。

## 8. 小结

综上所述, 膝关节是下肢三大负重关节之一, 膝关节周围骨折治疗不当会严重影响膝关节的功能和稳定性, 进而会影响患者的生活质量。膝关节周围骨折治疗原则是获得一个稳定的、对线和运动良好以及无痛的膝关节, 而且最大限度的减少创伤性关节炎的发生率, 对于移位明显的骨折, 在无明显手术禁忌症的情况下, 多首选手术治疗。但手术治疗同样具有一定的并发症, 如下肢深静脉血栓形成, 而当血

栓脱落时, 可能导致肺栓塞, 脑栓塞, 甚至危及生命, 及时发现并有效的干预, 对于减少 DVT 及 PTE 的发生至关重要, 同时也能减少患者对手术的顾虑。

## 参考文献

- [1] Dahl O E, Caprini J A, Jr C C, *et al.* (2005) Fatal Vascular Outcomes Following Major Orthopedic Surgery. *Thrombosis & Haemostasis*, **94**, 860-866. <https://doi.org/10.1160/TH04-11-0769>
- [2] Gardner, M.J., Yacoubian, S., Geller, D., *et al.* (2005) The Incidence of Soft Tissue Injury in Operative Tibial Plateau Fractures: A Magnetic Resonance Imaging Analysis of 103 Patients. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **19**, 79-84. <https://doi.org/10.1097/00005131-200502000-00002>
- [3] 方跃, 康鹏德, 杨天府, 等. 膝关节周围骨折脱位合并腘动脉损伤[J]. 中国矫形外科杂志, 2006, 14(24): 1846-1849.
- [4] 薛建利, 王光林. 高能量损伤胫骨平台骨折的诊治进展[J]. 华西医学, 2008, 23(4): 923-924.
- [5] Feliciano, D.V., Moore, F.A., Moore, E.E., *et al.* (2011) Evaluation and Management of Peripheral Vascular Injury. Part 1. Western Trauma Association/Critical Decisions in Trauma. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **70**, 1551-1556. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31821b5bdd>
- [6] Subasi, M., Kapukaya, A., Arslan, H., Ozkul, E. and Cebesoy, O. (2007) Outcome of Open Comminuted Tibial Plateau Fractures Treated Using an External Fixator. *Journal of Orthopaedic Science*, **12**, 347-353. <https://doi.org/10.1007/s00776-007-1149-7>
- [7] Zeng, Z.M., Luo, C.F., Putnis, S. and Zeng, B.-F. (2011) Biomechanical Analysis of Posteromedial Tibial Plateau Split Fracture Fixation. *Knee*, **18**, 51-54. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2010.01.006>
- [8] Kavin, K., Vijay, S., Darsh, G. and Farooque, K. (2016) Complications in the Management of Closed High-Energy Proximal Tibial Plateau Fractures. *Chinese Journal of Traumatology*, **19**, 342-347. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2016.08.002>
- [9] 张英泽. 临床创伤骨科流行病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 185-188.
- [10] Link, B.C. and Babst, R. (2012) Current Concepts in Fractures of the Distal Femur. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*, **79**, 11-20.
- [11] 石小军, 林江莉, 沈彬, 等. 固定平台后稳定型假体全膝关节置换术后的运动学研究[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(3): 259-265.
- [12] Babis, G.C., Evangelopoulos, D.S., Kontovazenitis, P., *et al.* (2011) High Energy Tibial Plateau Fractures Treated with Hybrid External Fixation. *Journal of Orthopaedic Surgery & Research*, **6**, 35. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-6-35>
- [13] 王凯, 车彪, 邹凯, 等. 胫骨平台骨折手术疗效影响因素的探讨[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 15(2): 98-100.
- [14] Beltran, M.J., Gary, J.L. and Collinge, C.A. (2015) Management of Distal Femur Fractures with Modern Plates and Nails: State of the Art. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **29**, 165-172. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000302>
- [15] 毛晓晖, 杨杰. 术前骨牵引与皮牵引对股骨骨折患者手术指标及功能结果的影响[J]. 中国骨伤, 2014, 27(10): 800-803.
- [16] Heiney, J.P., Battula, S., O'Connor, J.A., *et al.* (2012) Distal Femoral Fixation: A Biomechanical Comparison of Retrograde Nail, Retrograde Intramedullary Nail, and Prototype Locking Retrograde Nail. *Clinical Biomechanics*, **27**, 692-696. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.01.007>
- [17] Bertrand, M.L., Pascual-López, F.J. and Guerado, E. (2017) Severe Tibial Plateau Fractures (Schatzker V-VI): Open Reduction and Internal Fixation versus Hybrid External Fixation. *Injury*, **48**, S81-S85. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(17\)30799-4](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(17)30799-4)
- [18] Mthethwa, J. and Chikate, A. (2017) A Review of the Management of Tibial Plateau Fractures. *Musculoskeletal Surgery*, **102**, 119-127. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0514-8>
- [19] Kandemir, U. and Maclean, J. (2014) Surgical APPROACHES for Tibial Plateau Fractures. *Journal of Knee Surgery*, **27**, 21-30. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363519>
- [20] 朱勇, 蔡立峰, 贾万贵, 等. 改良前外侧入路治疗累及后柱外侧的胫骨平台骨折[J]. 临床骨科杂志, 2018, 21(1): 94-95.
- [21] 付美清, 赵敏, 史柏娜, 等. 双小切口双钢板治疗胫骨平台骨折[J]. 临床骨科杂志, 2014, 17(6): 689-690.
- [22] 徐亚风, 罗从风, 王驭恺, 等. 累及后柱的 Schatzker II 型胫骨平台骨折手术治疗失败的原因分析[J]. 临床骨科杂

- 志, 2015, 18(6): 722-725+728.
- [23] Whitlock, R.P., Sun, J.C., Fries, S.E., Rubens, F.D. and Teoh, K.H. (2012) Antithrombotic and Thrombolytic Therapy for Valvular Disease: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th Ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*, **141**, e576S-e600S.  
<https://doi.org/10.1378/chest.11-2305>
- [24] Stein, P.D. and Matta, F. (2010) Epidemiology and Incidence: The Scope of the Problem and Risk Factors for Development of Venous Thromboembolism. *Clinics in Chest Medicine*, **31**, 611-628.  
<https://doi.org/10.1016/j.ccm.2010.07.001>
- [25] Huisman, M.V. (2012) Deep Venous Thrombosis and Pulmonary Embolism. *Seminars in Respiratory & Critical Care Medicine*, **33**, 125.
- [26] 高化, 王宝军, 赵亮, 等. 骨科下肢手术围手术期形成静脉血栓的流行病学研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(5): 488-489.
- [27] Hartert, H. (1948) Blutgerinnungstudien mit der thrombelastographie einem neuen Untersuchungsverfahren. *Klinische Wochenschrift*, **26**, 577-583. <https://doi.org/10.1007/BF01697545>
- [28] Liu, C., Guan, Z., Xu, Q., et al. (2016) Relation of Thromboelastography Parameters to Conventional Coagulation Tests Used to Evaluate the Hypercoagulable State of Aged Fracture Patients. *Medicine*, **95**, e3934.  
<https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003934>
- [29] Da, L.L., Nascimento, B., Shankarakutty, A.K., Rizoli, S. and Adhikari, N.K.J. (2014) Effect of Thromboelastography (TEG®) and Rotational Thromboelastometry (ROTEM®) on Diagnosis of Coagulopathy, Transfusion Guidance and Mortality in Trauma: Descriptive Systematic Review. *Critical Care*, **18**, 518.  
<https://doi.org/10.1186/s13054-014-0518-9>
- [30] Gary, J., Schneider, P., et al. (2016) Can Thrombelastography Predict Venous Thromboembolic Events in Patients with Severe Extremity Trauma? *Journal of Orthopaedic Trauma*, **30**, 294-298.  
<https://doi.org/10.1097/00005131-201606000-00002>
- [31] Kaufmann, C.R., Dwyer, K.M., Crews, J.D., Dols, S.J. Trask, A.L. (1997) Usefulness of Thrombelastography in Assessment of Trauma Patient Coagulation. *Journal of Trauma & Acute Care Surgery*, **42**, 716-720.  
<https://doi.org/10.1097/00005373-199704000-00023>
- [32] 简长春, 等. 血栓弹力图评价关节置换术围手术期凝血功能改变[J]. 重庆医科大学学报, 2015, 40(5): 770-773.
- [33] Holcomb, J.B., Minei, K.M., Scerbo, M.L., et al. (2012) Admission Rapid Thrombelastography Can Replace Conventional Coagulation Tests in the Emergency Department. *Annals of Surgery*, **256**, 476-486.  
<https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182658180>