

# TKA术前康复训练与凝血功能的研究进展

孙一喆<sup>1</sup>, 李超<sup>2</sup>, 张国秋<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>青海大学研究生院, 青海 西宁

<sup>2</sup>青海大学附属医院骨科, 青海 西宁

收稿日期: 2023年10月11日; 录用日期: 2023年11月6日; 发布日期: 2023年11月10日

## 摘要

人工全膝关节置换术(TKA)是目前治疗终末期膝关节骨性关节炎的最常用方案, 临床上更多地关注术后患者的肢体功能锻炼和血栓的预防, 而对术前的康复训练关注较少。本文主要对TKA术前康复训练与预防血栓、改善凝血功能的关系进行探讨, 为TKA围手术期的康复训练干预及血栓的预防提供临床思维和研究方向。

## 关键词

膝关节置换术, 术前康复训练, 凝血功能, 深静脉血栓

# Research Progress on Preoperative Rehabilitation Training and Coagulation Function of TKA

Yizhe Sun<sup>1</sup>, Chao Li<sup>2</sup>, Guoqiu Zhang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Qinghai University, Xining Qinghai

<sup>2</sup>Department of Orthopedics, The Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai

Received: Oct. 11<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 6<sup>th</sup>, 2023; published: Nov. 10<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Artificial total knee arthroplasty (TKA) is the most commonly used scheme for the treatment of end-stage knee osteoarthritis currently. Clinically, more attention is paid to the physical exercises of postoperative patients and the prevention of thrombosis, while less attention is paid to pre-

\*通讯作者。

perative rehabilitation training. This article mainly discusses the relationship between TKA preoperative rehabilitation training and the prevention of thrombosis and the improvement of coagulation function, and provides clinical thinking and research directions for the perioperative rehabilitation training intervention and the prevention of thrombosis of TKA.

## Keywords

Knee Replacement, Preoperative Rehabilitation Training, Coagulation Function, Deep Vein Thrombosis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

## 1. 引言

膝关节是人体关节中最为复杂的关节,有着特殊的结构和功能。膝关节骨性关节炎(Knee osteoarthritis, KOA)是好发于老年人,有症状的 KOA 患者在 50 岁以上人群中,男性发病率约为 35%,而在女性群体中则高达 74%。随着人口老龄化的加剧, KOA 的患病率正逐年递增,有学者研究发现[1] [2],在我国超过 65 岁的人群中, KOA 的患病率高达 68%。全膝关节置换术(Total knee arthroplasty, TKA)是当前阶段唯一可以有效治疗终末期 KOA 的方案[3],该方案旨在通过手术方式缓解膝关节疼痛、改善膝关节屈伸功能、纠正膝关节畸形,以提高患者的生存质量[4] [5]。

## 2. TKA 术前康复训练

### 2.1. 现状

人工关节是依照人体关节的结构、形态和功能制作而成,其材料多选用金属和高密度的塑胶质材。据报道,目前国外一些专家开始利用计算机导航技术行人工膝关节置换术,这项技术相比传统的膝关节置换术来说,耗时并且复杂,但它最大的优点是提高了术中截骨与膝关节假体选型的准确率[6]。想要尽可能的发挥膝关节置换的价值,不仅需要精湛的手术技术,还要依靠系统、科学、有效的康复训练。康复训练旨在于通过患肢的肌肉收缩锻炼,增强患肢关节的稳定性,提高关节的活动度。在过去一段时间内,临床医生更多关心的是 TKA 手术本身是否成功和患者的术后功能锻炼[7] [8],而对术前的康复训练关注较少。实际上,术前康复训练既可以加强病变关节周围肌肉群的力量,又可以增强患者体质,提高患者手术耐力,使其更易于适应术后功能锻炼,对促进患者早日恢复关节功能优势显著[7],由此可见,TKA 术前肢体康复训练与术后同样重要。

### 2.2. 意义

#### 2.2.1. 增加膝关节稳定性

大多数 KOA 患者在疾病早期往往症状较轻,未予重视。当疾病进展至出现持续性疼痛时,患侧膝关节周围软组织及骨质已遭到一定程度的破坏,伴有不同程度的膝关节畸形、屈伸功能障碍以及肌肉萎缩[9] [10]。膝关节最重要的动力性稳定因素就是膝关节周围肌肉组织群,主要作用是稳定膝关节[11]。在不加剧患膝疼痛症状的前提下,通过指导患者加强肌肉力量训练,不仅可以加强膝周屈伸肌群的力量,还在对加强患侧膝关节的稳定性、预防卧床并发症尤其是下肢深静脉血栓(Deep Vein Thrombosis, DVT)

的发生等方面效果明显[10] [12]。

### 2.2.2. 减轻患者心理应激

研究表明[13] [14], 有些患者因疼痛和焦虑等负面情绪而出现依从性差, 从而不能尽早、长期的进行康复训练而错过术后功能恢复的最佳时期, 如果患者在手术前能够做到积极主动配合肢体康复训练, 这一问题或许可以得到解决。对于患者来说, 手术前针对性地参加康复训练方案, 并接受临床医师或者康复医师详尽的锻炼指导, 能够让患者提前熟悉康复训练方案和过程, 以便对术后患肢功能恢复训练有充分的心理建设, 这不仅可以帮助患者调节负面心理情绪, 还可以增强患者对术后早日康复的信心, 极大的提高了患者的主动性和依从性[8] [15] [16]。

### 2.2.3. 预防术后并发症

李颖和赵建宁等[10] [17]学者研究发现, 通过术前康复训练, 膝关节经主动或被动活动, 对改善下肢或局部的血液回流、促进血液循环效果明显, 并且在预防关节粘连、降低术后不良事件方面发挥作用, 比如栓塞性事件——DVT、肺栓塞等和假体不良事件——关节假体不稳甚至脱位、伸膝装置异常等。另外, 对于降低关节内感染的发生率亦有帮助。

### 2.2.4. 促进术后患肢功能恢复

患者在TKA术前膝关节的活动度(Range of motion, ROM)、关节内是否有疤痕形成及患者对术后康复的依从性等, 都可以影响患者术后的恢复效果。程千等[18]学者认为, 患者手术前后的膝关节ROM间呈现正相关。术前膝关节ROM是影响TKA术后关节功能恢复效果重要因素, 特别是对术后膝关节ROM的影响[19], 这在某种程度上可以作为术后关节屈伸度的一个预测指标[20]。石明国等[21]学者的研究表明, TKA术前膝关节ROM > 90°的患者, 相比ROM < 90°的患者在术后的康复效果更胜一筹。薛小华等[22]通过研究得出, 在一定范围内, 术前膝关节ROM较大的患者在术后关节功能恢复方面表现更好。李颖等[10]学者的研究也显示, 患者于术前通过适当的关节活动训练, 可有效促进术后膝关节ROM的提升。

刘玮等[7]学者通过对KOA患者的前瞻性研究得出, 在膝关节置换术前8周着手进行肢体功能锻炼能够有效提高其术后的运动恢复能力。陈红云等[23]通过对60例膝关节骨性关节炎患者的研究表明, 在手术前4周即开始进行肢体功能训练, 对于减轻患者的关节疼痛和心理负担、增强患膝的肌肉力量效果突出, 有助于推进患者术后尽早下床活动及肢体功能的恢复。也有学者对此给出了解释, 认为一部分原因可能是早期功能锻炼所产生的代谢物如乳酸和腺苷等, 使血管扩张, 有利于膝周肌肉组织的血液循环, 推动了肌力的快速恢复过程。因此, 患者得以在TKA术后能够最早的下床活动, 促进肢体功能的恢复[24]。

## 3. TKA与血栓形成

### 3.1. 血栓的成因

目前, TKA所用材料在不断迭代升级, 手术技术也不断完善, 膝关节炎的治疗已趋于成熟。但是, 再成熟的手术也会有一些手术并发症, 静脉血栓形成就是TKA术后的常见并发症之一[25]。医学界已达成共识, 静脉血栓属于静脉回流障碍性疾病, 发病因素主要有血流瘀滞、血液高凝状态及血管壁受损, 另有研究[26]显示, 炎症因子、肿瘤的发生发展、遗传性易栓症(Hereditary thrombophilia)、抗磷脂综合征(Antiphospholipid syndrome, APS)、激素替代治疗以及化疗等因素也与血栓形成相关。在这些因素中, 血流动力学的异常和血管壁的损伤是血栓形成的内因, 而直接原因是血管壁的损伤激活了血液中的凝血因子, 促进了凝血过程[27]。

在血管损伤的手术中, 由于某些血管病变, 引起急性静脉栓塞症。在TKA中, 手术过程会造成血液

流动速度异常、血管壁受损，同时激活凝血因子，导致血液异常凝集形成血栓，所以在术中或术后常常容易出现凝血异常和深静脉血栓形成等并发症[28]。在TKA术后，患者卧床导致的静脉淤血则会进一步促进深静脉血栓的形成。

### 3.2. 血栓的高危险性

血栓栓子一旦发生脱落进入静脉血管，随血液循环进入人体内重要器官，易导致相应器官的并发症，最为严重的会威胁患者生命[29]。患者术后一旦形成静脉血栓，要及时进行相关治疗。路世勇等[30]通过研究发现，TKA术后肺栓塞的发病率为1.8%~7.0%，病死率高达2.0%左右。大多数患者出现肺栓塞之后，会出现诸如严重的呼吸困难伴随心悸、胸闷等一系列症状，甚至出现猝死。因此，当患者在TKA术后形成静脉血栓时，需要及时给予处置，否则会造成难以预测的后果[31]。因此在TKA围术期，预防深静脉血栓形成和改善凝血功能是最为重要的方面之一。

### 3.3. 血栓的预防

目前，随着对静脉血栓认识、重视程度和诊疗技术的不断提高，血栓的致死率得到了一定控制。随着临床检验与诊断学的发展，凝血功能的检查手段愈加完善，但对于提示静脉血栓预后情况的检测指标依然受限。D-二聚体作为临床用于辅助诊断血栓栓塞性疾病的常用指标，能够反映机体的凝血功能及纤溶活性[32]。活化部分凝血活酶时间(Activated partial thromboplasting time, APTT)是临床上最常用的敏感筛选试验，可反映内源性凝血系统的活性；凝血活酶时间(Prothrombin time, PT)是临床抗凝治疗的重要监测指标之一，用于检验机体外源性凝血系统功能；而凝血酶时间(Thrombin time, TT)属于纤溶系统的筛选试验。

2005年，在《中华骨科杂志》上发表的骨科专家建议[33]中指出，临床上下肢深静脉血栓形成的高危病例还无法根据临床表现、家族遗传、生化特性、免疫手段等进行预测，也无法通过评估患者自身的危险因素对其进行分层次预防，基于此，当前阶段应对TKA手术患者主动积极预防DVT的发生，包括药物预防和机械预防。药物预防包括术前或术后给予低分子量肝素或维生素K拮抗剂，机械预防包括有效利用足底静脉泵、间歇充气加压装置(Intermittent pneumatic pressurization device, IPCD)及加压弹力袜等，通过利用机械性原理加速下肢静脉血流回流，降低术后下肢DVT发生率。

当前，在TKA术后，诊断为高凝状态的患者发生术后DVT的风险更高。在接受华法林和洛夫诺克斯治疗的患者中，TKA术后6个月内发生DVT的可能性显著较高，而在接受阿司匹林、磺达肝癸钠和利伐沙班治疗的患者中，DVT的可能性显著降低[34]。

### 3.4. 康复训练与血流动力学

Kropp等[35]通过研究下肢主被动康复训练对凝血功能的影响发现，下肢主被动训练通过活动患者的髋关节、膝关节和踝关节，对下肢肌肉进行牵伸，进而对血管造成挤压，激活肌肉泵，加快下肢深静脉血流速度，有助于促进患者凝血功能的恢复。王华等[36]通过研究表明，患者在TKA术后增强踝泵运动、股四头肌等长收缩运动、直腿抬高运动并结合深呼吸训练能够有效促进下肢静脉血液回流，对预防术后下肢深静脉血栓的形成也有帮助。叶思思[37]也指出，下肢主被动运动康复训练能提高下肢血液循环，在促进患者凝血功能恢复和降低下肢DVT发生率的作用方面尤为突出。另一方面，Amini等[38]指出，运动训练能提高纤维蛋白溶解系统活性。李宁川等[39]通过研究发现，中、小强度的运动训练能够有效改善机体的纤溶功能。还有学者指出，运动训练通过降低血浆蛋白原激活剂抑制剂的活性和增加组织多肽抗原的活性来改善纤维蛋白溶解情况[40]，这可以在一定程度上解释为什么康复训练运动可以改善患者的凝

血功能, 预防血栓的发生。

#### 4. 展望

人工膝关节置换术是目前治疗重度膝关节病变的最常用、最成功的术式, 技术发展相当成熟, 但在围手术期的康复训练干预及血栓的预防方面仍有很大的发展潜力。人工全膝关节置换术结合术前、术后康复训练, 更有利于患者术后的恢复, 提高手术成功率。术前功能锻炼不仅能增强病变关节周围肌肉的力量, 还可以增强患者体质, 提高患者手术耐受力, 使患者更容易适应术后功能锻炼, 并在预防下肢深静脉血栓中发挥着极其重要的作用, 有利于促进早日恢复肢体功能, 提高患者的生活质量。在医疗实践中, 我们还需进一步增强医务人员和患者对 TKA 术前康复训练及血栓预防重要性的认识, 积极探索更加有效的、系统的、个性化的 TKA 术前康复训练模式, 以降低 DVT 发生率, 促进患者术后功能康复。

#### 参考文献

- [1] McAlindon, T.E. and Bannuru, R.R. (2018) Osteoarthritis in 2017: Latest Advances in the Management of Knee OA. *Nature Reviews Rheumatology*, **14**, 73-74. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2017.219>
- [2] 雷磊, 王莉, 魏巍, 刘珂炜, 贺斌彦. 两种神经阻滞疗法治疗膝关节骨性关节炎的疗效对比研究[J]. 中国疼痛医学杂志, 2017, 23(4): 307-309.
- [3] 王志强, 黄伟, 梁熙, 等. 微创与传统入路对全膝关节置换术后早期股四头肌肌力的影响[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(12): 1204-1211.
- [4] Liu, J.T., Li, X.F., Xu, K.L., Zhang, Z.G., Ma, Q.H., Liu, G.H., Yu, Z.H., Tang, D.Z. and Jiang, H. (2014) Bilateral Total Knee Arthroplasty for Charcot Knees Associated with Tabes dorsalis. *Pain Physician*, **17**, E796-E799.
- [5] Marya, S.K. and Thukral, R. (2013) Outcome of Unicompartmental Knee Arthroplasty in Octogenarians with Tricompartmental Osteoarthritis: A Longer Followup of Previously Published Report. *Indian Journal of Orthopaedics*, **47**, 459-468.
- [6] Ong, A., Jung, K.A., Orozco, F., Delasotta, L. and Lee, D.W. (2011) Total Knee Arthroplasty using a Hybrid Navigation Technique. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **6**, Article No. 26. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-6-26>
- [7] 刘玮, 费琦, 高娜. 术前功能锻炼计划对全膝关节置换术后患者早期行走功能恢复的影响[J]. 中国实用护理杂志, 2006(17): 27-29.
- [8] 刘云鹏, 刘沂. 骨与关节损伤和疾病的诊断分类及功能评定标准[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002: 232-233.
- [9] 吕厚山. 人工膝关节置换术的进展和现状[J]. 中华外科杂志, 2004(1): 26-29.
- [10] 李颖, 张晓萍, 周雪琴, 唐士入. 术前教育功能锻炼指导对膝关节置换术后康复的影响[J]. 中国医药指南, 2011, 9(30): 176-177. <https://doi.org/10.15912/j.cnki.gocm.2011.30.101>
- [11] 苏琳梅, 吴利平. 入院前教育对全膝关节置换术患者术后康复的影响[J]. 解放军护理杂志, 2007(3): 64-65.
- [12] 徐卫东, 吴岳嵩. 人工关节手术与康复[M]. 上海: 第二军医大学出版社, 2000: 104.
- [13] de Roos, N.M. and Katan, M.B. (2000) Effects of Probiotic Bacteria on Diarrhea, Lipid Metabolism, and Carcinogenesis: A Review of Papers Published between 1988 and 1998. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **71**, 405-411. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.2.405>
- [14] 钟梅艳, 郑亚东, 周春来. 全膝关节置换术前健康教育及功能锻炼[J]. 中国现代药物应用, 2012, 6(7): 115-116. <https://doi.org/10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2012.07.032>
- [15] 包倪荣, 赵建宁, 周利武. 双膝关节同次置换术后的早期康复锻炼[J]. 中国骨伤, 2011, 24(6): 448-450.
- [16] 秦凤伟. 术前护理干预对人工全膝关节置换术患者关节功能康复的影响[J]. 实用医技杂志, 2012, 19(7): 777-778.
- [17] 赵建宁, 包倪荣. 人工关节置换术后并发症的防治与功能锻炼[J]. 中国骨伤, 2011, 24(6): 445-447.
- [18] 程千, 谷贵山, 孙希光. 人工膝关节置换术围手术期相关因素评估及康复管理的意义[J]. 中国临床康复, 2006(4): 134-138.
- [19] 李健, 刘明廷, 戚大春, 李贤让, 孟涛. 影响骨关节炎患者全膝关节置换术后关节功能的相关因素分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(8): 704-707.
- [20] Gatha, N.M., Clarke, H.D., Fuchs, R., Scuderi, G.R. and Insall, J.N. (2004) Factors Affecting Postoperative Range of

- Motion after Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Knee Surgery*, **17**, 196-202.  
<https://doi.org/10.1055/s-0030-1248221>
- [21] 石明国, 吕厚山, 关振鹏. 术前活动度对人工全膝关节置换术后功能影响的观察[J]. 中华外科杂志, 2006(16): 1101-1105.
- [22] 薛小华, 许建中. 术前膝关节活动度对TKA术后关节功能的影响[J]. 河南医学研究, 2014, 23(2): 98-100.
- [23] 陈红云, 贾晗, 陈嘉怡, 潘建科, 王猛, 陈丽宜. 术前长期功能锻炼对全膝关节置换术后康复效果的影响[J]. 实用医学杂志, 2014, 30(24): 4031-4033.
- [24] 颜岚, 梁晓燕, 许延萍, 庞小伟. 健康教育路径在人工膝关节置换术康复训练中的应用[J]. 现代临床护理, 2014, 13(9): 38-41.
- [25] Shukla, R., Singh, M., Jain, R.K., Mahajan, P. and Kumar, R. (2017) Functional Outcome of Bipolar Prosthesis versus Total Hip Replacement in the Treatment of Femoral Neck Fracture in Elderly Patients. *Malaysian Orthopaedic Journal*, **11**, 1-5. <https://doi.org/10.5704/MOJ.1703.002>
- [26] Dahl, O.E., Harenberg, J., Wexels, F. and Preissner, K.T. (2015) Arterial and Venous Thrombosis Following Trauma and Major Orthopedic Surgery: Molecular Mechanisms and Strategies for Intervention. *Semin Thromb Hemost*, **41**, 141-145. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1544230>
- [27] 尹向辉, 张庆恩, 张雪松, 张艳蕊, 孙健, 戴士峰. 下肢关节置换术后下肢深静脉血栓形成的影响因素分析及防治对策[J]. 中国药业, 2014, 23(22): 30-33.
- [28] 张琪, 张曦. 人工关节置换术后下肢深静脉血栓的预防与治疗[J]. 长春中医药大学学报, 2015, 31(1): 180-183.  
<https://doi.org/10.13463/j.cnki.cczxy.2015.01.063>
- [29] 谭小琴. 优质护理对骨科下肢手术深静脉血栓的预防及影响[J]. 中国妇幼健康研究, 2017, 28(S2): 392-393.
- [30] 路世勇, 李光磊, 李福东. 人工膝关节置换术后深静脉血栓形成的预防及治疗[J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16(7): 553-554.
- [31] 许香兰. 人工膝关节置换术患者术后深静脉血栓形成的预防与护理[J]. 中国医药指南, 2013, 11(2): 328-329.  
<https://doi.org/10.15912/j.cnki.gocm.2013.02.135>
- [32] Akgul, O. and Uyarel, H. (2013) D-Dimer: A Novel Predictive Marker for Cardiovascular Disease. *International Journal of Cardiology* **168**, 4930-4931. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.07.088>
- [33] 邱贵兴, 戴尅戎, 杨庆铭, 等. 预防骨科大手术后深静脉血栓形成的专家建议——深静脉血栓形成预防座谈会纪要[J]. 中华骨科杂志, 2005(10): 65-69.
- [34] Harpreet, B., Weick, J. W., Dirschl, D.R. and Luu, H.H. (2018) Trends in Deep Vein Thrombosis Prophylaxis and Deep Vein Thrombosis Rates After Total Hip and Knee Arthroplasty. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **26**, 698-705. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00235>
- [35] Kropp, A.T., Meiss, A.L., Guthoff, A.E., et al. (2018) The Efficacy of Forceful Ankle and Toe Exercises to Increase Venous Return: A Comprehensive Doppler Ultrasound Study. *Phlebology*, **33**, 330-337.  
<https://doi.org/10.1177/0268355517706042>
- [36] 王华, 刘世清, 陈廖斌. 康复训练对关节置换术后下肢深静脉血栓的预防作用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2006(9): 618-620.
- [37] 叶思思, 王哲伟, 卓飞男. 下肢主被动运动康复机联合神经肌肉电刺激对脑出血急性期患者凝血功能和下肢深静脉的影响[J]. 江苏医药, 2022, 48(10): 1037-1040. <https://doi.org/10.19460/j.cnki.0253-3685.2022.10.016>
- [38] Amini, A., Sobhani, V., Mohammadi, M.T. and Shirvani, H. (2017) Acute Effects of Aerobic, Resistance and Concurrent Exercises, and Maximal Shuttle Run Test on Coagulation and Fibrinolytic Activity in Healthy Young Non-Athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **57**, 633-642. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06092-8>
- [39] 李宁川, 方明, 孙新荣. 不同强度运动训练对大学生凝血及纤溶系统的影响[J]. 中国运动医学杂志, 2003(6): 540-543. <https://doi.org/10.16038/j.1000-6710.2003.06.001>
- [40] Patelis, N., Karaolanis, G., Kouvelos, G.N., Hart, C. and Metheiken, S. (2016) The Effect of Exercise on Coagulation and Fibrinolysis Factors in Patients with Peripheral Arterial Disease. *Experimental Biology and Medicine*, **241**, 1699-1707.  
<https://doi.org/10.1177/1535370216660215>