

## **Comparação das complicações perioperatórias em artroplastia total de joelho:**

### **Abordagem robótica versus convencional – uma revisão da literatura**

Comparison of perioperative complications in total arthroplasty of the knee: Robotic approach versus regular - an overview of literature

Comparación de las complicaciones perioperatorias en la artroplastia total de rodilla: Enfoque robótico versus convencional – revisión de la literatura

Recebido: 25/08/2024 | Revisado: 07/09/2024 | Aceitado: 09/09/2024 | Publicado: 14/09/2024

#### **Otoni Lima de Oliveira Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2935-6928>  
Centro Universitário UNIFACISA, Brasil  
E-mail: [otonilimamed@gmail.com](mailto:otonilimamed@gmail.com)

#### **Arthur Lucena Valle**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6591-686X>  
Centro Universitário UNIFACISA, Brasil  
E-mail: [arthur.valle@maisunifacisa.com.br](mailto:arthur.valle@maisunifacisa.com.br)

#### **Pedro Henrique Cirne Borba**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4072-1769>  
Centro Universitário UNIFACISA, Brasil  
E-mail: [pedro.borba@maisunifacisa.com.br](mailto:pedro.borba@maisunifacisa.com.br)

#### **Maria Clara Fernandes Fabricio**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4690-5534>  
Centro Universitário UNIFACISA, Brasil  
E-mail: [maria.clara.fabricio@maisunifacisa.com.br](mailto:maria.clara.fabricio@maisunifacisa.com.br)

#### **Rafael Cavalcanti Pereira**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9827-2736>  
Centro Universitário UNIFACISA, Brasil  
E-mail: [rafael.cavalcante@maisunifacisa.com.br](mailto:rafael.cavalcante@maisunifacisa.com.br)

#### **Diego Fabricio Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3916-4429>  
Centro Universitário UNIFACISA, Brasil  
E-mail: [diego.fabricio.ribeiro@gmail.com](mailto:diego.fabricio.ribeiro@gmail.com)

#### **Maine Virgínia Alves Confessor**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0936-296X>  
Centro Universitário UNIFACISA, Brasil  
E-mail: [maine\\_alves@hotmail.com](mailto:maine_alves@hotmail.com)

### **Resumo**

As doenças osteomusculares afetam negativamente o sistema musculoesquelético, causando dor e limitação de movimento, assim como danos na cartilagem devido a traumas mecânicos, obesidade e movimentos excessivos, levando a um ciclo inflamatório que compromete a articulação. Este estudo objetiva avaliar as complicações dos procedimentos cirúrgicos robótico e tradicional na ATJ. O desenho do estudo foi feito na forma de uma revisão integrativa da literatura. Revisaram-se as complicações intraoperatórias associadas à ATJ e ATJR, analisando 32 artigos de 2018 a 2024. A ATJ convencional apresenta complicações como hipotensão, atelectasias, trombose venosa profunda (TVP) e dor pós-operatória, com uma taxa de insatisfação de aproximadamente 20%. A ATJR, apesar de maior tempo de operação, mostra menor variação na angulação da prótese e redução na necessidade de transfusões sanguíneas. No entanto, a ATJR tem custos mais altos e maior risco de infecções. O uso de torniquete durante a ATJ está associado a complicações como aumento de dor e risco de trombose, enquanto o ácido tranexâmico (TXA) demonstra eficácia na redução da perda sanguínea e necessidade de transfusões, sem impacto negativo significativo na dor ou amplitude de movimento. A infiltração periarticular (PAI) é mais eficaz na redução da dor pós-operatória comparada ao bloqueio do canal do adutor (ACB). Conclusivamente, a ATJR oferece vantagens na precisão e estabilidade da prótese, mas com desafios como maior custo e tempo de operação, devendo a escolha do método considerar as especificidades e riscos de cada abordagem.

**Palavras-chave:** Artroplastia do joelho; Procedimentos cirúrgicos robóticos; Joelho.

### Abstract

Musculoskeletal diseases negatively affect the musculoskeletal system, causing pain and limited movement, as well as cartilage damage due to mechanical trauma, obesity and excessive movements, leading to an inflammatory cycle that compromises the joint. This study aims to evaluate the complications of robotic and traditional surgical procedures in TKA. The study design was carried out in the form of an integrative review of the literature. The intraoperative complications associated with TKA and TKA were reviewed, analyzing 32 articles from 2018 to 2024. Conventional TKA presents complications such as hypotension, atelectasis, deep vein thrombosis (DVT) and postoperative pain, with a dissatisfaction rate of approximately 20%. TKAR, despite a longer operating time, shows less variation in the angulation of the prosthesis and a reduction in the need for blood transfusions. However, TKA has higher costs and a greater risk of infections. The use of a tourniquet during TKA is associated with complications such as increased pain and risk of thrombosis, while tranexamic acid (TXA) demonstrates efficacy in reducing blood loss and the need for transfusions, without a significant negative impact on pain or range of motion. Periarticular infiltration (PAI) is more effective in reducing postoperative pain compared to adductor canal block (ACB). Conclusively, TKA offers advantages in the precision and stability of the prosthesis, but with challenges such as higher cost and operating time, and the choice of method must consider the specificities and risks of each approach.

**Keywords:** Knee arthroplasty; Robotic surgical procedures; Knee.

### Resumen:

Las enfermedades osteomusculares afectan negativamente al sistema musculoesquelético, causando dolor y limitación del movimiento, así como daños en el cartílago debido a traumas mecánicos, obesidad y movimientos excesivos, llevando a un ciclo inflamatorio que compromete la articulación. Este estudio tiene como objetivo evaluar las complicaciones de los procedimientos quirúrgicos robóticos y tradicionales en la artroplastia de tobillo (ATJ). El diseño del estudio se llevó a cabo en forma de una revisión integradora de la literatura. Se revisaron las complicaciones intraoperatorias asociadas a la ATJ y a la artroplastia total de tobillo robótica (ATJR), analizando 32 artículos de 2018 a 2024. La ATJ convencional presenta complicaciones como hipotensión, atelectasias, trombosis venosa profunda (TVP) y dolor postoperatorio, con una tasa de insatisfacción de aproximadamente 20%. La ATJR, a pesar de un mayor tiempo de operación, muestra menor variación en la angulación de la prótesis y reducción en la necesidad de transfusiones sanguíneas. Sin embargo, la ATJR tiene costos más altos y mayor riesgo de infecciones. El uso de torniquete durante la ATJ está asociado con complicaciones como aumento del dolor y riesgo de trombosis, mientras que el ácido tranexámico (TXA) demuestra eficacia en la reducción de la pérdida sanguínea y la necesidad de transfusiones, sin un impacto negativo significativo en el dolor o en el rango de movimiento. La infiltración periarticular (PAI) es más eficaz en la reducción del dolor postoperatorio comparada con el bloqueo del canal del aductor (ACB). En conclusión, la ATJR ofrece ventajas en la precisión y estabilidad de la prótesis, pero con desafíos como mayor costo y tiempo de operación, debiendo la elección del método considerar las especificidades y riesgos de cada enfoque.

**Palabras clave:** Artroplastia de reemplazo de rodilla; Procedimientos quirúrgicos robotizados; Rodilla.

## 1. Introdução

As doenças osteomusculares são patologias que causam danos ao sistema musculoesquelético (Naziri et al., 2019). A composição dos tecidos osteomusculares inclui ossos, músculos, ligamentos, tendões e outras estruturas que tem como função a garantia da mobilidade e da sustentação do corpo. Assim, as enfermidades osteomusculares podem causar dor, inflamação, limitações de movimento, além interferir negativamente na qualidade de vida do paciente (Soares et al., 2019). Essas patologias têm se tornado cada vez mais prevalentes no Brasil, tendo em vista que houve 31.489 casos em 2020, ao passo que, em 2022, 47.419 casos foram catalogados (DATASUS).

Dentre essas enfermidades, destaca-se a osteoartrite. Essa doença tem como fisiopatologia a exposição de determinada articulação a um agente lesivo. Apesar dos fatores desencadeantes da patologia não serem totalmente esclarecidos, tem como principal gatilho o acometimento de traumas mecânicos, obesidade, ou movimentos repetidamente excessivos e agressores (Raddaoui et al., 2019). Com isso, ocorrem alterações fisiológicas, além da liberação de mediadores inflamatórios nos tecidos, fato que, a longo prazo, danifica a cartilagem. Em resposta à lesão, os condrócitos iniciam uma resposta de regeneração, na qual há um aumento da produção de colágeno, proteoglicanos e concomitantemente a produção de enzimas condrolíticas e citocinas inflamatórias que geram um ciclo inflamatório, o qual causa a ruptura dos grupos isógenos dos condrócitos e das células da membrana sinovial. Por fim, ocorre a apoptose dessas células, deixando o osso vulnerável (Loeser, 2023).

Em decorrência disso, há uma exposição da matriz óssea, a qual desenvolve uma modificação da estrutura óssea, devido a infartos e aumento da sensibilidade da região, com presença de desmielinização gerando uma resposta imune excessiva, além da perda da capacidade plena de movimento com a formação de cistos subcondrais na tentativa de estabilizar a articulação que foi exageradamente afetada. Subsequentemente, a sinóvia se torna mais espessa e túrgida, gerando um líquido sinovial com viscosidade diminuída que prejudica tendões e músculos próximos à lesão, além de gerar redução da estabilidade óssea e exacerbação do ciclo inflamatório, com possibilidade de lesão de estruturas neurais adjacentes. Com o propósito de proporcionar maior qualidade de vida a esses pacientes, procedimentos têm sido desenvolvidos para combater essa patologia (Tang et al., 2019).

Uma das intervenções mais comuns é a artroplastia total de joelho (ATJ), que consiste na raspagem da superfície inferior do fêmur e superior da tíbia, as quais serão substituídas por componentes metálicos que podem ser fixados, principalmente, por dois métodos: cimentação ou ajuste por pressão. O intuito desse procedimento é recriar a superfície articular. Em alguns procedimentos, há ainda a remodelação da superfície patelar com um componente plástico. Por fim, um espaçador é posicionado entre as próteses metálicas, de forma a agir como um menisco artificial (Held et al., 2021).

Outra operação que também merece destaque é a artroplastia robótica (ATJR), que trouxe avanços para a cirurgia, dentre os quais pode-se citar a redução do esforço manual e economia de recursos materiais. Sendo feito por softwares em tempo real, com planejamento pré-operatório 3D completo da anatomia do joelho do paciente, análise da amplitude de movimento, apenas por identificação do próprio maquinário, além da precisão de corte feito pelos braços robóticos (He et al., 2023).

Contudo, é necessário avaliar e estabelecer os pontos positivos e negativos que ambos os métodos podem acarretar ao paciente, de forma a fornecer subsídios para minimizar eventuais danos. Dessa forma, este estudo objetiva avaliar as complicações dos procedimentos cirúrgicos robótico e tradicional na ATJ.

## 2. Metodologia

O estudo apresenta-se como uma revisão integrativa de literatura que se preconiza a analisar as complicações de origem intraoperatória da artroplastia total de joelho em ambas as modalidades, convencional e robótica, a partir de uma coleta, revisão e interpretação de dados científicos preexistentes, sob um ponto de vista clínico, com a finalidade de elucidar as vantagens e desvantagens que ambos os procedimentos possuem além de auxiliar no desenvolvimento de futuras pesquisas (Sousa et al., 2021).

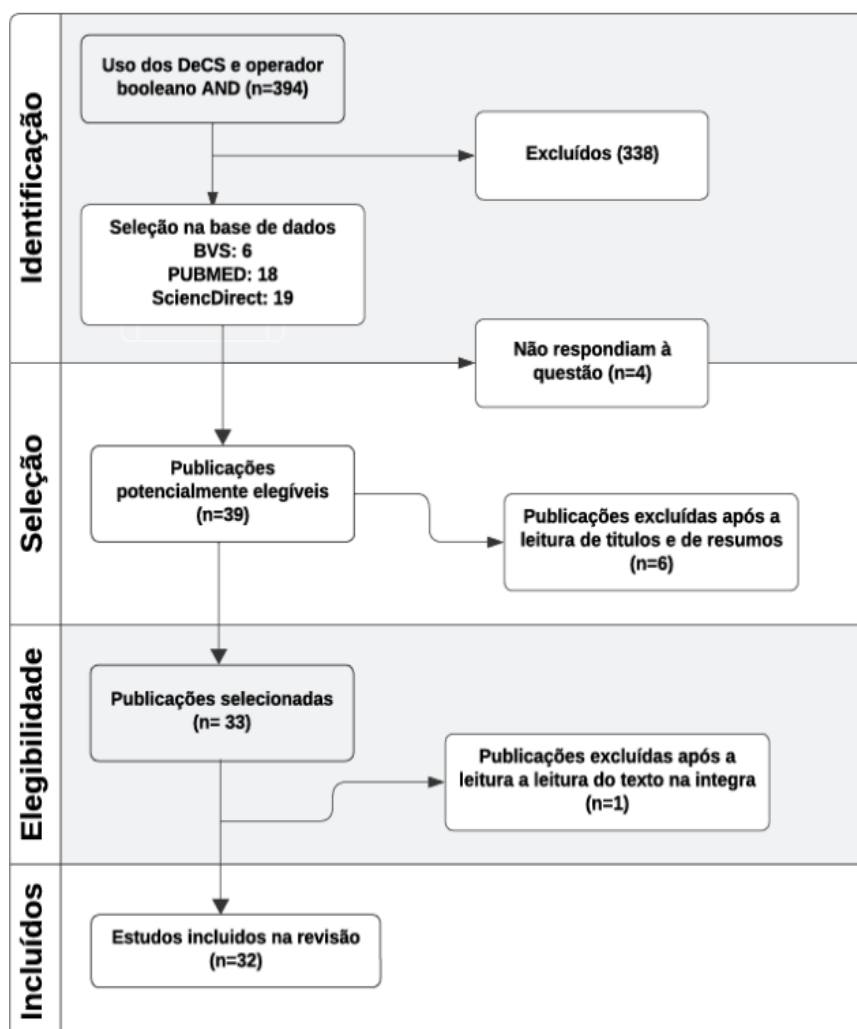
Para realizar esse trabalho, foram selecionados estudos sobre complicações intraoperatórias da artroplastia total de joelho realizados mundialmente, sendo adotadas as seguintes plataformas de base de dados para a busca dos artigos: Portal Regional da Biblioteca Virtual de Saúde - BVS (especificamente a MEDLINE - Medical Literature Analysis and Retrieval System Online, LILACS - Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde e BINACIS - Bibliografía Nacional En Ciencias De La Salud), aplicando-se os descritores em ciências da saúde “intraoperative complications” e “total knee arthroplasty”; National Library of Medicine (NLM) - PUBMED (especificamente a MEDLINE e LILACS), ScienceDirect mediante o uso dos descritores “total knee arthroplasty”, “knee replacement”, “intraoperative complications”, “robotic surgery” e “robotic surgical procedures” em ambos utilizando o operador booleano AND.

Foram adotados os critérios de inclusão: I) artigos disponíveis de forma gratuita nas bases de dados já mencionadas; II) artigos publicados em inglês, português ou com tradução disponível; III) estudos com o ano mínimo de publicação 2018 e o ano máximo de publicação em 2023. Enquanto que os critérios de exclusão foram: I) se o estudo se tratava do procedimento unicompartmental; II) Se a pesquisa se apresentava como uma revisão ou uma revisão sistemática.

A princípio, obteve-se 394 artigos. Com a aplicabilidade dos filtros, critérios de inclusão e exclusão e eliminação de artigos duplicados, a busca resultou em 17 artigos no PubMed, 6 resultados no BVS e 17 estudos no ScienceDirect. Totalizando, ao final da busca, 40 artigos. Em seguida, foi realizada uma leitura na íntegra dos artigos, totalizando, finalmente, 32 estudos.

A avaliação das informações da pesquisa foi feita pela técnica de Minayo (2007) que é uma abordagem qualitativa que se baseia em 3 etapas: 1º pré análise, onde foi feito uma leitura inicial e organização das informações captadas; 2º exploração do material, é realizada uma leitura mais aprofundada e afinando para o intuito da pesquisa através de uma categorização e codificação dos dados; 3º processamento de resultados obtidos e interpretados, no qual é formado uma exposição dos dados com sua relação teórica que são interpretadas e analisados com o intuito de atingir o objetivo da pesquisa. A seguir, a Figura 1 apresenta o desenvolvimento da seleção de artigos nas bases de dados, mostrando a redução na quantidade de artigos à medida que foram feitas as filtragens. O Quadro 1 demonstra as particularidades das amostras dos estudos selecionados sobre a comparação entre ATJ e ATJR. Realizou-se a identificação dos artigos, para posterior tabulação, com os dados: título, autores e ano, objetivo e conclusão.

**Figura 1** - Etapas de seleção dos artigos para análise sobre as complicações perioperatórias em artroplastia total de joelho robótica e convencional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esse fluxograma mostra a metodologia na qual foi utilizado no esquema de gráfico de PRISMA.

**Quadro 1 – Artigos selecionados sobre a comparação entre ATJ e ATJR.**

TÍTULO	AUTORES E ANO	OBJETIVO	CONCLUSÃO
Early Clinical and Radiographic Outcomes of Robot-Assisted Versus Conventional Manual Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Study.	Xu, Jiazheng et al., 2022.	Comparar os resultados clínicos e radiográficos iniciais da ATJR com a ATJ.	A ATJR requer mais tempo que a ATJ, e pode estar relacionado à curva de aprendizados. Não houve diferença funcional a curto prazo entre os dois grupos, mas ATJR mostrou um melhor alinhamento.
Effect of tourniquet use on blood loss, pain, functional recovery, and complications in robot-assisted total knee arthroplasty: a prospective, double-blinded, randomized controlled trial.	Lai, Ya-Hao et al., 2022.	Estimar os efeitos do uso de torniquete na ATJR na perda sanguínea, dor, recuperação funcional e complicações.	O uso de torniquete durante ATJR não reduz a perda total de sangue e parece aumentar a dor pós-operatória, agravar a lesão muscular e prolongar a recuperação pós-operatória.
Effect of Different Tourniquet Pressure on Postoperative Pain and Complications After Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized Controlled Trial.	Pinsornsak, Piya et al., 2021.	Verificar a menor pressão do torniquete que facilitou a ATJ e resultou em menos dor e complicações pós-operatórias.	Após a ATJ, a menor pressão do torniquete foi associada à menor dor pós-operatória no torniquete e no local da cirurgia, danos musculares e complicações da ferida.
A small difference in recovery between total knee arthroplasty with and without tourniquet use the first 3 months after surgery: a randomized controlled study.	Alexandersson, Maria et al., 2019.	Avaliar se os resultados relacionados à reabilitação seriam melhores se ATJ fosse realizada sem o uso de torniquete.	Nenhum benefício claro para nenhum dos procedimentos foi observado, já que a maior dor exibida pelo grupo sem torniquete só foi evidente por um curto período e a melhora da mobilidade neste grupo não estava em um nível clinicamente relevante.
Similar thromboprophylaxis with rivaroxaban and low molecular weight heparin but fewer hemorrhagic complications with combined intra-articular and intravenous tranexamic acid in total knee arthroplasty.	Karampinas, Panayiotis et al., 2018.	Avaliar a eficácia da administração intravenosa combinada e a administração intra-articular (IA) de ácido tranexâmico (TXA) para controlar os efeitos colaterais e as complicações da rivaroxabana (RIV) após ATJ e comparar esquemas de tromboprofilaxia.	Pacientes do grupo A: fizeram TXA IV e IA e RIV por 25 dias tiveram 440 ml de perda de sangue e nenhuma transfusão. Pacientes do grupo B: que fizeram o mesmo, mas com 25 dias de heparina, perderam 511 ml e 1 precisou de duas bolsas de sangue. Pacientes do grupo C: só usou RIV por 25 dias, 763 ml de perda de sangue e 2 pacientes precisaram de 2 bolsas de sangue.
Hemostatic and Anti-Inflammatory Effects of Carbazochrome Sodium Sulfonate in Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial.	Luo, Yue et al., 2020.	Avaliar o efeito do Sulfonato de carbazocromo sódico (CSS) combinado com TXA na anemia pós-operatória, transfusão de sangue e respostas inflamatórias após ATJ.	CSS combinado com TXA foi mais eficaz do que TXA sozinho na redução da perda sanguínea perioperatória e da resposta inflamatória. Não aumentou a incidência de complicações de tromboembolismo.
Combined intravenous and intra-articular tranexamic acid administration in total knee arthroplasty for preventing blood loss and hyperfibrinolysis.	Min-Zhang, Yi et al., 2019.	Comparar os efeitos da combinação das injeções EV e IA de TXA com seu uso isolado na prevenção de perda sanguínea e de fibrinólise no pós operatório da ATJ.	50 pacientes foram injetados com 20mg/kg de TXA IV antes da ATJ (grupo A), 50 receberam 3g IA após a ATJ (grupo B), e 50 receberam ambas as aplicações (grupo C). A função da articulação no pós-operatório não apresentou diferença significativa entre os 3 grupos. A perda sanguínea (avaliada pela perda total, perda oculta e queda da hemoglobina) foi menor no grupo C em comparação aos grupos A e B. A atividade fibrinolítica foi menor no grupo C.
The efficacy and safety of multiple doses of oral tranexamic acid on blood loss, inflammatory and fibrinolysis response following total knee arthroplasty: A randomized controlled trial.	Tang, Yanfeng et al., 2020.	Identificar a eficácia e segurança de doses múltiplas de TXA na redução da perda sanguínea e na minimização das respostas inflamatórias e fibrinolíticas pós-operatórias após ATJ.	Múltiplas doses pós-operatórias de TXA oral poderiam reduzir ainda mais a perda sanguínea e a queda de Hb e Hct. Diminuindo as respostas inflamatórias e fibrinolíticas pós-operatórias na ATJ primária, sem aumento aparente na incidência de complicações.

A new improvement: subperiosteal cocktail application to effectively reduce pain and blood loss after total knee arthroplasty.	Yanxin, Wang et al., 2020.	Detectar os resultados clínicos da aplicação de coquetel subperiosteal em ATJ.	O nível de dor no grupo de injeção de coquetel subperiosteal foi menor em comparação com o grupo de injeção de coquetel periarticular. Além disso, a perda de sangue com o coquetel subperiosteal foi menor do que no grupo de injeção de coquetel periarticular.
Effects of Tourniquet Application on Faster Recovery after Surgery and Ischemia-Reperfusion Post-Total Knee Arthroplasty, Cementation through Closure versus Full-Course and Nontourniquet Group.	Cao, Qinggang et al., 2021.	Avaliar os efeitos da aplicação do torniquete na recuperação mais rápida pós-ATJ.	Quantidades reduzidas de fatores inflamatórios, diminuição do inchaço dos membros, menos dor e recuperação mais rápida foram alcançadas com o uso de torniquete de curta duração no período inicial de reabilitação pós-operatória, o que mostrou que o uso de torniquete de curta duração na ATJ pode ser vantajoso para a recuperação do paciente, sem efeitos evidentes prejudiciais.
Synergistic Effect of a Prolonged Combined Course of Tranexamic Acid and Dexamethasone Involving High Initial Doses in Total Knee Arthroplasty: a Randomized Controlled Clinical Trial.	Xu, Hong et al., 2023.	Avaliar a eficácia e a segurança de um curso prolongado de TXA e dexametasona (DXM)EV envolvendo uma alta dose inicial em ATJ.	TXA e DXM pode inibir a resposta fibrinolítica e inflamatória pós-operatória, aliviar a dor pós-operatória e melhorar a função do joelho após primeiros dias.
Does tourniquet use affect the periprosthetic bone cement penetration in total knee arthroplasty? A meta-analysis.	Lu, Chao et al., 2020.	Este estudo objetiva compreender se o uso de torniquetes afeta a permeabilidade do cimento ósseo ao redor da prótese do joelho.	Os resultados mostraram que a aplicação do torniquete afeta a espessura do cimento ósseo ao redor da prótese tibial. No entanto, não houve no estudo, diferença significativa na perda sanguínea pós-operatória entre os dois grupos. Ademais, foi observado que o uso de torniquete intraoperatório pode aumentar a intensidade da dor pós-operatória.
Randomized Prospective Comparative Study of Adductor Canal Block vs Periarticular Infiltration on Early Functional Outcome After Unilateral Total Knee Arthroplasty.	Kulkarni, Mahesh M et al., 2019.	Comparar a eficácia e impacto no resultado funcional precoce nos pacientes.	Observou-se melhor alívio da dor pós-operatória nas 6, 12 e 24h e menor queda de Hb com infiltração periarticular (PAI) em comparação com Bloqueio do canal do adutor (ACB). A média da faixa de queda na diferença de Hb no paciente com ACB foi de 1,8, enquanto a média nos pacientes com PAI foi de 1,1.
A prospective randomized controlled trial on the short-term effectiveness of domestic robot-assisted total knee arthroplasty.	Yuan, Mingchen et al., 2021.	Explorar a eficácia a curto prazo da ATJR.	O Tempo de duração da ATJR foi significativamente maior do que o do grupo TKA (t = 12,253, P = 0,001). Além disso, o ângulo de flexão e de extensão na ATJR foi melhor que na TKA (t = 9,469, P = 0,003).
Intraoperative tibial plateau fracture during bone preparation in a cruciate retaining primary total knee arthroplasty.	Taylor, Shea K; Sephian, Andrew; Clader, Timothy. 2022.	Relato de caso de um homem de 80 anos que sofreu uma fratura do planalto tibial medial que ocorreu no intraoperatório durante o preparo final do osso da tibia.	O dispositivo de Woolley Tibia Punch é usado comumente para aumentar a interface osso/cimento no osso esclerótico secundário à deformidade. O uso do dispositivo resultou em fratura do planalto tibial medial, porém casos como esses não foram retratados em outros estudos. O procedimento foi modificado para colocar uma haste longa e tratar essa fratura ocorrida e depois foi feita a ATJ padrão.
A surgical reduction technique for posterior cruciate ligament avulsion fracture in total knee arthroplasty: a comparison study.	Lin, Wei et al., 2020.	Investigar a incidência e os fatores de risco de fratura por avulsão do Ligamento cruzado posterior (LCP) em ATJ primária.	A incidência de fratura por avulsão do LCP da tibia é de 4,6%. Idade avançada e sexo feminino foram os dois fatores de risco na ATJ primária de retenção do cruzado. A redução da fratura por avulsão do LCP com sutura de alta resistência pode atingir boa estabilidade e função do joelho.

Finding the optimal control level of intraoperative blood pressure in no tourniquet primary total knee arthroplasty combine with tranexamic acid: a retrospective cohort study which supports the enhanced recovery strategy.	Wang, Hao-Yang et al., 2020.	Estimar o nível ideal de controle da pressão arterial durante a cirurgia de ATJ sem torniquete com o uso de TXA.	A perda total de sangue foi significativamente maior no grupo C em comparação aos grupos A e B. O grupo A teve menor perda sanguínea intraoperatória, menor duração da cirurgia em relação aos demais grupos. Nenhum paciente do grupo A precisou de transfusão, enquanto que 1 paciente em cada um dos outros grupos, necessitou de transfusão. Contudo, o grupo A apresentou maior incidência de hipotensão no pós-operatório.
The analgesic efficacy and safety of peri-articular injection versus intra-articular injection in one-stage bilateral total knee arthroplasty: a randomized controlled trial.	Cheng, Kai-Yuan et al., 2020.	Investigar a eficácia analgésica e a segurança da anestesia periarticular (PA) versus IA em pacientes que recebem ATJ bilateral simultânea.	A escala de dor nas primeiras 48h foi menor no grupo PA. Após 72h, os resultados foram semelhantes. Além disso, o grupo PA obteve melhores resultados na amplitude de movimento, mas o tempo cirúrgico e a drenagem da ferida não apresentaram diferença significativa. O grupo PA teve 1 caso de TVP, 1 de paralisia nervosa e 1 de liquefação gordurosa. O grupo IA teve 1 caso de TVP.
Perioperative morbidity in total knee arthroplasty.	Raddaoui, Khairreddine et al., 2019.	Avaliar as complicações perioperatórias da ATJ e identificar os fatores de risco relacionados.	Os fatores de risco significativos foram: Para qualquer complicação: Idade > 65 anos, estado físico de autonomia grave; doenças respiratórias, Hipotensão intraoperatória; Insuficiência renal aguda e doenças renais crônicas. Destacou as complicações hemodinâmicas e respiratórias como as complicações precoces mais comuns na ATJ. Idade ≥ 65 anos, anestesia geral e doenças respiratórias foram fatores de risco significativos.
Surgical Technique: Robotic-Assisted 1.5-Stage Exchange Total Knee Arthroplasty for Periprosthetic Joint Infection.	Danoff, Jonathan R. et al., 2023.	Destaca como a tecnologia robótica pode melhorar as taxas de fixação, equilíbrio, identificar lacunas e linhas ósseas.	Houve sucesso inicial com esta técnica, a qual oferece diversas vantagens ao paciente, como o suporte de peso total imediato, amplitude de movimento irrestrita do joelho e um joelho equilibrado e bem alinhado.
Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty Allows for Trainee Involvement and Teaching Without Lengthening Operative Time.	Deckey, David G. et al., 2021.	Este estudo procurou avaliar o tempo de procedimento entre a ATJR ATJ e se a participação do estagiário acrescentava tempo cirúrgico adicional.	Embora o ATJR demore mais, os estagiários ortopédicos não acrescentam tempo adicional. Os formandos em todas as fases da aprendizagem de pós-graduação podem ser educados na utilização da tecnologia robótica e se beneficiar potencialmente do feedback em tempo real, sem comprometer ainda mais a eficiência cirúrgica ou aumentar o risco do paciente.
Semiactive robotic-arm system versus patient-specific instrumentation in primary total knee arthroplasty: Efficacy and accuracy.	He, Rui et al., 2022.	Comparar a diferença na eficácia e precisão entre ATJR e ATJ convencional.	ATJR é um procedimento minimamente invasivo e tem melhor ângulo sagital do componente tibial.
Robotic Versus Manual Total Knee Arthroplasty in High Volume Surgeons: A Comparison of Cost and Quality Metrics.	Tompkins, Geoffrey S. et al., 2021.	Este estudo buscou comparar as diferenças nas medidas de custo e qualidade entre ATJ manual (MTKA) e RTKA.	A ATJR foi um procedimento mais longo e mais caro que a ATJ para cirurgiões experientes, sem diferenças clinicamente significativas no tempo de permanência ou complicações. Os cuidados de saúde domiciliares foram utilizados com mais frequência após ATJR, mas ocorreram menos readmissões pós procedimento.

Improved Compartment Balancing Using Robot-Assisted Total Knee Arthroplasty.	Held et al., 2021.	O objetivo deste estudo é determinar se ATJR resulta em melhor equilíbrio do ligamento intracompartimental em comparação com ATJ.	A cirurgia assistida por robô aumentou significativamente o tempo de procedimento. A porcentagem de pacientes com alta pressão do compartimento de carga em flexão ao final da ATJR foi significativamente maior para a coorte de ATJ convencional. A porcentagem de pacientes com joelhos desequilibrados em flexão foi significativamente maior na coorte de ATJ convencional.
Avulsion Fracture of Bicruciate Ligament and Patellar Tendon in Bicruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty.	Man Lau, Lawrence Chun et al., 2022.	Relato de caso: a fratura intercondilar da tíbia envolveu ligamento bicruzado gerando fratura de avulsão parcial do tendão patelar.	Durante a cirurgia de revisão, a artroplastia total do joelho com retenção bicruzada foi estabilizada posteriormente e o tendão patelar foi reparado com uma âncora de sutura. A paciente se recuperou bem progressivamente e, aos 6 meses, já conseguia andar com o uso de um aparelho de marcha assistida.
The trends in robotic-assisted knee arthroplasty: A statewide database study.	Naziri, Qais et al., 2019.	Comparar as taxas de transfusão de sangue em ATJR e ATJ, identificar as tendências e comparar a utilização da ATJR nos hospitais universitários e não docentes.	Das cirurgias assistidas por robôs 80% foram realizadas em hospitais de ensino. Com relação à taxa de transfusões sanguíneas, estas foram significativamente menores nas cirurgias robóticas (6.6%), do que nas cirurgias convencionais (10.9%).
Effect of Tourniquet Use on Patient Outcomes After Cementless Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial.	Smith, Austin F. et al., 2021.	Comparar o efeito do tempo curto de torniquete (ST) versus tempo longo de torniquete (LT) na dor, consumo de opioides.	Este estudo não demonstra nenhuma vantagem significativa do uso de torniquete curto na ATJ primária em relação ao consumo de opioides, dor relatada pelo paciente, Knee Society Scores (KSS), Length of Stay (LOS) ou nível de Hb pós-operatório.
New Advances in Robotic Surgery in Hip and Knee Replacement.	Volpin, Andrea et al., 2020.	Este capítulo revisa os principais aspectos da cirurgia robótica de quadril e joelho e tem como objetivo fornecer uma atualização desta tecnologia.	O processo de planejamento pré-operatório é crucial para o uso eficaz da robótica em ATJ e Artroplastia Total de Quadril (ATQ). O posicionamento preciso dos componentes no intraoperatório, facilitado pela produção de um plano cuidadoso, reduz a variabilidade interpaciente. O processo pré-operatório normalmente envolve a criação de um modelo individualizado e um plano de intervenção.
Making the transition from traditional to robotic-arm assisted TKA: What to expect? A single-surgeon comparative-analysis of the first-40 consecutive cases.	Naziri, Qais et al., 2019.	Comparar os resultados de curto prazo ATJ cimentadas tradicionais com ATJR cimentadas e analisamos a curva de aprendizado para ATJR.	No pré-operatório, o grupo de ATJR e o grupo de ATJ tradicional apresentaram angulação de movimento comparável e o sangue perdido intraoperatória também foi muito próximo entre as operações de ATJR e ATJ. No entanto, ATJR exigiu um tempo cirúrgico geral ligeiramente maior do que a coorte de ATJ tradicional. Após 90 dias de pós operatório a cirurgia robótica foi melhor em angulação de movimento e KSS.
Safe and effective use of active robotics for TKA: Early results of a multicenter study.	Stulberg, Bernard N. et al., 2021.	Avaliar a segurança e a eficácia da ATJR.	O desalinhamento encontrado na ATJR no estudo é 65% menor em comparação com a ATJ manual, o que demonstra uma redução significativa de 40% de reduções no tempo operatório.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Esse quadro mostra as particularidades das amostras dos estudos selecionados sobre a comparação entre ATJ e ATJR. Realizou-se a identificação dos artigos com os dados: título, autores e ano, objetivo e conclusão.



### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Comparação ATJR vs ATJ

A artroplastia total de joelho manual convencional (ATJ), é um procedimento cirúrgico que apesar de possuir uma grande frequência de realização, aproximadamente 20% dos pacientes apresentam insatisfação relacionada às complicações dessa operação (Xu et al., 2022). Dessa forma, as complicações como hipotensão, atelectasias, síndrome da implantação óssea do cimento e dessaturação foram as complicações pós-operatórias de maior prevalência encontradas nos estudos (Raddaoui et al., 2019), além de apresentar agravamentos perioperatórios como rigidez pós-procedimento, dor, fratura tibial intercondilar com avulsão do ligamento cruzado anterior, fratura intraoperatória do platô tibial medial, fratura periprotética do fêmur, trombose venosa profunda (TVP) e embolia pulmonar (EP). Essas complicações exigem maior esforço para a inserção dos componentes do implante pelos cirurgiões que, mesmo sendo capacitados, apresentam demasiada dificuldade ocasionado pelo grau severo da lesão no joelho, tornando uma desvantagem do procedimento da ATJ. A duração do procedimento robótico foi significativamente maior, tendo compreendido uma média de tempo de  $(108,7 \pm 17,3)$  minutos, ao passo que o procedimento convencional teve uma duração média de  $(95,4 \pm 11,2)$  minutos ( $p < 0,001$ ) (Yuan et al., 2021). 10 dos 37 pacientes do grupo submetido a ATJR apresentaram TVP, enquanto que dos 35 do grupo ATJ, 11 deles tiveram TVP. A única angulação da articulação que teve alterações significativas quando se compararam os dois grupos foi o ângulo do componente tibial lateral (LTC), que sofreu variação de apenas 3% no grupo ATJR enquanto que no grupo ATJ, sofreu alteração de 29,4% ( $p = 0,001$ ) (Xu et al., 2022). Com isso, a artroplastia total de joelho robótica (ATJR) demonstra-se uma alternativa cada vez mais prevalente devido a sua maior precisão cirúrgica pois consegue fornecer dados em tempo real e maior padronização da ressecção, corte e alinhamento do osso devido a sua tecnologia de reconhecimento de marcos ósseos, que por conseguinte resulta em um joelho com maior estabilidade, melhor movimento de rotação e sem restrições de amplitude de movimento importantes (Danoff et al., 2023), estando intimamente ligada a uma menor quantidade de transfusões sanguíneas nas operações (6,6%) quando comparada aos procedimentos tradicionais (10,9%) ( $p < 0,001$ ) (Naziri et al., 2019). Não obstante todos os benefícios supracitados, ATJR consegue garantir uma angulação aproximada de  $180^\circ$  gerando uma maior sobrevida da prótese (He et al., 2023) garantindo assim uma redução da porcentagem do desvio de alinhamento que pode ser encontrado durante as operações (Stulberg et al., 2021).

Uma vez que a manutenção da amplitude do movimento e o equilíbrio compartimental estão diretamente ligados a ressecção óssea e a liberação dos tecidos moles durante o procedimento, um equívoco nesse momento da operação pode causar a insatisfação - já citada anteriormente e uma falha precoce da prótese (Held et al., 2021).

Mesmo com todas as vantagens, a ATJR também provoca danos quando comparada ao procedimento manual, como maior tempo de duração do procedimento devido a preparação e configuração do robô gerando maior suscetibilidade a infecções, insuficiência renal, efeitos cardiovasculares, maior chance de uso do torniquete incluindo o tempo prolongado no membro do paciente (99.3 minutos vs 88.5 minutos  $P < .0001$ ) (Deckey et al., 2022) além de ser um procedimento mais caro do que a ATJ (Tompkins et al., 2021).

Ademais, o procedimento robótico pode ser combinado com outras ferramentas e mecanismo com o intuito de diminuir possíveis complicações, como o sistema YUANHUA-TKA que propõe a melhorar o alinhamento dos membros inferiores, ser mais preciso na osteotomia do procedimento e dessa forma melhorar a qualidade de implantação da prótese (Yuan et al., 2021). Um mecanismo adicional é a PITSKA, que se define pela associação da instrumentação específica do paciente com o ATJR, de forma que possui como principal vantagem a inserção mais exata do guia intramedular na medula óssea do fêmur e tibia deprimindo a chance de lesões que ocasiona um mal alinhamento da tibia e uma ressecção óssea errônea (He et al., 2023).

### 3.2 Torniquete

Uma das principais maneiras para combater as hemorragias durante a ATJ é o torniquete, essa técnica consiste em um dispositivo que gera uma compressão nos vasos sanguíneos, controlando o fluxo de sangue arterial e venoso para uma extremidade. Relacionado a isso, pode-se notar que os piores prognósticos da ATJ se devem principalmente pelo uso do torniquete pneumático, pois aumenta a atividade fibrinolítica local e contribui para a perda de sangue pós-operatório, além de uma maior dor pós-operatória relatada pelos pacientes. Em adição a isso, uma limitação de amplitude do movimento fora encontrada, dado o excesso de líquido acumulado na região, se relacionando com o aumento do número de casos de inflamação pós-operatória, e a lesão de musculatura e articulações afetadas, os quais geram atrofia muscular aliado ao inchaço significativo, sangue oculto e maior probabilidade de eventos tromboembólicos. Em contrapartida, pacientes submetidos a ATJR associada ao uso de torniquete apresentaram menor perda de sangue intraoperatória (134,17 ml em comparação a 308,67 ml no grupo sem torniquete.  $P < 0,001$ ). Já a perda de sangue oculta foi maior no grupo com torniquete (511,15 ml em comparação a 366,00 ml no grupo sem torniquete.  $p < 0,001$ ). Além disso, foi também encontrado a Trombose Venosa Profunda (TVP) como uma das complicações pelo uso de torniquete, como também equimoses subcutâneas, necrose de tecidos gordurosos, lesão nervosa e de vasos, fraqueza pós-operatória e enfraquecimento dos músculos da coxa, fomentado por lesões de isquemia-reperusão (Lai et al., 2022). Ademais, foi observado que o uso do torniquete pneumático ocorre com mais frequência durante a operação da ATJR devido ao maior tempo de duração da operação. Também foi analisado que o seu uso na pressão de 75 mm/Hg demonstrou complicações mais leves, tendo exibido, contudo, menor eficiência no controle do sangramento em comparação às pressões de 100 mm/Hg e de 150 mmHg (Pinsornsak et al., 2021).

Apesar de causar todas essas complicações, o uso do torniquete foi associado a um espessamento mais significativo do cimento ósseo usado no procedimento, (Lu et al., 2020), além de uma melhor visualização do campo (Cao et al., 2021). Entretanto, não houve dados significativos para a maior ou menor ingestão de analgésicos um dia após o procedimento entre os grupos que usaram e os que não usaram o torniquete durante a operação ou mesmo com a diminuição de sangue perdido no procedimento e que ao usar o torniquete. Por outro lado, o membro acometido teve sua amplitude de movimento reduzida nos dias 1-3 de pós operatório.

### 3.3 Tranexâmico

Outra alternativa viável para o controle das hemorragias é o ácido tranexâmico (TXA), um fármaco anti-fibrinolítico oriundo da lisina com a capacidade de diluir coágulos pelo bloqueio da relação entre fibrina e plasmina (Zhang, Yi, et al 2019), agindo como um inibidor competitivo desses fatores de coagulação (Xu et al., 2022). Dessa forma, essa alternativa medicamentosa também apresentou outras vantagens além do controle de hemorragias, que estão presentes em ambos os procedimentos, como a TVP e EP. Logo, foi notado que a administração conjunta do TXA pela via intravenosa (IV) e intra-articular (IA) demonstrou uma redução dos desfechos tromboembólicos, menor perda sanguínea e menor necessidade de transfusões sanguíneas. Os dois grupos que utilizaram TXA tiveram quantidade de sangue drenada inferior a 500 ml (440 ml e 511 ml nos grupos A e B, respectivamente), enquanto que no grupo que utilizou apenas Rivaroxaban, o volume drenado foi de 763 ml ( $p < 0,001$ ) o que pode ser visto pela diminuição dos níveis de dímero D, após a administração do fármaco. Não foi encontrado relação direta com dor ou a diminuição da amplitude de movimento pela a administração de TXA por IA, sendo dessa forma uma alternativa segura e benéfica para os pacientes que realizaram uma ATJ (Zhang et al., 2019). Porém, sob outras perspectivas, existem mais de uma forma de usar o TXA e associá-lo a outras drogas dependendo do objetivo clínico que deseja ser alcançado, como, por exemplo, o uso do ácido tranexâmico por múltiplas doses por via oral, que diminuem a incidência de equimoses e do inchaço causado pelo o torniquete (Wang et al., 2019), diminuindo os níveis de hemoglobina e hematócrito sem risco ao paciente. Outra via interessante para o uso do TXA como terapia profilática para eventos hemodinâmicos é sua

associação com anti-inflamatórios, visto na sua associação com a Dexametasona (DXM), um glicocorticóide de ação prolongada que pode ser usado no pós-operatório para evitar a inflamação exacerbada. O uso combinado de TXA com DXM (alta dose de TXA (60 mg/kg) seguida por 5 doses usuais, seguido de 20mg de DXM) gera um efeito benéfico no pós-operatório do paciente, pois além de gerar um efeito anti-fibrinolítico e aumentar a coagulação local, diminui a inflamação e a dor da região afetada, melhorando a curto prazo o prognóstico do paciente, outra vantagem do seu uso e a diminuição da prescrição de opioides protegendo os pacientes dos riscos e efeitos adversos que vem com esses fármacos. (Xu et al., 2022).

### 3.4 Dor

Ademais, outra complicação bastante presente é a dor, uma vez que o periósteo e a medula óssea apresentam uma vasta inervação, que pode acabar sendo lesada pelo o próprio processo fisiopatológico da doença ou durante a osteotomia da operação. Contudo, existem maneiras de contornar a dor pós-operatória como a injeção de coquetel na região subperiosteal. (Wang Zhou., 2020). Outra maneira é a infiltração periarticular (PAI) e o bloqueio do canal do adutor (ACB), porém foi verificado que que o PAI apresenta uma maior diminuição da dor e menos riscos para o paciente quando comparada a ACB, não foi encontrado indícios de menos tempo de internação. Outro fator que eleva significativamente a dor no pós-operatório é o uso do torniquete (Lai et al., 2022).

Outra possível complicação intraoperatória da TKA é a fratura intercondilar tibial com avulsão do ligamento cruzado anterior (LCA), causado pela técnica do ligamento bi-cruzado, em uma tentativa de manter a cinemática do joelho preservada, o ligamento cruzado anterior e posterior são preservados durante a operação, contudo, isso acaba gerando uma fratura intercondilar tibial que, por sua vez, gera consequência danosa no LCA, sendo necessário o fortalecimento dos Quadríceps e dos Isquiotibiais (Lau et al., 2022).

## 4. Conclusão

Em suma, foi possível perceber que as complicações mais graves são fraturas intraoperatórias, atelectasias, síndrome de implantação óssea do cimento e TVP. Ademais, o tempo cirúrgico na ATJR foi consideravelmente maior, tanto pela curva de aprendizado, que ainda está se desenvolvendo - por ser um método novo - como também pela demora para a configuração dos robôs. Além disso, o uso de torniquete apresentou pior prognóstico na ATJ, sendo o uso de ácido tranexâmico mais seguro e com menos complicações operatórias. Também foi notado, a redução da prescrição de opióides para o controle algico no pós-operatório naqueles pacientes que não foram submetidos ao torniquete. Ademais, outra maneira de realizar o controle da dor foi com o ACB e o PAI intraoperatório, sendo o PAI mais eficaz nesse controle. Com isso, mais estudos devem ser realizados sobre tema além de serem discutidos usando as mesmas ou outras variáveis/parâmetros para a solidificação e embasamento dos resultados sobre a segurança do procedimento robótico ou tradicional.

## Referências

- Alexandersson, M., Wang, E. Y., & Eriksson, S. (2019). A small difference in recovery between total knee arthroplasty with and without tourniquet use the first 3 months after surgery: a randomized controlled study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 27(4), 1035–1042. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5196-8>
- Cao, Q., Wu, Q., Liu, Y., He, Z., Cong, Y., Meng, J., Zhao, J., & Bao, N. (2022). Effects of Tourniquet Application on Faster Recovery after Surgery and Ischemia-Reperfusion Post-Total Knee Arthroplasty. Cementation through Closure versus Full-Course and Nontourniquet Group. *The journal of knee surgery*, 35(14), 1577–1586. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728814>
- Cheng, K. Y., Feng, B., Peng, H. M., Bian, Y. Y., Zhang, L. J., Han, C., Qiu, G. X., & Weng, X. (2020). The analgesic efficacy and safety of peri-articular injection versus intra-articular injection in one-stage bilateral total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *BMC anesthesiology*, 20(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12871-019-0922-4>

- Chun, L., Michael Tim-Yun Ong, Chau, W.-W., Jonathan Patrick Ng, Griffith, J. F., & Kevin Ki-Wai Ho. (2022). Avulsion Fracture of Bicruciate Ligament and Patellar Tendon in Bicruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty. *Arthroplasty Today*, 16, 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2022.04.013>
- Danoff, J. R., Heimroth, J., Willinger, M., Trout, S., & Sodhi, N. (2023). Surgical Technique: Robotic-Assisted 1.5-Stage Exchange Total Knee Arthroplasty for Periprosthetic Joint Infection. *Arthroplasty Today*, 21(2352-3441), 101126–101126. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2023.101126>
- Deckey, D. G., Verhey, J. T., Rosenow, C. S., Doan, M. K., McQuivey, K. S., Joseph, A. M., Schwartz, A. J., Clarke, H. D., & Bingham, J. S. (2022). Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty Allows for Trainee Involvement and Teaching Without Lengthening Operative Time. *The Journal of Arthroplasty*, 37(6S), S201–S206. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2021.12.030>
- He, R., Sun, M., Xiong, R., Yang, J., Guo, L., & Yang, L. (2023). Semiactive robotic-arm system versus patient-specific instrumentation in primary total knee arthroplasty: Efficacy and accuracy. *Asian Journal of Surgery*, 46(2), 742–750. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2022.06.151>
- Held, M. B., Grosso, M. J., Gazgalis, A., Sarpong, N. O., Boddapati, V., Neuwirth, A., & Geller, J. A. (2021). Improved Compartment Balancing Using Robot-Assisted Total Knee Arthroplasty. *Arthroplasty Today*, 7, 130–134. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2020.12.022>
- Karampinas, P. K., Megaloikonomos, P. D., Lampropoulou-Adamidou, K., Papadelis, E. G., Mavrogenis, A. F., Vlamis, J. A., & Pneumaticos, S. G. (2019). Similar thromboprophylaxis with rivaroxaban and low molecular weight heparin but fewer hemorrhagic complications with combined intra-articular and intravenous tranexamic acid in total knee arthroplasty. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology: orthopedie traumatologie*, 29(2), 455–460. <https://doi.org/10.1007/s00590-018-2307-7>
- Kulkarni, M. M., Dadheech, A. N., Wakankar, H. M., Ganjewar, N. V., Hedgire, S. S., & Pandit, H. G. (2019). Randomized Prospective Comparative Study of Adductor Canal Block vs Periarticular Infiltration on Early Functional Outcome After Unilateral Total Knee Arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 34(10), 2360–2364. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.05.049>
- Lai, Y., Xu, H., Su, Q., Wan, X., Yuan, M., & Zhou, Z. (2022). Effect of tourniquet use on blood loss, pain, functional recovery, and complications in robot-assisted total knee arthroplasty: a prospective, double-blinded, randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13018-022-02992-y>
- Lin, W., Niu, J., Dai, Y., Zhang, H., Zhu, J., & Wang, F. (2020). A surgical reduction technique for posterior cruciate ligament avulsion fracture in total knee arthroplasty: a comparison study. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 15(1), 295. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-01810-7>
- Loeser, R. F. (2023). Pathogenesis of osteoarthritis. <https://www.uptodate.com/contents/pathogenesis-of-osteoarthritis>
- Lu, C., Song, M., Chen, J., Li, C., Lin, W., Ye, G., Wu, G., Li, A., Cai, Y., Wu, H., Liu, W., & Xu, X. (2020). Does tourniquet use affect the periprosthetic bone cement penetration in total knee arthroplasty? A meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 15(1), 602. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02106-6>
- Luo, Y., Zhao, X., Releken, Y., Yang, Z., Pei, F., & Kang, P. (2020). Hemostatic and Anti-Inflammatory Effects of Carbazochrome Sodium Sulfonate in Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of arthroplasty*, 35(1), 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.07.045>
- Naziri, Q., Burekhovich, S. A., Mixa, P. J., Pivec, R., Newman, J. M., Shah, N. V., Patel, P. D., & Sastry, A. (2019). The trends in robotic-assisted knee arthroplasty: A statewide database study. *Journal of Orthopaedics*, 16(3), 298–301. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.04.020>
- Pinsornsak, P., Pinitchanon, P., & Boontanapibul, K. (2021). Effect of Different Tourniquet Pressure on Postoperative Pain and Complications After Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized Controlled Trial. *The Journal of arthroplasty*, 36(5), 1638–1644. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.12.049>
- Raddaoui, K., Khedhri, W., Zoghlami, K., Radhouani, M., Trigui, E., & Kaabachi, O. (2019). Perioperative morbidity in total knee arthroplasty. *The Pan African medical journal*, 33, 233. <https://doi.org/10.11604/pamj.2019.33.233.19095>
- Smith, A. F., Usmani, R. H., Wilson, K. D., Smith, L. S., & Malkani, A. L. (2021). Effect of Tourniquet Use on Patient Outcomes After Cementless Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Arthroplasty*, 36(7), 2331–2334. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2021.01.053>
- Soares, C. O., Pereira, B. F., Gomes, M. V. P., Marcondes, L. P., Gomes, F. de C., & Neto, J. S. de M. -. (2019). Preventive Factors against work-related Musculoskeletal disorders: Narrative Review. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, 17(3), 415–430. <https://doi.org/10.5327/z1679443520190360>
- Sousa, A. S. de; Oliveira, G. S. de; Alves, L. H. (2021) A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da FUCAMP*, 20(43).
- Stulberg, B. N., Zadzilka, J. D., Kreuzer, S., Yair Kissin, Liebelt, R. A., Long, W. J., & Campanelli, V. (2021). Safe and effective use of active robotics for TKA: Early results of a multicenter study. *Journal of Orthopaedics*, 26, 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2021.07.001>
- Tang, Y., Wen, Y., Li, W., Li, H., Yang, Y., & Liu, Y. (2019). The efficacy and safety of multiple doses of oral tranexamic acid on blood loss, inflammatory and fibrinolysis response following total knee arthroplasty: A randomized controlled trial. *International journal of surgery (London, England)*, 65, 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2019.03.011>
- Taylor, S. K., Saphian, A., & Clader, T. (2020). Intraoperative tibial plateau fracture during bone preparation in a cruciate retaining primary total knee arthroplasty. *BMJ case reports*, 13(9), e233826. <https://doi.org/10.1136/bcr-2019-233826>
- Tompkins, G. S., Sypher, K. S., Li, H.-F., Griffin, T. M., & Duwelius, P. J. (2021). Robotic Versus Manual Total Knee Arthroplasty in High Volume Surgeons: A Comparison of Cost and Quality Metrics. *The Journal of Arthroplasty*. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2021.12.018>
- Volpin, A., Maden, C., & Konan, S. (2020). *New Advances in Robotic Surgery in Hip and Knee Replacement*. Elsevier eBooks, 397–410. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814245-5.00023-2>

Wang, H. Y., Wang, L., Luo, Z. Y., Wang, D., Tang, X., Zhou, Z. K., & Pei, F. X. (2019). Intravenous and subsequent long-term oral tranexamic acid in enhanced-recovery primary total knee arthroplasty without the application of a tourniquet: a randomized placebo-controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 20(1), 478. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2885-5>

Wang, H. Y., Yuan, M. C., Pei, F. X., Zhou, Z. K., & Liao, R. (2020). Finding the optimal control level of intraoperative blood pressure in no tourniquet primary total knee arthroplasty combine with tranexamic acid: a retrospective cohort study which supports the enhanced recovery strategy. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 15(1), 350. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-01887-0>

Wang, J. C., Piple, A. S., Hill, W. J., Chen, M. S., Gettleman, B. S., Richardson, M., Heckmann, N. D., & Christ, A. B. (2022). Computer-Navigated and Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty: Increasing in Popularity Without Increasing Complications. *The Journal of Arthroplasty*, 37(12), 2358–2364. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.06.014>

Wang, Y., & Zhou, A. (2020). A new improvement: subperiosteal cocktail application to effectively reduce pain and blood loss after total knee arthroplasty. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 15(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-1563-5>

Xu, H., Xie, J., Yang, J., Huang, Z., Wang, D., & Pei, F. (2023). Synergistic Effect of a Prolonged Combination Course of Tranexamic Acid and Dexamethasone Involving High Initial Doses in Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *The journal of knee surgery*, 36(5), 515–523. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1739197>

Xu, J., Li, L., Fu, J., Xu, C., Ni, M., Chai, W., Hao, L., Zhang, G., & Chen, J. (2022). Early Clinical and Radiographic Outcomes of Robot-Assisted Versus Conventional Manual Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Study. *Orthopaedic Surgery*, 14(9), 1972–1980. <https://doi.org/10.1111/os.13323>

Yuan, M., Shi, X., Su, Q., Wan, X., & Zhou, Z. (2021). A prospective randomized controlled trial on the short-term effectiveness of domestic robot-assisted total knee arthroplasty. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 35(10). <https://doi.org/10.7507/1002-1892.202106047>

Zhang, Y. M., Yang, B., Sun, X. D., & Zhang, Z. (2019). Combined intravenous and intra-articular tranexamic acid administration in total knee arthroplasty for preventing blood loss and hyperfibrinolysis: A randomized controlled trial. *Medicine*, 98(7), e14458. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014458>