

膝关节置换术后假体周围感染中西医治疗进展

邓功俊¹, 黄 勇^{2*}

¹成都中医药大学临床医学院, 四川 成都

²成都中医药大学附属医院骨科, 四川 成都

收稿日期: 2024年12月8日; 录用日期: 2025年1月10日; 发布日期: 2025年1月23日

摘 要

膝关节置换术后假体周围感染是膝关节置换术后最严重的并发症之一, 不仅严重影响患者生活质量、增加患者负担, 也给医师造成一定的影响。随着对该疾病的研究, 临床上的治疗方案也越来越多, 目前常见的治疗方案有保守治疗(如单纯抗生素治疗、中医药治疗)、手术治疗等, 本文对当前膝关节置换术后假体周围感染的中西医治疗进行综述, 为临床研究和临床治疗提供一定的参考。

关键词

膝关节置换术后假体周围感染, 抗生素, 中西医结合, 手术

Progress in the Treatment of Periprosthetic Infection after Knee Replacement with Chinese and Western Medicine

Gongjun Deng¹, Yong Huang^{2*}

¹School of Clinical Medicine, Chengdu University of TCM, Chengdu Sichuan

²Department of Orthopedics, Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: Dec. 8th, 2024; accepted: Jan. 10th, 2025; published: Jan. 23rd, 2025

Abstract

According Periprosthetic joint infection after knee replacement is one of the most serious complications after knee replacement surgery, not only seriously affecting the quality of life of patients and increasing the burden of patients, but also causing certain impact on doctors. With the research

*通讯作者。

文章引用: 邓功俊, 黄勇. 膝关节置换术后假体周围感染中西医治疗进展[J]. 中医学, 2025, 14(1): 246-252.
DOI: 10.12677/tcm.2025.141039

on this disease, the clinical treatment schemes have become more and more, and the common treatment schemes at present include conservative treatment (such as simple antibiotic treatment, Chinese medicine treatment), surgical treatment, etc. This paper reviews the current Chinese and Western medicine treatment of periprosthetic joint infection after knee replacement surgery, providing certain reference for clinical research and clinical treatment.

Keywords

Periprosthetic Joint Infection after Knee Replacement, Antibiotic, Integration of Traditional Chinese and Western Medicine, Operation

Copyright © 2025 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

近几十年来,随着关节置换术技术的成熟,临床上选择关节置换术的数量逐年上升,根据研究统计,我国髌膝关节置换数量在 2011~2019 年的 8 年里增长了 3.4 倍[1]。关节置换术大大改善了患者的生活质量,但随着关节置换手术量的增多,假体周围感染(Periprosthetic Joint Infection, PJI)的患者数量也呈逐渐上升趋势。PJI 作为关节置换术后最严重的并发症之一,根据统计,膝关节 PJI 发生率在 0.7%~2% [2]。一旦发生 PJI,不仅会导致患者生活质量下降,且在治疗过程中需要大量的治疗费用,甚者可危及患者生命。此外 PJI 对手术者也会造成一定影响,同时会加大医疗系统的负担。对于关节置换术的患者,术前积极减少危险因素,术中严格执行无菌原则,术后的积极护理能够减少 PJI 的发生率。目前对于 PJI 临床分型主要根据症状持续时间来进行划分:发病在 3 个月内的为急性感染、3~12 个月为迟发性感染、12 个月以上为慢性感染[3]。急性与迟发性感染主要是在术中、术后伤口污染引起,慢性感染多由远处感染灶的病原菌入血引起菌血症,经血液循环播散至受累关节[4];关于 PJI 的治疗,目前的方案有非手术治疗(单纯抗生素治疗、中医药治疗等)、手术治疗(保留假体扩创术、一期翻修术、二期翻修术、关节融合术、截肢术等)。本文主要目的是对上述治疗方案分析优劣势。

2. 非手术治疗

2.1. 单纯抗生素治疗

在各种治疗方案中,均需要抗生素的支持治疗。单纯性抗生素治疗主要针对无法耐受手术的患者,通过长期使用敏感抗生素,来达到治疗效果。在选择抗生素时,需要根据感染时间、病原菌的类型、程度、耐药性等多方面综合考虑。在病原菌方面,假体周围感染最常见的病原体为革兰阳性菌,占 80% 以上,少部分为革兰阴性菌以及真菌感染;在感染革兰阳性菌中又以金黄色葡萄球菌为主要常见的感染菌种[5]。在敏感抗生素方面,研究表明,PJI 主要感染病原菌对 β 内酰胺类、喹诺酮类、克林霉素、庆大霉素耐药[6],导致耐药菌的因素可能与泛用抗生素有关。因此在使用抗生素时,感染部位获得的细菌培养与药敏结果在治疗 PJI 具有指导性作用;选用抗生素需严格遵守培养中获得的微生物种类及药敏试验结果以达到针对性治疗。在治疗 PJI 时,在未明确病菌种类前,可以经验性使用抗生素治疗,在明确病原菌明之后,则可改为相应的敏感抗菌药物。目前常见用于经验性抗菌治疗用药有氨苄西林、舒巴坦、阿莫西林[7]。在感染程度方面,病原菌定植和生物膜的形成是 PJI 难治性的原因,这是因为在病原菌繁

殖中,形成的生物膜对病原菌起到了保护作用,从而使抗生素无法达到疗效。各种因素叠加,导致在治疗 PJI 时非常困难。根据临床数据观察,只选择一种抗生素对于治疗 PJI 的效果微乎其微,这也是临床上医师多采用两种及以上联合抗生素用药的原因之一。临床研究证实联合用药能提高 PJI 的治愈率[8]。在经验性用药方面,多数医师在未取得敏感抗生素前,根据经验运用利福平、奎诺酮类药物等联合用药,其原因也是通过针对病原菌的生物膜而起作用。在治疗膝关节 PJI 时,通过药敏试验结果,了解病原菌分布与耐药性能够减少治疗周期,避免药物滥用,有助于选择合适的治疗方案,减少可能产生的副作用,尽快控制感染。

2.2. 中医治疗

随着现代医学对中药的研究,许多文献证明了在治疗外科感染性疾病方面,运用中医药能够起到很好的疗效。如黄凯[9]、吴文杰[10]的临床研究表明在治疗骨髓炎时,联合运用中医、抗生素比单纯使用抗生素效果更佳。王大忠[11]在治疗 PJI 时,加用五味消毒饮加减内服取得较好的治愈率;邓煜等[12]研究表明加用中药,能使关节置换术后的患者切口感染率、感染指标优于未使用中药的患者。在治疗疾病时,中医药有天然的优势,在费用方面,中医药价格较低。在耐药方面,中医复方的表现相对于抗生素更佳。在中医学中,并无 PJI 相对应的中医病名,在临床上,目前主要按病因病机来划分,可划分为“骨痈疽、附骨疽、窦道”等骨感染性疾病。关于该类疾病的记载,在《刘涓子鬼遗方》中:“骨疽脓出不可止,壮热,碎骨,六十日死”,这在一定程度上说明了骨感染性疾病的严重性,因此对于该类型的疾病,治疗需要谨慎和仔细。在中医方面,该病的发病因素如《黄帝内经》所诉“正气存内,邪不可干,邪之所凑,其气必虚”,其主要是由于外感六淫、伤创毒染、病后余邪未清等邪气流串至膝关节处,在此处正邪相争,邪气壅滞致使膝关节处气血凝滞,营卫失和,热盛肉腐化脓。针对此类疾病的治疗,则需根据其感染的时间和程度来进行辨证论治。在其早期,由于机体正气充足,当邪气侵犯人体时,正邪相争,正气能够胜于邪气,邪气局部停滞于膝关节,此时,病灶局限,临床表现以膝关节症状为主,伴随部分全身症状,表现为寒战高热,膝关节处皮肤红、肿、热、痛,舌脉可见舌质红,苔黄、黑,燥等,脉象滑数、疾等。此时主要治法为“清热解毒,活血通络”,根据辨证论治可予以仙方活命饮、黄连解毒汤、五味消毒饮等加减。当发展为中期时,此时在机体内正邪相持,热毒邪积聚,邪气逐渐强盛,而正气逐渐衰弱。此时临床表现主要为膝关节处可出现破溃,脓液流出,质稀色味淡,破溃处长期不愈,皮肤不甚红,感染处出现疼痛,活动受限,舌淡红苔薄,脉滑或弦。此阶段的治疗应攻补兼备,治法为“补气养血,脱毒透脓”,根据辨证论治可予以内补黄芪汤、托里消毒散等加减。当发展到后期时,由于病情迁延日久,已蚀骨侵髓,正邪的持续斗争,致正气不足,邪气亦不盛,该时期主要病机为正虚邪恋,此时症状主要表现为往来寒热,感染处疼痛不甚,伴活动受限,脓水不尽,舌质淡、暗,苔少或无,脉细、弱、微;该时期治法当予以“益气补血,脱毒排脓”;用药方面根据辨证论治可予“托里消毒散、八珍汤、十全大补汤等加减。中医骨科的治疗原则强调“整体辨证,内外用药”,因此在治疗时可加用中医外治法,在早期可用金黄散、黄连散等外敷解毒消肿;当发展到中期时,宜切开排脓;后期可予生肌白玉散、冲和膏等生肌排脓,因为外用药物易造成额外感染,所以在使用外治法时,需要在经验丰富的医师指导下谨慎使用。

3. 手术治疗

PJI 手术治疗的治疗目的是解决疼痛及感染、恢复肢体的活动功能。对于运动要求高的患者或感染难以控制的患者,可以选择不同的手术方式来达到预期治疗效果。目前,常见的手术治疗方式包括:保留假体清创术(DAIR)、二期翻修术、一期翻修术、关节融合术及截肢术等。

3.1. 保留假体清创治疗(DAIR)

DAIR 是指在感染的早期, 致病菌还在膝关节假体周围形成生物膜, 通过膝关节切开清创术, 术后结合全身及局部敏感抗生素的使用来治疗 PJI。该治疗方案的主要优势在于对患者损伤小、费用低、患者接受度较高。在治疗时机上, 目前大部分医师认为 DAIR 适用于膝关节 PJI 症状持续时间在 4 周内, 2018 年国际感染共识中提出, 该治疗方案适用于关节置换术后 1 个月内出现感染或感染症状出现时间在 3 周内。但部分医师认为该方案不应局限于时间限制, 如 Grammatopoulos 的研究表明[13], 在 PJI 症状持续时间在 6 周及 13 周时, 使用 DAIR 治疗方案治愈率仍可达到 78.0%及 83.0%。因此在选择时机上, 不一定须严格按照 3 周、4 周以内的期限, 具体期限还需要主刀医师评估。该治疗方案的适应症主要包括关节软组织条件良好、关节处无窦道形成、假体位置稳定、敏感抗生素的持续使用。DAIR 操作流程根据医师习惯及经验可能有所差异, 但大致治疗情况均为: 沿着原切口切开, 可适当扩大切开, 清理前采取标本送检培养, 清除所有可能感染的组织, 大量的化学制剂清理术区(如氧化氢溶液、稀释碘伏溶液、生理盐水等, 具体冲洗药物配比根据术者配比), 清创干净后缝合。术后根据药敏试验选择合适抗生素继续治疗。关于术后抗生素使用时间, 大多数研究提倡使用 6~8 周抗生素治疗疗程, 研究表明, 静脉注射抗生素 2 周, 然后口服抗生素 4~6 周是最佳治疗方案[14]。在 2019 年 PJI 国际感染共识中提倡至少 6 周的抗菌应用时长方案, 支持率高达 91% [15]。在使用保留假体清创治疗(DAIR)时, 把握住适应症、术中仔细操作及术后敏感抗生素使用, 对于治疗 PJI 起到至关重要作用。

3.2. 二期翻修术

目前二期翻修术是治疗 PJI 的金标准, 也是临床上使用最广和最常见的治疗方案。二期翻修术是指首先针对感染, 先取出假体彻底清创, 再植入占位器度过旷置期, 在旷置期时, 结合全身及局部敏感抗生素的使用, 控制患者的感染; 待感染控制后, 取出占位器再行膝关节置换翻修术。二期翻修术的适应症包括: 存在全身感染症状、感染期未发现病原菌、感染部位软组织条件较差、感染部位窦道形成、身体条件良好。禁忌症: 反复关节感染、全身条件差, 不能耐受多次手术、经翻修仍不能恢复功能。由于初次关节置换术和清创导致膝关节条件下降, 导致翻修术难度上升, 因此该治疗方案对手术者的技术水平要求较高。在第一步清创旷置术时, 术者清创方式、经验、占位器选择对于二期翻修的成功率至关重要。其步骤为进行清创时, 需要分别取出聚乙烯垫片、股骨髁假体及胫骨平台假体, 再彻底清除残留骨水泥及所有可疑感染组织物, 在完成上述步骤后, 还需要使用化学制剂多次反复冲洗关节腔。当完成清创后, 为减少感染风险, 需要重新消毒铺巾, 搭建无菌区, 更换手套和器械, 最后再置入抗生素骨水泥占位器。在占位器搭配抗生素方面, 选择更具广谱抗菌的抗生素, 其目的是能够使关节周围维持高药物浓度, 从而达到更好的治疗效果。关于旷置时间的长短, 目前无统一标准, 根据 2013 年 IDSA 指南建议在旷置术后使用 4~6 周敏感抗生素, 停用抗生素, 观察 2 周来评估感染控制情况, 再行下一步计划。临床建议等患者伤口愈合良好, 症状完全消失后, 后期定期复查炎症指标一切正常时, 根据手术者经验行第二阶段翻修术。在完成二期翻修术后, 还需继续使用抗生素 3 个月左右, 目前主要是排除感染复发的可能性。二期翻修术的主要优势在于感染控制率高, 劣势在于手术技术要求高、费用高、创伤大、失血量多、二次重建造成骨质丢失多, 全身条件下降等方面, 因为手术技术要求高, 也导致二期翻修率存在较高的失败率。因此在选择二期翻修术时, 需要根据医疗条件、患者经济和全身条件等来综合考虑。

3.3. 一期翻修术

一期翻修术是指通过一次手术完成假体取出、膝关节清创及新假体植入。该治疗方案相对于二期翻修术的优势在于治疗周期短、损伤较小、费用低, 术后康复时间花费少等。目前大部分医者认为二期翻

修术是 PJI 的金标准, 但相关研究表明, 一期翻修术对 PJI 治愈率与二期翻修相比较并不逊色, 在感染复发率上, 一期翻修术后复发概率在 5%~25%, 二期翻修术的复发概率 9%~20%, 两者无明显差异[16][17]。在临床上一期翻修术成功率较低, 有可能是术者没有把握好手术所需的条件。一期翻修术适应症为术前能够培养出病原菌, 培养的药敏结果存在敏感抗生素。禁忌症为全身性感染、病原菌培养结果阴性或无敏感抗生素、手术部位存在窦道、骨质条件及软组织条件差[18]。一期翻修术的手术要点在于手术中彻底的清创, 在操作时, 术者可适当延扩切口, 从而获得良好的视野来取出假体, 取出假体后反复多次使用化学制剂彻底清创, 完成清创后再重新消毒铺单, 更换器械及手套等, 在新的无菌手术台上进行关节重建。一期翻修术的手术难度相对于二期翻修要小, 但仍需要术者丰富的清创技术和操作经验。在选择一期翻修术时, 把握住一期翻修术的适应症、禁忌症, 大部分情况下均能够取得满意效果。对于存在禁忌症的患者, 需谨慎选择。

3.4. 关节融合术

关节融合术在关节外科中属于姑息性治疗方案, 此方案通过舍弃膝关节部分功能, 来达到消除顽固性疾病目的。膝关节融合术最早是运用于脊髓灰质炎所致膝关节不稳的患者, 目前关节融合术常用于因严重膝关节疾病但无法实施关节置换术的患者。随着膝关节置换术后, PJI 发病率的增多, 使用膝关节融合术治疗 PJI 也越来越多。根据既往研究[19], 关节融合术在治疗 PJI 具有不错的疗效。该治疗方案适应症包括: 多次治疗效果不佳、肢体功能要求不高、全身情况不能耐受多次手术以及经济困难的患者。该治疗方案最重要的部分是融合固定方式, 目前的融合方式有外固定架固定、钢板内固定及髓内钉内固定。三种方式各有优劣; 在术后恢复方面, 由于 PJI 患者取出假体后会造成骨缺损, 外固定及钢板内固定方法会造成肢体短缩, 从而导致后期肢体功能较差; 在感染控制方面, 外固定架膝关节融合术表现最佳, 但因为无植入物, 导致关节融合性较低, 并且由于外固定针道需要长期护理, 护理不当易造成针道感染。而钢板内固定膝关节融合术因钢板与骨之间存在间隙, 抗感染能力最差。在内固定稳定方面, 髓内钉内固定融合术由于骨水泥填充部位随着时间问题容易松动, 后期容易因内固定失效导致后续融合术失败。因此术者在选择固定方式时, 需要根据患者实际情况选择合适的固定方式。

3.5. 截肢术

截肢术是在面临 PJI 反复发作、其它治疗方案均未取得疗效时的最终治疗方式, 大部分患者在选择截肢后, 感染基本能够控制。临床上, 选择截肢的患者随着时间的发展, 越来越多; 在美国, 因膝关节假体周围感染行膝上截肢的患者总数在 15 年间增长了 263% [20], 这一数据也侧面反应了截肢术在 PJI 存在不错的治疗效果; 根据 TROUILLEZ [21]研究数据表明, 20 例 PJI 截肢患者随访 4 年后的感染复发率为 10%。因为固有观念及功能要求的不同等因素, 造成截肢术的患者, 满意度一般都不高, 这也是关节外科医生和患者慎重选择截肢术缘由。截肢术能够减轻经济负担, 但随之也会造成心理和社会负担, 因此在选择截肢术时, 医师及患者均需要仔细考虑。

4. 结语

随着我国膝关节置换术数量不断地上升, 假体周围感染的数量也逐渐增多, 一旦发生感染, 对患者、医师及医疗系统均会带来沉重的负担。目前在 PJI 治疗上取得较大的进展, 但治疗过程仍困难重重。在患者诊断为膝关节假体周围感染后, 作为医者, 我们需要根据患者感染时间、病原菌种类、敏感抗生素及患者个体化等方面来制定治疗方案; 在 PJI 各个时期, 中医方面通过辨证论治, 使用中药、中医外治法, 能够取得良好的疗效; 在感染早期, 存在保留假体的可能性时, 在满足适应症的情况下, 可以行长期抗

生素疗法、保存假体清创术治疗及中医药治疗。在无法保留假体时, 虽然二期翻修术是目前治疗的金标准, 但在无法满足二期翻修术适应症情况下或符合相应适应症下, 关节融合术、截肢术等治疗方案也是可以使用的治疗方案。作为关节外科医师, 在面对假体周围感染时, 我们一定要与患者沟通, 选出最佳治疗方案并制定个体化的治疗方案。

参考文献

- [1] Feng, B., Zhu, W., Bian, Y., Chang, X., Cheng, K. and Weng, X. (2020) China Artificial Joint Annual Data Report. *Chinese Medical Journal*, **134**, 752-753. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000001196>
- [2] Kurtz, S., Ong, K., Lau, E., Mowat, F. and Halpern, M. (2007) Projections of Primary and Revision Hip and Knee Arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **89**, 780-785. <https://doi.org/10.2106/jbjs.f.00222>
- [3] Ascione, T., Pagliano, P., Mariconda, M., Rotondo, R., Balato, G., Toro, A., *et al.* (2015) Factors Related to Outcome of Early and Delayed Prosthetic Joint Infections. *Journal of Infection*, **70**, 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2014.07.008>
- [4] Sendi, P., Banderet, F., Graber, P. and Zimmerli, W. (2011) Periprosthetic Joint Infection Following Staphylococcus Aureus Bacteremia. *Journal of Infection*, **63**, 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2011.05.005>
- [5] 闫开成, 王昆, 胡锦涛, 等. 关节置换术后假体周围感染病原菌分布特点及治疗[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(6): 546-553.
- [6] 柴靖, 王豆豆, 王蛟, 王白白. 膝关节骨性关节炎患者术后感染病原菌分布耐药性以及影响因素分析[J]. 河北医学, 2023, 29(4): 617-622.
- [7] Izakovicova, P., Borens, O. and Trampuz, A. (2019) Periprosthetic Joint Infection: Current Concepts and Outlook. *EFORT Open Reviews*, **4**, 482-494. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180092>
- [8] Jacqueline, C. and Caillon, J. (2014) Impact of Bacterial Biofilm on the Treatment of Prosthetic Joint Infections. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, **69**, i37-i40. <https://doi.org/10.1093/jac/dku254>
- [9] 黄凯, 张展, 刘亦杨, 等. 中西医结合治疗慢性创伤性股骨骨髓炎的临床疗效研究[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(1): 373-375.
- [10] 吴文杰, 刘树江, 李志强. 自拟壮骨活血补阳汤联合负压封闭冲洗引流治疗创伤性骨髓炎临床研究[J]. 国际中医中药杂志, 2017, 39(12): 1090-1093.
- [11] 王大忠, 孙永强, 包伟东. 清创后普朗特液体敷料浸泡联合负压封闭引流和五味消毒饮内服治疗人工髌膝关节置换术后假体周围急性感染[J]. 中医正骨, 2016, 28(9): 52-54.
- [12] 邓煜, 曹林虎, 白新文. 桃红四物汤合五味消毒饮加减预防全髌关节置换术后假体周围感染临床研究[J]. 实用中医药杂志, 2018, 34(10): 1143-1145.
- [13] Grammatopoulos, G., Kendrick, B., McNally, M., Athanasou, N.A., Atkins, B., McLardy-Smith, P., *et al.* (2017) Outcome Following Debridement, Antibiotics, and Implant Retention in Hip Periprosthetic Joint Infection—An 18-Year Experience. *The Journal of Arthroplasty*, **32**, 2248-2255. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.02.066>
- [14] Shah, N.B., Hersh, B.L., Kreger, A., Sayeed, A., Bullock, A.G., Rothenberger, S.D., *et al.* (2019) Benefits and Adverse Events Associated with Extended Antibiotic Use in Total Knee Arthroplasty Periprosthetic Joint Infection. *Clinical Infectious Diseases*, **70**, 559-565. <https://doi.org/10.1093/cid/ciz261>
- [15] Argenson, J.N., Arndt, M., Babis, G., Battenberg, A., Budhiparama, N., Catani, F., *et al.* (2019) Hip and Knee Section, Treatment, Debridement and Retention of Implant: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *The Journal of Arthroplasty*, **34**, S399-S419. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.09.025>
- [16] Osmon, D.R., Berbari, E.F., Berendt, A.R., Lew, D., Zimmerli, W., Steckelberg, J.M., *et al.* (2012) Executive Summary: Diagnosis and Management of Prosthetic Joint Infection: Clinical Practice Guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clinical Infectious Diseases*, **56**, 1-10. <https://doi.org/10.1093/cid/cis966>
- [17] Hsu, Y., Hu, C., Hsieh, P., Shih, H., Ueng, S.W.N. and Chang, Y. (2017) Vancomycin and Ceftazidime in Bone Cement as a Potentially Effective Treatment for Knee Periprosthetic Joint Infection. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **99**, 223-231. <https://doi.org/10.2106/jbjs.16.00290>
- [18] Cabrita, H.B., Croci, A.T., de Camargo, O.P. and de Lima, A.L.L.M. (2007) Prospective Study of the Treatment of Infected Hip Arthroplasties with or without the Use of an Antibiotic-Loaded Cement Spacer. *Clinics*, **62**, 99-108. <https://doi.org/10.1590/s1807-59322007000200002>
- [19] Yeung, C.M., Lichstein, P.M., Varady, N.H., Maguire, J.H., Chen, A.F. and Estok, D.M. (2020) Knee Arthrodesis Is a

- Durable Option for the Salvage of Infected Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, **35**, 3261-3268. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.06.034>
- [20] George, J., Navale, S.M., Nageeb, E.M., Curtis, G.L., Klika, A.K., Barsoum, W.K., *et al.* (2018) Etiology of Above-Knee Amputations in the United States: Is Periprosthetic Joint Infection an Emerging Cause? *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **476**, 1951-1960. <https://doi.org/10.1007/s11999-0000000000000166>
- [21] Trouilleux, T., Faure, P.A., Martinot, P., Migaud, H., Senneville, E., Pasquier, G., *et al.* (2021) Above-the-Knee Amputation versus Knee Arthrodesis for Revision of Infected Total Knee Arthroplasty: Recurrent Infection Rates and Functional Outcomes of 43 Patients at a Mean Follow-Up of 6.7 Years. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **107**, Article 102914. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.102914>