

Artroplastia total do joelho Mako[®]: resumo clínico



Evidência clínica Mako



1. Introdução

A artroplastia total do joelho (ATJ) é um procedimento estabelecido e bem-sucedido para o tratamento da artrite do joelho em estágio final.¹ A sobrevivência em 10 anos é comumente relatada no percentil 90,² enquanto as medidas de resultados relatados pelos pacientes (PROMs - Patient-reported outcomes measurements) demonstram que a ATJ também traz um benefício funcional aos pacientes.³ Apesar dos benefícios demonstráveis da ATJ, as taxas de satisfação são conhecidas por serem menores do que as da artroplastia total do quadril.⁴ As taxas de insatisfação relatadas para ATJ estão em torno de 20%.^{5,6} A ATJ também é conhecida por ser sensível a fatores cirúrgicos, como posicionamento do implante e equilíbrio do tecido mole têm o potencial de reduzir a sobrevivência do implante e impactar negativamente nos resultados do paciente.⁷⁻⁹

Mako SmartRobotics™ combina três componentes principais, planejamento com base em TC 3D, tecnologia háptica AccuStop™ e análise de dados perspicazes, em uma plataforma que, em comparação com as técnicas manuais, foi demonstrado em configurações clínicas e cadavéricas ter maior precisão do posicionamento do componente em relação ao planejamento.^{10,11} Essas conquistas foram realizadas, em parte, pelo planejamento tridimensional pré-operatório, que leva em consideração a anatomia específica de cada paciente. Este planejamento pode ser modificado virtualmente no intraoperatório para tratar do alinhamento do implante, equilíbrio das partes moles e contraturas em flexão. Os recursos adicionais incluem feedback visual, auditivo e tátil intraoperatório fornecido ao usuário. A tecnologia assistida por braço robótico também possui uma opção de desligamento automático que evita que a serra corte fora do campo cirúrgico designado. Este documento resume as evidências até o momento que apoiam o uso de tecnologia assistida por braço robótico durante a ATJ.

2. Exatidão e precisão em ATJ

No geral, a tecnologia assistida por braço robótico oferece o potencial de melhorar a ATJ por meio de uma combinação de planejamento pré-operatório,¹² ajustes intraoperatórios¹³ e ressecções ósseas guiadas.^{11,14} Vários estudos demonstraram a eficiência do planejamento 3D,¹² os benefícios do equilíbrio articular intraoperatório¹³ e o potencial para proteção das partes moles.^{14,15} A artroplastia total do joelho assistida por braço robótico (RAATJ) também reduziu a variabilidade cirúrgica entre os cirurgiões no início de sua experiência cirúrgica.¹⁶

2.1 Exatidão e precisão

A anatomia e o estado da doença exclusivos de um paciente podem variar consideravelmente, criando uma complexidade de casos operatórios para o cirurgião. A tecnologia assistida por braço robótico permite que o cirurgião tome decisões intraoperatórias com base no planejamento pré-operatório, que é realizado por meio de tomografia computadorizada (TC).

Um loop de feedback intraoperatório permite ajustes de colocação do implante, o que ajuda os cirurgiões a determinar o equilíbrio da articulação com base no feedback das partes moles antes de fazer qualquer corte ósseo. Marchand et al. (2018) consideraram dados de equilíbrio e ressecção intraoperatórios para 335 pacientes submetidos a Joelho Total Mako.¹³ Os planos pré-operatórios foram ajustados para atingir o equilíbrio, definido como tendo uma diferença de espaço de flexão medial e lateral dentro de 2 mm. Independentemente do estado da doença ou tipos de deformidades, todos os pacientes alcançaram uma diferença de espaço de extensão pós-corte ósseo entre -1 mm e 1 mm (média de -0,1 mm), e 99% dos pacientes alcançaram uma diferença de espaço de flexão pós-corte ósseo de entre -2 mm e 2 mm (média 0 mm) (Figura 1). Além disso, não houve soltura de partes moles porque todos os joelhos estavam equilibrados antes dos cortes ósseos e não houve outras alterações durante o estágio de teste. A capacidade de visualizar as mudanças no equilíbrio articular e ajustar a posição do componente antes dos cortes ósseos permitiu ao cirurgião adotar uma técnica de ressecção de equilíbrio associada à cirurgia assistida por braço robótico.

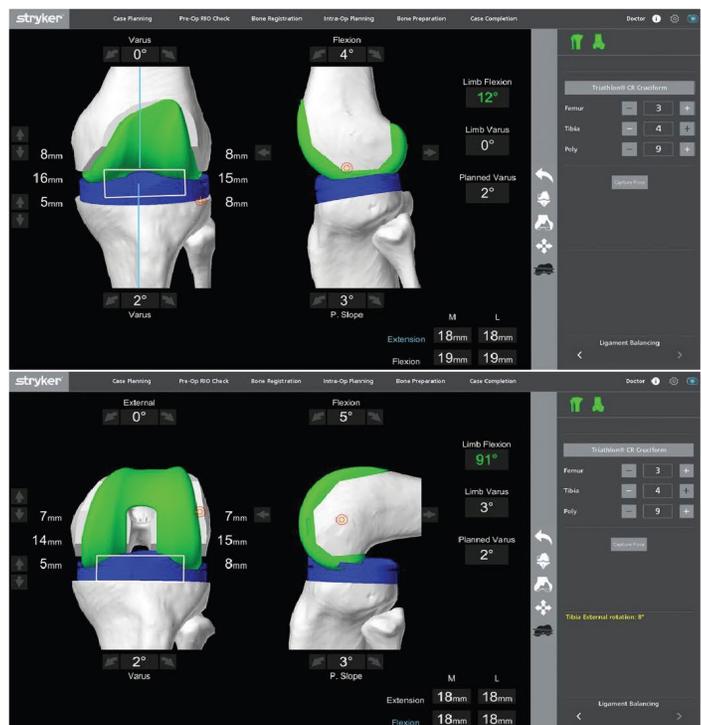


Figura 1. Planejamento final do implante de joelho (A) extensão e (B) flexão; 100% dos pacientes alcançaram uma diferença de espaço de extensão pós-corte ósseo entre -1 e 1 mm (média de -0,1 mm), e 99% dos pacientes alcançaram uma diferença de espaço de flexão pós-corte ósseo entre -2 mm e 2 mm (média 0 mm).¹³

A capacidade de planejamento pré-operatório pode auxiliar na seleção de implantes de tamanho adequado,¹⁷ um fator crítico para o sucesso da ATJ.¹⁸ A tecnologia assistida por braço robótico requer o uso de uma TC pré-operatória que é usada para realizar modelagem 3D. Em um estudo realizado por Bhimani et al. (2017), pacientes consecutivos foram submetidos ao Joelho Total Mako unilateral.¹² Um software de planejamento tridimensional específico para o Sistema Mako foi usado para fornecer um plano de implante pré-operatório inicial que foi então atualizado no intraoperatório com base no risco de notching anterior do fêmur. Isso minimizou a projeção medial e lateral dos implantes tibial e femoral e maximizou o contato cortical tibial. O software previu o tamanho exato do componente em 96% dos implantes femorais e em 89% das bases tibiais. Em comparação, estudos que compreendem uma técnica 2D previram o tamanho correto do implante em 43,6% a 68% dos casos.¹² Para a técnica 3D, todas as disparidades entre os tamanhos tibiais previstos e reais foram devido à presença de osteófitos.¹² 100% das bases tibiais e os implantes femorais usados estavam dentro do tamanho previsto no pré-operatório. Não houve casos de notching anterior femoral ou de proeminência medial ou lateral do implante no lado femoral ou tibial.

Embora a ATJ manual tenha demonstrado sucesso clínico,¹⁹ uma meta-análise do alinhamento do componente encontrou um desalinhamento do eixo mecânico superior a 3° em 9,0% das cirurgias assistidas por computador e 31,8% das cirurgias de ATJ manual (MATJ).²⁰ Em um estudo em cadáveres, um cirurgião de alto volume, sem experiência clínica robótica anterior, realizou uma comparação de pares combinados de MATJ com RAATJ em seis espécimes cadavéricos (12 joelhos).²¹ Uma curva de aprendizado foi considerada e os primeiros três espécimes foram eliminados da comparação.

Os últimos três pares combinados de RAATJ e MATJ descobriram que RAATJ demonstrou maior exatidão e precisão de cortes ósseos e colocação de componentes planejados em comparação com MATJ. Em média, os cortes ósseos finais de RAATJ (n = 6) e as posições finais dos componentes foram 5,0 e 3,1 vezes mais precisas com base no planejamento do que o controle MATJ, respectivamente. Além disso, este estudo demonstrou que o RAATJ tem o potencial de aumentar a exatidão e a precisão dos cortes ósseos e o posicionamento do implante para planejar com base no planejamento para um cirurgião experiente que é novo na RAATJ.

A capacidade de alinhar corretamente os componentes em relação ao planejamento durante a ATJ é fundamental para a função e a sobrevivência do implante.^{22,23} Portanto, um estudo clínico multicêntrico prospectivo e não randomizado foi conduzido para comparar a precisão da colocação do implante em relação ao planejamento entre uma coorte RAATJ e ATJ manual.²⁴ Todos os pacientes realizaram uma tomografia computadorizada aproximadamente seis semanas após a cirurgia para analisar a colocação do implante de acordo com o planejamento. As posições médias dos componentes para manual e RA ATJs são fornecidas na Tabela 1. Comparando o desvio absoluto do plano entre os grupos, RAATJ demonstrou benefícios claros para o alinhamento do componente tibial com base no planejamento (1,5° vs. 0,8°, p <0,001), inclinação tibial (2,7° vs. 1,1°, p <0,001) e rotação do componente femoral (1,4° vs. 0,9°, p <0,02). A precisão do componente femoral e do alinhamento geral do membro foram comparáveis (p > 0,10). Em comparação com a ATJ manual, os casos de RAATJ foram 47% mais precisos no posicionamento componente tibial, 59% mais precisos na inclinação tibial e 36% mais precisos na rotação do componente femoral, com base no planejamento

Tabela 1. Desvio absoluto do plano cirúrgico (graus, média/mediana (25°, 75° percentis))²⁴

	MATJ (n=52)	RAATJ (n=58)	valor p ¹
Alinhamento geral do membro	2,4 / 1,8 (0,8, 2,6)	2,2 / 2,1 (0,9, 2,7)	0,972
Alinhamento do componente tibial	2,1 / 1,5 (0,8, 2,5)	1,2 / 0,8 (0,4, 1,6)	<0,001
Inclinação posterior do componente tibial	3,0 / 2,7 (1,3, 4,5)	1,3 / 1,1 (0,6, 1,7)	<0,001
Alinhamento do componente femoral	1,3 / 1,0 (0,3, 1,7)	0,9 / 0,8 (0,3, 1,4)	0,198
Rotação do componente femoral ²	1,9 / 1,4 (0,9, 2,5)	1,1 / 0,9 (0,7, 1,5)	0,015
Flexão do componente femoral	n/a ³	1,8 / 0,8 (0,4, 1,6)	

1. Teste estratificado de Wilcoxon (Van Elteren) controlando para o centro

2. Inclui 30 manuais e 30 RAATJ de um local (dados de TC do segundo local estavam em andamento no momento da publicação)

3. A flexão femoral não é explicitamente direcionada com a técnica manual de ATJ

Em um estudo clínico, Sire et al.²⁵ (2020) avaliaram a precisão do alinhamento do componente no intraoperatório em 29 casos por meio da análise da TC pós-operatória comparados com os dados do planejamento. No geral, o alinhamento do componente medido no intraoperatório estava dentro de 1,03 ° a 1,90 ° do planejado e o alinhamento geral do membro estava dentro de 1,29 ° do planejado, o que era comparável aos achados da literatura de artroplastia total do joelho Mako relatada anteriormente. Além do alinhamento dos componentes, Sire et al.²⁶ consideraram a precisão da ressecção óssea para o planejamento dos procedimentos realizados com o Sistema de Joelho Total Mako. A profundidade da ressecção óssea dos planejamentos de corte femoral distal, femoral anterior e tibial foi medida em uma série de 45 casos consecutivos. Um total de 37 pacientes tiveram seus dados capturados usando o software do Sistema Mako. No total, 99 de 105 (94,29%) das medidas de ressecção óssea realizadas estavam dentro de 1 mm do plano (Figura 2).

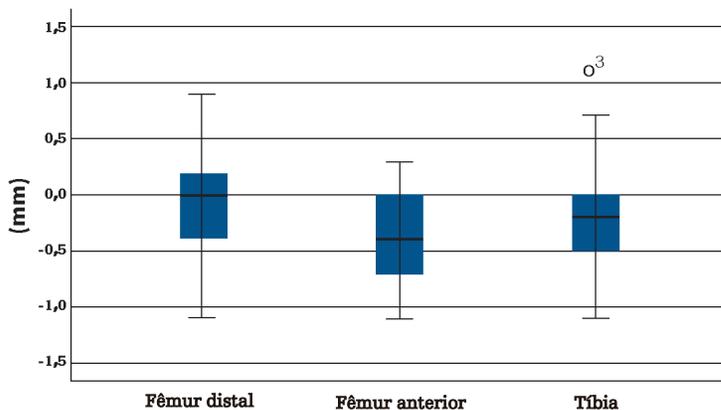


Figura 2. Sire et al.²⁶ mediram a profundidade da ressecção óssea para os planos de corte femoral distal, femoral anterior e tibial. Os diagramas das ressecções ósseas realizadas destacam a mediana, a amplitude interquartil, os valores máximo e mínimo. Os valores positivos indicam que mais osso foi ressecado do que o planejado e valores negativos indicam que menos osso foi ressecado do que o planejado.

Tabela 2. A razão de deslocamento condilar posterior é definida como a razão entre o deslocamento do côndilo posterior e o diâmetro do fêmur (a) ou PCOR = A/B. O uso do sistema robótico assistido permitiu ao cirurgião reproduzir de forma mais próxima o PCOR pré-operatório quando comparado ao uso de instrumentação manual.²⁷



	RAATJ	MATJ	valor p
Índice pré-operatório de Insall-Salvati	0,91 (0,59-1,23)	0,93 (0,61-1,3)	0,469
Índice de Insall-Salvati pós-operatório	1 (0,1-1,5)	1 (0,7-1,5)	0,049
PCOR pré-operatório	0,49 (0,4-0,6)	0,50 (0,4-0,6)	0,937
PCOR pós-operatório	0,49 (0,41-0,55)	0,53 (0,41-0,6)	0,024
Diferença média absoluta em PCOR	0,004	0,03	0,05
Comparação de medidas radiográficas manuais e assistidas por braço robótico			

2.2 Restaurando a função cinemática

A colocação de um componente de acordo com o planejado não é o único fator que pode influenciar a estabilidade na ATJ; para obter um joelho funcionalmente estável, o implante também deve ser colocado de acordo com a anatomia individual do paciente. Em particular, a razão de deslocamento condilar posterior (PCOR - posterior condylar offset ratio) e o índice de Insall-Salvati (ISI - Insall-Salvati index) de um paciente podem se correlacionar com a amplitude de movimento articular (ADM) final alcançável. Sultan et al. (2019) conduziram um estudo prospectivo pareado por coorte para comparar 43 casos consecutivos de RAATJ com 39 casos de MATJ.²⁷ Radiografias pós-operatórias de quatro a seis semanas foram usadas para avaliar a PCOR de cada paciente e a altura da patela com base no ISI. A média da PCOR pós-operatória foi maior em MATJ quando comparada à coorte RAATJ (0,53 vs. 0,49; p = 0,024, Tabela 2). A diferença média absoluta entre pré e pós-operatório PCOR foi maior no modo manual quando comparado ao braço robótico assistido na ATJ (0,03 vs. 0,004; p = 0,01). Além disso, o número de pacientes que tiveram ISI pós-operatório fora da faixa normal (0,8 a 0,12) foi maior na coorte manual (12 vs. 4). Em conclusão, os pacientes submetidos à RAATJ apresentaram diferenças médias menores no PCOR, que anteriormente se mostrou correlacionar com melhor ADM articular em um ano após a cirurgia.⁷¹ Além disso, esses pacientes eram menos propensos a ter valores fora do ISI normal, o que significava menor propensão a desenvolver a patela baixa,⁷⁰ uma condição na qual a patela colide com o componente patelar, levando à restrição da flexão e redução geral da ADM.

A retenção do ligamento cruzado posterior (LCP) durante a artroplastia total do joelho tem o objetivo de preservar a reversão femoral e melhorar a função extensora.^{28,29} Kinsey et al. (2019) estudaram como a proteção do LCP durante a ATJ se correlacionou com a reversão ou “rollback” femoral durante a flexão ativa, bem como a amplitude total de movimento.³⁰ Foi realizado um estudo de coorte prospectivo e comparativo que incluiu 33 ATJ manuais e 44 ATJs registrados consecutivamente. Na sexta semana de pós-operatório, o grupo RAATJ apresentou correlação linear positiva entre o ângulo de flexão do joelho e reversão/rollback femoral ($r = 0,63$, $p < 0,01$), enquanto o grupo MATJ não mostrou associação ($r = 0,00$, $p = 0,998$). Além disso, o grupo RAATJ apresentou flexão média 8° maior em comparação ao grupo MATJ ($p = 0,031$, Figura 3). O grupo RAATJ mostrou um padrão fortemente consistente com reversão/rollback fisiológico, enquanto o grupo MATJ não mostrou nenhuma associação. O aumento do rollback femoral foi diretamente associado a uma maior flexão passiva do joelho após o implante e, em termos de resultado clínico, o grupo RAATJ em geral apresentou maior flexão média do joelho no seguimento de curto prazo.

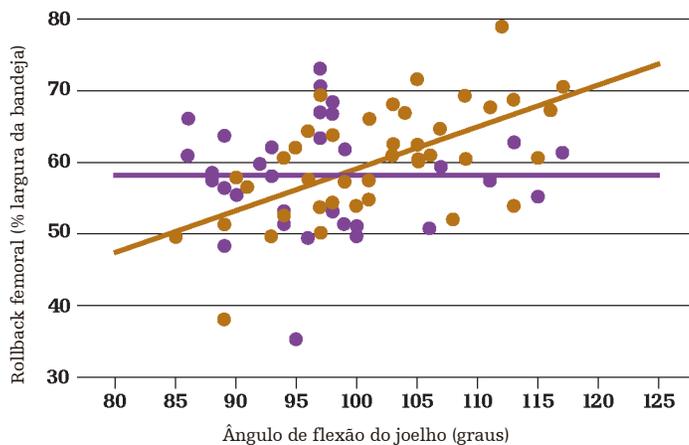


Figura 3. Kinsey et al. avaliaram a influência da preservação do PCL na reversão femoral. Um gráfico de dispersão foi usado para mostrar a associação do recuo femoral com o ângulo de flexão do joelho medido nas radiografias laterais pós-operatórias do mesmo dispositivo CR ATJ implantado com RAATJ (vermelho) vs. MATJ (azul). O grupo RAATJ apresentou correlação linear positiva forte ($p = 0,63$, $p < 0,001$) enquanto o grupo MATJ não apresentou associação ($r = 0,00$, $p = 0,998$).³⁰

2.3 Proteção de partes moles

Um estudo em cadáveres foi realizado para avaliar a proteção das partes moles em ATJ examinando danos a 14 estruturas de partes moles, incluindo o ligamento colateral medial profundo (pLCM), ligamento cruzado posterior, poplíteo, banda iliotibial (ITB) e ligamento patelar, seguindo Mako Total Joelho (RAATJ) e MATJ.¹⁵ Um total de 24 joelhos cadavéricos pareados (12 RAATJ e 12 MATJ) foram preparados por quatro cirurgiões. Outros dois cirurgiões, cegos para o método de preparação, classificaram o dano à estrutura usando graduação visual direta e imagem artroscópica. Nenhuma liberação intencional de tecido mole foi realizada em nenhum dos grupos para equilibrar o joelho. A classificação dos danos às partes moles no pós-operatório determinou que ocorreram consideravelmente menos danos ao LCP nas amostras RAATJ com controle háptico do que nas amostras MATJ ($p = 0,004$) (Figura 4).

Espécimes RAATJ também sofreram menos danos ao dLCM ($p = 0,186$), ITB ($p = 0,5$), poplíteo ($p = 0,137$) e ligamento patelar ($p = 0,5$). Concluiu-se que essas descobertas podem ser potencialmente atribuídas ao RAATJ usando uma fronteira estereotáxica para restringir a lâmina de serra, o que pode prevenir danos indesejados às partes moles.

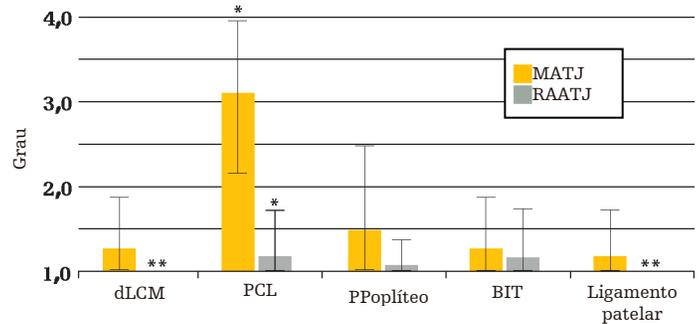


Figura 4. O dano iatrogênico ao tecido mole foi avaliado e classificado de 1 a 4, em que valores numéricos mais altos representam níveis mais altos de dano. Os valores médios de grau são mostrados para a extensão do dano ao dLCM, PCL, poplíteo, BIT e ligamentos patelares em espécimes MATJ e RAATJ. Barras de erro indicam desvios padrão. * LCP mostrou diferença significativa ($p < 0,05$); ** Média do grau \pm desvio padrão para pLCM e ligamento patelar foi $1 \pm 0,16$.

Avaliação de lesões iatrogênicas ósseas e de partes moles foi realizada por Kayani et al. (2018) em um ambiente clínico.¹⁴ Este estudo compreendeu uma coorte prospectiva de 30 MATJs consecutivos seguidos por 30 Joelhos Totais Mako consecutivos. Todas as cirurgias foram realizadas por um único cirurgião e ambos os grupos foram preparados para uma prótese posterior estabilizada. Fotografias intraoperatórias do fêmur, tibia e partes moles periarticulares foram tiradas antes do implante das próteses. Um sistema de classificação macroscópica de lesões de partes moles (MASTI - macroscopic soft tissue injury) foi desenvolvido para classificar lesões iatrogênicas de partes moles e ossos. A avaliação das imagens indicou que os pacientes submetidos a Joelho Total Mako tiveram redução da lesão do tecido mole medial em deformidades em varo passivamente corrigíveis ($p < 0,05$) e não corrigíveis ($p < 0,05$), maior integridade nos cortes de ressecção óssea femoral ($p < 0,05$) e tibial ($p < 0,05$) e melhores pontuações MASTI em comparação com ATJ convencional ($p < 0,05$). Os achados deste estudo estão de acordo com o estudo anterior com cadáveres.¹⁵ Kayani et al. (2018) relataram lesões de partes moles que podem ser considerados achados subclínicos sutis, mas também mencionaram estudos anteriores que mostraram que mesmo liberações limitadas de partes moles podem promover mudanças nas respostas inflamatórias locais e sistêmicas, levando ao aumento da dor e retardo da reabilitação pós-operatória.¹⁴ Os autores indicaram que mais estudos são necessários para determinar se a lesão periarticular observada terá impacto na resposta inflamatória sistêmica e na dor pós-operatória do paciente.

2.4 Variabilidade cirúrgica reduzida

Hampp et al. (2018) estudaram dois cirurgiões ortopédicos em treinamento de fellowship para entender melhor como um sistema robótico pode afetar a variabilidade do cirurgião e o esforço mental ao realizar ATJ.¹⁶ Cada cirurgião preparou seis pernas de cadáveres para ATJ com retenção do ligamento cruzado, com MATJ de um lado (três joelhos) e Joelho Total Mako no outro (três joelhos) e sob a instrução de executar um procedimento de ATJ completo por meio de tentativas para obter um joelho equilibrado. A avaliação do procedimento final indicou que a tecnologia robótica reduziu a variabilidade do procedimento de ATJ. Os casos de Joelho Total Mako eram mais propensos a usar a espessura mínima de poli de 9 mm, requeriam menos recortes pós-ressecção para atingir um joelho equilibrado e tinham uma maior percepção de planaridade, e os cirurgiões eram mais propensos a recomendar o uso de um implante não cimentado. Além disso, os cirurgiões relataram esforço mental reduzido ao realizar medições ósseas, corte do osso tibial, equilíbrio do joelho, testes e ajustes pós-ressecção com Joelho Total Mako em comparação com MATJ. Os resultados indicaram que o pré-planejamento e a execução do sistema robótico foram úteis na redução da variabilidade cirúrgica e do esforço mental para os cirurgiões no início de sua experiência cirúrgica.

3. A adoção do Joelho Total Mako no centro cirúrgico

Embora haja uma série de benefícios potenciais em adotar a tecnologia assistida por braço robótico,^{11-14,31-33} estudos mostraram uma curva de aprendizado associada ao Joelho Total Mako antes que uma equipe cirúrgica pudesse se tornar temporalmente neutra em relação ao seu tempo operatório ao realizar ATJ manual.³⁴ Um grupo cirúrgico quantificou essa curva de aprendizado para provavelmente levar entre 10 e 15 casos, independentemente do nível de experiência do cirurgião.³⁵ Em um estudo intraoperatório, o uso do Joelho Total Mako foi associado ao maior gasto de energia do cirurgião, mas com menos um assistente de sala de operação envolvido do que para um procedimento manual.³⁶ Pesquisa em um ambiente de laboratório de cadáveres descobriu que a tecnologia assistida por braço robótico resultou em um risco reduzido de lesão cervical e maior satisfação para o cirurgião.³⁷ Além disso, com base em dados de outro laboratório de cadáveres, o risco ergonômico de um assistente cirúrgico foi reduzido, uma vez que não eram mais solicitados a participar da colocação de instrumentais e tiveram participação reduzida no afastamento de partes moles ao longo do procedimento.³⁸

3.1 Curva de aprendizado da equipe cirúrgica

Como acontece com a maioria das novas técnicas cirúrgicas, há uma curva de aprendizado associada ao RAATJ. Sodhi et al. (2017) realizaram um estudo para avaliar essa curva de aprendizado, no qual dois cirurgiões realizaram um total de 240 casos assistidos por braço robótico.³⁴ Cada caso foi alocado para um grupo de 20 casos sequenciais e uma curva de aprendizado foi criada com base nos tempos operatórios médios. Esses tempos foram comparados com os tempos operatórios médios de 20 casos manuais selecionados aleatoriamente realizados pelo mesmo cirurgião. A Figura 5 fornece os tempos cirúrgicos para ambos os cirurgiões. Para o cirurgião 1, o tempo operatório médio entre a primeira e a última coorte foi reduzido de 81 minutos para 70 minutos ($p < 0,05$). Para o cirurgião 2, o tempo operatório médio entre a primeira e a última coorte foi reduzido de 117 minutos para 98 minutos ($p < 0,05$). Para ambos os cirurgiões, o conjunto final de 20 casos foi neutro em relação ao tempo de sua coorte manual. Esses dados implicam que dentro de alguns meses, um cirurgião pode ser capaz de realizar RAATJ adequadamente sem qualquer tempo cirúrgico adicional.³⁴

Tempo cirúrgico para realizar ATJ assistida por braço robótico versus ATJ manual

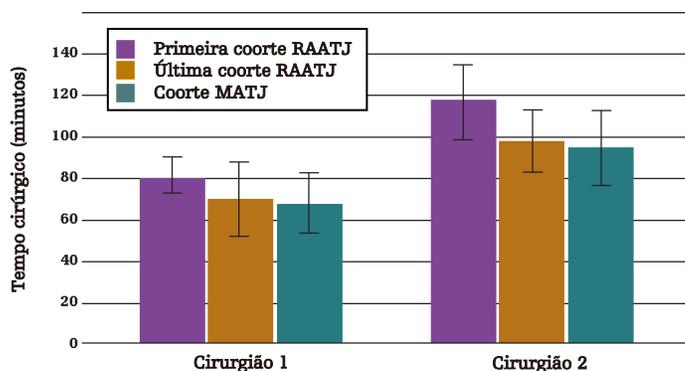


Figura 5. Os dados do tempo cirúrgico médio para RAATJ e MATJ indicam que dentro de alguns meses, um cirurgião deve ser capaz de realizar RAATJ sem qualquer tempo operatório adicional. Para ambos os cirurgiões, o tempo cirúrgico médio foi maior para a primeira coorte de 20 casos de RAATJ em comparação com a última coorte de 20 pacientes. A última coorte de 20 casos de RAATJ foi neutra em relação ao tempo dos 20 casos de MATJ dos cirurgiões.³⁴

Em outro estudo de curva de aprendizado, Fleischman et al. (2018) seguiram um grupo separado de dois cirurgiões com diferentes níveis de experiência em ATJ.³⁵ Cada cirurgião realizou um mínimo de 20 casos de Joelho Total Mako (n = 45) e os tempos necessários para realizar tarefas específicas foram comparados com casos de ATJ convencionais (n = 48) no mesmo período. Os pontos de tempo medidos incluem: (1) colocação do rastreador (tempo de fixação); (2) marcos e registro anatômico (tempo de registro); (3) preparação e corte do osso (tempo de corte); e (4) balanceamento ligamentar e teste do implante (tempo de teste), onde o tempo de fixação e o tempo de registro eram específicos para a aplicação Joelho Total Mako. Um tempo médio de artroplastia de 24,9 minutos foi medido para RAATJ, que foi uma redução de 22,8 minutos no tempo dos três primeiros casos de Joelho Total Mako. Houve uma redução de 4,2 minutos no tempo médio de fixação do rastreador, uma redução de 5,3 minutos no tempo médio de registro, uma redução de 5,8 minutos no tempo de corte e uma redução de 7,3 minutos no tempo médio de teste. Concluiu-se que os cirurgiões completaram sua curva de aprendizado nos primeiros 10 a 15 casos, independentemente da experiência cirúrgica.

Para entender como os resultados dos pacientes são influenciados durante a curva de aprendizado do cirurgião, Sastry et al. (2019) relataram a experiência de um único cirurgião comparando seus primeiros 40 casos de RAATJ a uma coorte MAATJ consecutiva correspondente.³⁹ Durante os primeiros 40 casos, o grupo RAATJ teve um tempo cirúrgico geral ligeiramente maior quando comparado ao grupo MAATJ (82,5 minutos vs. 78,3 minutos, p = 0,002), porém essa diferença deixou de ser estatisticamente significativa quando apenas a segunda série de 20 casos RAATJ foi considerada (81,1 minutos vs. 78,3 minutos, p = 0,254). Durante esta coorte de 40 casos, a coorte RAKTA mostrou um tempo de internação reduzido (LOS – Length of Stay) (1,27 dias vs. 1,92 dias, p > 0,001) e uma ROM melhorada em 90 dias (+ 3,8 ° vs. -8,7 °, p < 0,05). Nenhuma diferença significativa foi observada nas Pontuações de *Knee Society* (KSS – Knee Society Score) pós-operatórias ou escala de atividade da extremidade inferior (LEAS - lower extremity activity scale) em 30, 60 e 90 dias de acompanhamento entre os grupos. Concluiu-se que a curva de aprendizado do cirurgião para RAATJ pareceu progredir rapidamente, com um tempo de OR comparável ao MATJ nos 20 segundos casos.

3.2 Usabilidade da equipe cirúrgica

Estudos mostram como a ATJ assistida por braço robótico afeta o paciente,^{31,33} mas pouco foi feito para entender como essa tecnologia afeta o cirurgião. A literatura indica que vários fatores podem influenciar a incidência de lesões de um cirurgião.^{40,41} Aproximadamente 44% a 66% dos cirurgiões ortopédicos tiveram uma lesão relacionada ao trabalho atribuída à postura incorreta do cirurgião.^{42,43} Além disso, a equipe do hospital rotineiramente assume tarefas com desafios ergonômicos, que demonstraram diminuir a longevidade de desempenho na sala de cirurgia.⁴¹ Assim, pode ser benéfico instituir medidas para diminuir a probabilidade de lesões, melhorando a ergonomia na sala de operação e diminuindo o gasto de energia para cirurgiões e equipe de cirurgia.

A ergonomia é o estudo da eficiência das pessoas em seu ambiente de trabalho. Ao avaliar a ergonomia da cirurgia ortopédica, a coluna cervical, a coluna lombar e os ombros são as áreas de maior preocupação.^{43,44} Sensores de movimento colocados nesses locais podem indicar se a realização de procedimentos cirúrgicos, como ATJ, coloca esforço e a quantidade de tal esforço por medição de ângulos, elevação e eletromiografia. Os questionários de carga de trabalho também podem avaliar as demandas mentais e físicas dos cirurgiões ao realizar procedimentos cirúrgicos. Em um estudo focado na ergonomia do cirurgião, verificou-se que o cirurgião apresentava menor risco ergonômico geral ao realizar a cirurgia de Joelho Total Mako em comparação com ATJ convencional, bem como um ângulo occipital reduzido.^{37,45} Ergonomia melhorada foi atribuída ao braço do cirurgião ter uma amplitude de movimento mais favorável e número reduzido de tarefas repetitivas. Além disso, os cirurgiões relataram uma maior satisfação geral com a realização de um Joelho Total Mako em comparação com a ATJ manual, bem como menor demanda mental e física com base nos resultados de um questionário de carga de trabalho.⁴⁵

Blevins et al. (2018) realizaram um estudo intraoperatório para avaliar como o uso de ATJ assistida por braço robótico pode influenciar o gasto de energia em comparação com ATJ manual.³⁶ Este estudo descobriu que um cirurgião de artroplastia de menor volume teve menos gasto de energia ao usar o Sistema Mako em comparação com cirurgiões de artroplastia de alto volume e ATJ convencional.³⁶ Além disso, este estudo descobriu que um assistente cirúrgico a menos era necessário na sala de operação durante a realização de procedimentos de Joelho Total Mako.³⁶

Por fim, um estudo de Scholl et al. (2018) focou na ergonomia de um assistente cirúrgico.³⁸ Verificou-se que o assistente cirúrgico demonstrou menos movimento do ombro ao realizar o Joelho Total Mako em comparação com a ATJ convencional, pois não havia colocação de gabaritos e a colocação da matriz e registro ósseo exigiam menos ombro elevação em comparação com os movimentos realizados durante o ATJ convencional.³⁸

Para ajudar a reduzir o risco de lesões aos cirurgiões, é importante avaliar a ergonomia dos procedimentos cirúrgicos e auxiliar os cirurgiões a realizar seus casos de forma mais eficiente. Nos estudos acima, a avaliação do gasto energético, da postura e da demanda mental do cirurgião determinou que o Joelho Total Mako demonstrou uma ergonomia melhorada em comparação com a ATJ convencional. O movimento do ombro também foi melhorado para um assistente cirúrgico ortopédico. Utilizar o Joelho Total Mako pode ajudar a melhorar a postura e ergonomia de cirurgiões ortopédicos e equipe cirúrgica ortopédica.

4 Quais são os resultados clínicos do Joelho Total Mako?

O Sistema de Joelho Total Mako foi lançado em junho de 2016. À medida que os pacientes iniciais do Joelho Total Mako começam a atingir pontos de tempo pós-operatórios, publicações se tornam disponíveis sobre os primeiros resultados clínicos. Marchand et al. (2017, 2019) publicaram um estudo de um único cirurgião que foi realizado em pacientes consecutivos de RAATJ cimentados comparados com pacientes consecutivos de MATJ cimentados.^{31,46} Uma pesquisa do Índice de Osteoartrite das Universidades Western Ontario e McMaster (WOMAC) incluindo dor, rigidez e subcategorias de função física foi administrado aos pacientes na visita pós-operatória de seis meses e na visita pós-operatória de um ano.^{31,46} As coortes RAATJ demonstraram uma melhora significativa na média de satisfação total e pontuações de função física em comparação com as coortes manuais em seis meses e um ano.^{31,46} Além disso, em seis meses, a coorte RAATJ reduziu consideravelmente a pontuação total de dor quando comparada à coorte MATJ.³¹ Esses resultados indicam o potencial dessa ferramenta cirúrgica para melhorar a dor em curto prazo, a função física e as pontuações de satisfação total.^{31,46} Embora tenha envolvido uma coorte limitada, este estudo mostrou resultados promissores por até um ano para pacientes com RAATJ quando comparados com o grupo de controle de MATJ.^{31,46}

Os casos de Joelho Total Mako de Marchand et al. (2019) continuaram a ser acompanhados conforme os pacientes atingiram dois anos de pós-operatório. Marchand et al. seguiram retrospectivamente 196 pacientes em um estudo longitudinal.⁴⁷ Em dois anos de pós-operatório, as pontuações WOMAC, Forgotten Joint Score (FJS) e Percepção de Articulação do Paciente (PJP - Patient Joint Perception) foram coletadas. As pontuações médias de dor, função física e satisfação total relatadas por pacientes melhoraram estatisticamente e consideravelmente à medida que os pacientes progrediam do pré-operatório para o acompanhamento de dois anos ($p < 0,05$, Figura 6). Os pacientes relataram uma mediana de FJS de $65,8 \pm 31,1$ em dois anos de acompanhamento com 36% dos pacientes com $FJS > 80$. A mediana de FJS foi comparável ao valor normativo, $66,8 \pm 34,0$, relatado para uma população geral dos EUA com uma faixa etária semelhante.⁶⁹ Com base na pontuação PJP, 83% dos pacientes relataram que seus joelhos pareciam uma "articulação natural" ou articulação artificial com mínima ou nenhuma restrição.

FJS em 2 anos de acompanhamento para pacientes RAATJ

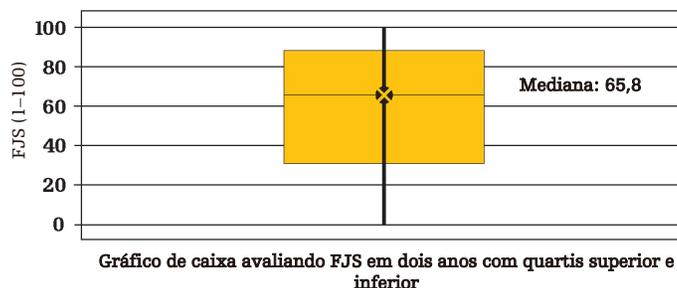


Figura 6. Marchand et al. acompanharam seus pacientes RAATJ por dois anos e relataram uma pontuação mediana FJS de $65,8 \pm 31,1$.³¹

À medida que mais pacientes com ATJ assistida por braço robótico atingem o acompanhamento de um ano, os estudos estão começando a relatar esses resultados marcantes. Uma revisão retrospectiva foi realizada por Illgen et al. (2019), onde um único cirurgião de alto volume realizou 148 casos RAATJ e 159 casos MATJ com dados demográficos correspondentes.⁴⁸ A coorte RAATJ experimentou um tempo de garrote consideravelmente mais longo quando a fase da curva de aprendizado foi incluída (96,8 minutos vs. 91,6 minutos, $p = 0,001$), porém essa diferença não foi observada quando os últimos 20 casos de RAATJ foram comparados aos casos de MATJ (93,8 minutos vs. 91,6 minutos, $p = 0,506$). No pós-operatório, a coorte RAATJ recebeu alta hospitalar para cuidados domiciliares com maior frequência (95,95% vs. 83,65%, $p < 0,001$) em comparação com a reabilitação aguda, teve um número reduzido de consultas de fisioterapia (11,0 vs. 13,3, $p = 0,004$) e um menor número de re-internações em 30 dias (1 vs. 5, $p = 0,014$). Essa tendência em melhores resultados seguiu até um ano, em que o grupo RAATJ melhorou KOOS – Knee Injury and Osteoarthritis Outcomes Score. ($p = 0,034$) e FJS ($p = 0,021$, Tabela 3). Esses resultados favoráveis para o grupo RAATJ indicam que os resultados dos pacientes continuaram a melhorar até um ano de pós-operatório quando comparados à técnica convencional de MATJ.

Smith et al. (2019) compararam 120 pacientes consecutivos submetidos a RAATJ a uma coorte prospectiva de 103 pacientes consecutivos submetidos a ATJ com instrumentação manual baseada em gabarito durante o mesmo período.⁴⁹ Não houve diferenças em idade, sexo, pontuações basais Knee Society-Knee Scores (KS-KS) and Knee Society-Function Scores (KS-FS), follow-up e ASA scores entre os dois grupos. As ATJ foram realizadas usando a mesma técnica, desenho do implante, anestesia e protocolos de tratamento pós-operatório. O sistema de pontuação de Likert demonstrou que 94% dos pacientes no grupo RAATJ estavam muito satisfeitos ou satisfeitos no acompanhamento de um ano contra 82% no grupo MATJ ($p = 0,005$). RAATJ teve uma melhor pontuação média de satisfação geral em um ano de 7,1 versus 6,6 no grupo MATJ ($p = 0,03$). As pontuações KS-FS na coorte RAATJ foram consideravelmente melhores em seis semanas do que no grupo MAATJ e um ano de pós-operatório ($p = 0,02$, $0,005$), e as pontuações KS-KS na coorte RAATJ foram consideravelmente melhores em um ano pós-operatório ($p = 0,046$). Os autores sugeriram que RAATJ pode fornecer várias vantagens na ATJ, incluindo informações em tempo real para ajudar a obter gaps equilibrados, bem como o potencial para cortes ósseos precisos, redução da lesão de partes moles e obtenção do alinhamento alvo, o que pode levar a uma melhor satisfação do paciente.

Em um estudo conduzido por Malkani et al. (2019), cinco cirurgiões de alto volume em treinamento de fellowship em diferentes instituições realizaram um total de 188 cirurgias de artroplastia total do joelho usando o Sistema de Joelho Assistido por Braço Robótico Mako e tiveram um acompanhamento clínico mínimo de dois anos.⁵⁰ Todos os pacientes relataram excelentes resultados pós-operatórios para FJS, SF-12 e KSS. A Pontuação de Componente Mental SF-12 média (MCS – Mental Component Score) e a Pontuação de Componente Físico (PCS – Physical Component Score) pós-operatória média foram ambas 57 pontos, com 50 como o limite para pontuação baseada em normas (intervalo MCS: 42 a 69 pontos; Gama PCS: 41 a 68 pontos).

A FJS média foi de 75 pontos (intervalo: 14 a 100 pontos). A pontuação funcional média da KSS foi de 84 pontos (variação: 20 a 100), enquanto a pontuação média do joelho KSS foi de 92 pontos (variação: 40 a 100). Da mesma forma, os autores descobriram que as taxas de revisão asséptica eram baixas (n = 2, 1,06%, uma para dor inexplicada e outra para uma fratura tibial pós-traumática) com poucas outras complicações pós-operatórias (n = 7 pacientes [3,7%]) nesta coorte. Esta análise descobriu que os pacientes tiveram resultados excelentes em vários PROMs e métricas clínicas no acompanhamento de médio prazo após um Joelho Total Mako.

Em um acompanhamento do estudo de Malkani et al. (2019), os mesmos 188 pacientes RAKTA foram pareados em um número igual consecutivo de pacientes controle que foram submetidos a ATJ manual por cada um dos cirurgiões específicos para comparação. Todos os pacientes seguiram uma reabilitação pós-operatória semelhante começando no primeiro dia de pós-operatório. As taxas de manipulação sob anestesia (MUAs - manipulation under anesthesia) foram avaliadas dentro e entre as coortes. Além disso, a diferença percentual das taxas foi calculada para comparar coortes. Todos os pacientes foram avaliados com no mínimo dois anos de acompanhamento do procedimento: Verificou-se que o total de MUAs para a coorte RAATJ foi de 1,06% (2/188 pacientes), enquanto foi de 4,79% na coorte de controle (9/188, p = 0,032, Figura 7). Dado que as MUAs podem ser um marcador de rigidez do joelho após a artroplastia total do joelho, a menor taxa observada na coorte RAATJ indica que os pacientes da coorte RAATJ tinham menos rigidez do joelho e, portanto, maior amplitude de movimento pós-operatória inicial do que a coorte de controle. Com base nesses dados, as tecnologias assistivas podem ter um papel vantajoso, contribuindo para melhorar os resultados dos pacientes.

Taxas de MUA após ATJ assistida por robô versus ATJ manual

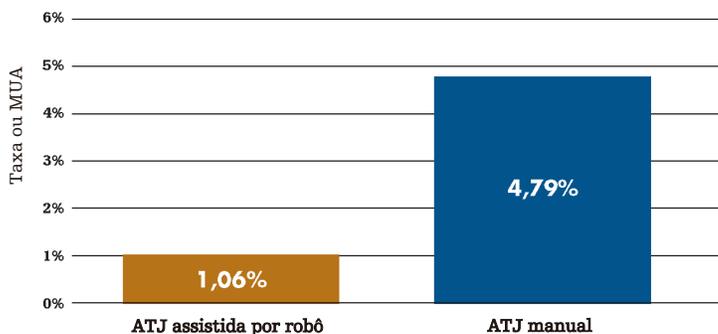


Figura 7. Malkani et al. encontraram um aumento de 4,5 vezes nas taxas de MUA para sua coorte de ATJ manual em comparação com a coorte de ATJ assistida por robô (4,79% vs 1,06%, p = 0,032) .51

Gustke et al. (2020) compararam uma série inicial e consecutiva de casos de RAATJ a um grupo de artroplastias totais de joelho assistidas por braço não robótico (NRA-ATJ).⁵² Em dois anos, um total de 70 pacientes com RAATJ (taxa de acompanhamento de 87,5%) e 70 pacientes com NRA-ATJ (taxa de acompanhamento de 76,9%) relataram KS-KS, KS-FS e FJS. Os resultados indicaram que ambas as coortes começaram a atingir a KS-KS máximo em dois anos de acompanhamento. O grupo RAATJ teve uma mediana de KS-FS 10 pontos mais alta em dois anos de acompanhamento quando comparado ao grupo NRA-ATJ (100,0 vs 90,0, respectivamente). Embora esta não seja uma diferença estatisticamente significativa (p = 0,097), ela representa uma diferença mínima clinicamente importante.⁵³ A mediana de FJS em dois anos foi de 61,5 para o grupo NRA-ATJ e 75,0 para o grupo RAATJ (Figura 8). Embora não seja estatisticamente significativo (p = 0,2046), a diferença de 13,5 pontos em FJS na coorte de ATJ robótica também representa uma diferença mínima clinicamente importante.⁵⁴

Histograma de no mínimo dois anos, FJS

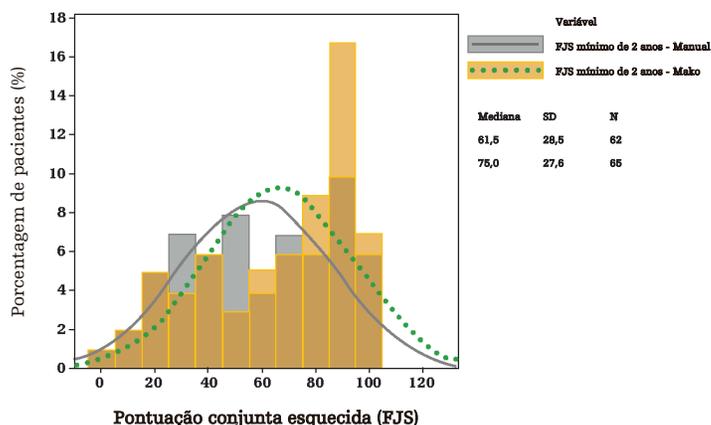
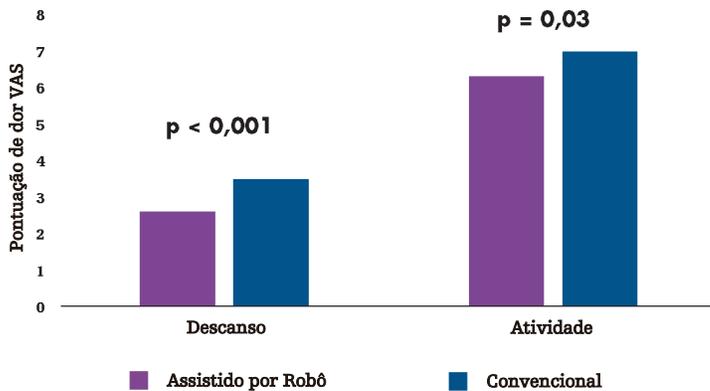


Figura 8. Histograma das pontuações conjuntas esquecidas (EJS) fornecido para os grupos NRA-ATJ e RA-ATJ com acompanhamento mínimo de dois anos.⁵⁴

A crise de opioides nos Estados Unidos aumentou a conscientização sobre a necessidade de um controle eficaz da dor, incluindo a prescrição de opioides apenas quando indicado, na menor dose eficaz e pelo menor tempo necessário. Em uma revisão focada de publicações recentes onde os dados foram coletados sobre dor e uso de opioides, três estudos prospectivos individuais compararam a dor pós-operatória precoce e o consumo total de morfina em pacientes internados para ATJ assistida por robô em comparação com ATJ convencional ou navegada por computador.⁵⁵ Esses três ensaios representaram uma análise global com estudos realizados nos Estados Unidos,⁵⁶ Reino Unido³³ e Austrália.⁵⁷ Além do foco no controle da dor, essas publicações relataram resultados iniciais dos pacientes, incluindo ROM do joelho antes da alta, tempo de internação hospitalar e status na alta. Esses três estudos, descritos com mais detalhes abaixo, atribuíram a melhora observada na dor pós-operatória precoce e no consumo equivalente de morfina associado a ATJ assistida por robô por aumentar a precisão da colocação do componente e reduzir a lesão iatrogênica do tecido mole.

No estudo com base nos EUA, Bhimani et al. (2020) compararam 140 pacientes consecutivos submetidos a RAATJ e 127 pacientes consecutivos submetidos a ATJ convencional com acompanhamento mínimo de seis semanas. Verificou-se que os pacientes submetidos a RAATJ apresentaram menores pontuações de dor na escala visual analógica (VAS - visual analog scale) em repouso e durante a atividade em duas semanas e seis semanas (Figura 9) após a cirurgia. Em seis semanas, o grupo RAATJ também necessitou de 3,2 mg a menos de equivalentes de morfina por dia e teve uma porcentagem consideravelmente maior de pacientes que estavam sem uso de opioides em comparação com o grupo de ATJ convencional (70,7% vs. 57,0%, respectivamente). Os pacientes do grupo RAATJ tiveram LOS menor (1,9 dias vs. 2,3 dias) e tiveram maior porcentagem de pacientes com alta no primeiro dia de pós-operatório (41,3% vs. 20,5%) quando comparados ao grupo convencional.

Pontuação de dor VAS de duas semanas



Pontuação de dor VAS de seis semanas

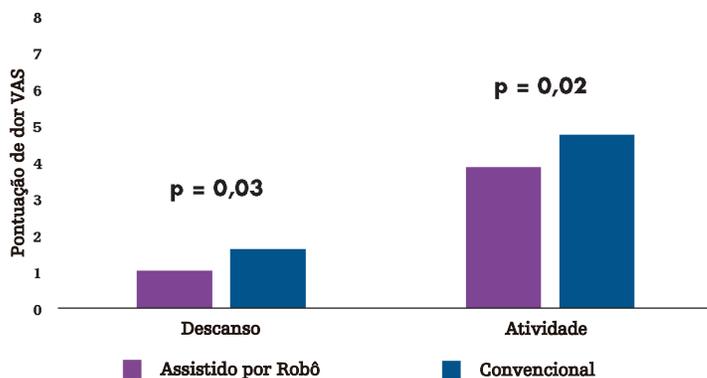


Figura 9. A ATJ assistida por robô demonstra diminuição das pontuações de dor VAS em duas e seis semanas de pós-operatório em comparação com a ATJ convencional.⁵⁸

Um ensaio Australiano realizado por Clark et al. (2019)⁵⁷ foi estabelecido para enfrentar os desafios associados à insatisfação do paciente, incluindo desalinhamento de componentes,⁵⁹ derrame articular,⁶⁰ equilíbrio articular deficiente,⁶¹ ou incapacidade de restaurar a linha articular nativa.⁶² Para fazer isso, o local realizou um ensaio clínico para entender se a escolha de sistema cirúrgico assistido por braço robótico navegado por computador versus braço robótico correlacionado a diferenças nas métricas relacionadas pelo paciente e resultados clínicos.⁵⁷ Um estudo prospectivo e controle paralelo foi realizado em 75 pacientes com RAATJ e 75 pacientes com ATJ navegados por computador (CNATJ) em que os pacientes foram acompanhados para coletar métricas hospitalares e resultados relatados pelos pacientes até 90 dias de pós-operatório. O grupo RAATJ teve uma redução significativa no LOS (3,1 vs. 4,1, p <0,001), melhora da ROM em um dia pós-operatório (p <0,001), bem como consideravelmente menos dor no dia e no dia após a cirurgia (p = 0,03 e 0,006, respectivamente). O grupo RAATJ exigiu consumo equivalente de morfina total em pacientes internados consideravelmente menor (p = 0,001) em comparação com o grupo CNATJ.

Um estudo realizado no Reino Unido foi um estudo prospectivo, consecutivo, de série com um único cirurgião, onde Kayani et al. (2018) demonstraram resultados pós-operatórios iniciais estatisticamente significativos para 40 pacientes que receberam cirurgia de Joelho Total Mako em comparação com 40 pacientes que receberam ATJ convencional baseada em gabarito.³³ O grupo de Joelho Total Mako teve menos dor pós-operatória (p <0,001), menos necessidade de analgésicos (p <0,001), menos perda de sangue pós-operatória (p <0,001), menos tempo para obter elevação da perna estendida (p <0,001), menos tempo para a alta hospitalar (Joelho Total Mako resultou em redução de 26% no tempo de permanência) e melhora na flexão máxima na alta.³³ Em resumo, este estudo foi associado à redução da dor, melhora da recuperação funcional precoce e redução do tempo até a alta hospitalar em comparação com ATJ convencional baseada em gabarito.³³

4.1 Uso com casos complexos

A tecnologia de Joelho Total Mako permite que um cirurgião planeje no pré-operatório o caso com base em uma TC do paciente, bem como ajustar intraoperativamente esse plano com base na frouxidão de partes mole, tudo antes de fazer um único corte ósseo. Essas características podem ser benéficas quando um paciente apresenta graves deformidades em varo/valgo ou contraturas em flexão. Além dos resultados iniciais dos pacientes, Marchand et al. (2017) também publicaram uma série de casos demonstrando como o Sistema Mako pode ajudar os cirurgiões a corrigirem deformidades graves.⁶³ Três estudos de caso foram apresentados nos quais o uso do sistema assistido por braço robótico permitiu ao cirurgião obter a restauração de alinhamento desejada para pacientes com graves deformidades (Figura 10).

Radiografia pré-operatória



Radiografia pós-operatória

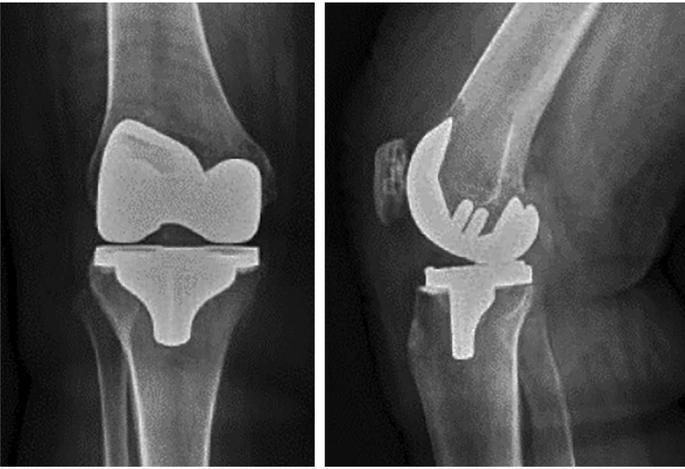


Figura 10. No pré-operatório, havia deformidade em valgo de 9° em extensão. Balanceamento e realinhamento intraoperatório foram realizados e o alinhamento coronal final foi de valgo de 1°. Para este caso, nenhuma liberação de tecido mole foi necessária.⁶³

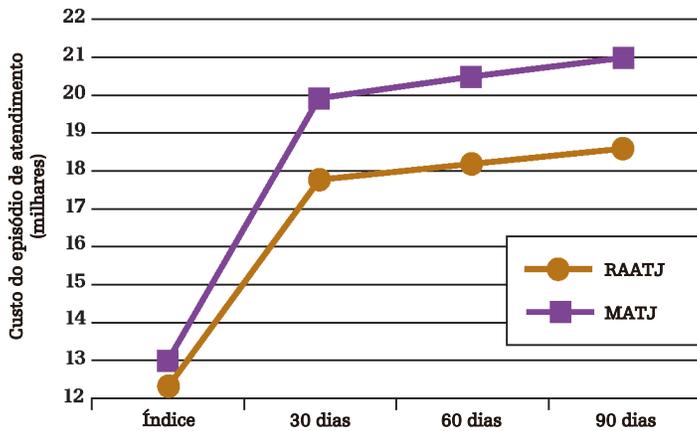
5 Como o Joelho Total Mako afetou os custos dos episódios de atendimento?

O Joelho Total Mako fornece aos cirurgiões um planejamento pré-operatório e dados intraoperatórios em tempo real, permitindo uma avaliação contínua da tensão ligamentar e da amplitude de movimento. Usando essa tecnologia, a proteção do tecido mole,^{14,15} reduziu a dor pós-operatória precoce,³³ melhorou a satisfação do paciente,⁴⁷ reduziu complicações como MUA,⁵¹ e LOS reduzido^{33,56,57} foram demonstradas. Esses avanços têm o potencial de melhorar os resultados cirúrgicos e também podem reduzir os custos com episódios de atendimento (EOC - episode-of-care) para pacientes, pagadores e hospitais. Com a continuidade da utilização do Mako SmartRobotics™, também é importante entender se o Joelho Total Mako está associado a custos reduzidos de EOC. Este documento contém referências à economia de custos com base em dados dos EUA e é apenas um exemplo. A economia de custos pode variar entre as regiões devido aos diferentes sistemas de saúde, planos de tratamento e custos associados.

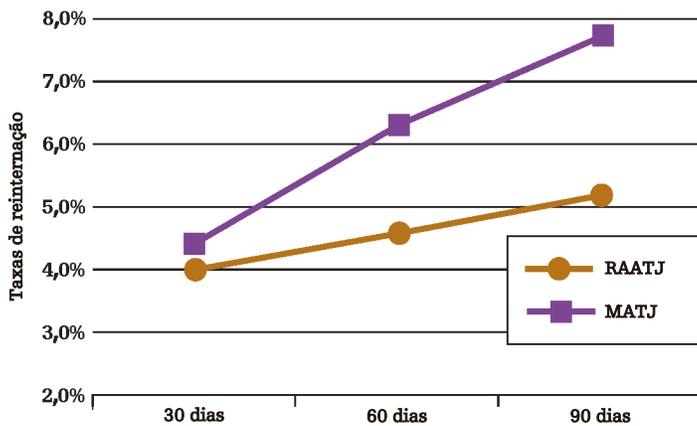
Uma revisão retrospectiva de um banco de dados comerciais de pagadores baseados nos Estados Unidos para cirurgias de ATJ foi realizada por Cool et al. (2018) entre janeiro de 2016 e março de 2017.⁶⁴ Após a correspondência de pontuação de propensão (PSM - propensity score matching), 519 casos de ATJ assistida por braço robótico e 2595 casos de ATJ manual foram avaliados para comparar o custo EOC, custo associado, tempo de permanência, intenção de alta e taxas de reinternação. Os resultados encontraram custos gerais de EOC de 90 dias de US\$ 2.391 a menos para pacientes RAATJ ($p < 0,0001$).⁶⁴ Índices de custo da instalação e LOS foram menores para pacientes RAATJ em US\$ 640 ($p = 0,0001$) e 0,7 dias ($p < 0,0001$), respectivamente.⁶⁴ Além disso, os pacientes assistidos por braço robótico receberam alta para autocuidado com mais frequência (56,65% vs. 46,67%, $p < 0,0001$) e para instalações de enfermagem qualificadas (SNFs - skilled nursing facilities) com menos frequência (12,52% vs. 21,70%, $p < 0,0001$), e teve uma redução da taxa de reinternação de 90 dias de 33% ($p = 0,04$).⁶⁵ Esta evidência demonstrou uma economia de custos EOC de 90 dias para o Sistema Medicare ao comparar RAATJ com MATJ, impulsionada por custos reduzidos de instalação, tempo de permanência e reinternações, e um destino de alta economicamente benéfico.⁶⁴

Uma análise de utilização do sistema de saúde foi realizada por Mont et al. (2019) entre as técnicas RAATJ e MATJ.⁶⁶ Eles compararam especificamente (1) custos associados e (2) intenção de alta, bem como (a) episódio de cuidado, (b) utilização de cuidados de saúde pós-operatórios e (c) reinternações em (3) 30 dias, (4) 60 dias, (5) e 90 dias. O mesmo grupo da revisão realizada por Cool et al. (2018) foi usado neste estudo para avaliar as tendências nos episódios totais de pagamentos, utilização de cuidados de saúde e reinternações em períodos de tempo de 30, 60 e 90 dias (Figura 11). Em 30 dias, 47% menos pacientes RAATJ utilizaram serviços SNF (13,5% vs. 25,4%, $p < 0,0001$, Figura 11) e tiveram custos SNF mais baixos em 30, 60 e 90 dias. Os pacientes RAATJ também utilizaram menos visitas domiciliares de saúde com menores custos em cada momento ($p < 0,05$). Além disso, 31,3% menos pacientes com RAATJ utilizaram serviços de emergência em 30 dias de pós-operatório e tiveram menos re-internações de 90 dias (5,2% vs. 7,75%, $p = 0,0423$, Figura 11). Concluiu-se que a RAATJ estava associada a menores custos pós-operatórios em 30, 60 e 90 dias e utilização do sistema de saúde. Esses resultados fornecem perspectivas econômicas iniciais promissoras sobre rATJ e são de importância crescente devido à ênfase em conter e reduzir os custos de saúde.

a: Custos totais de EOC em 30, 60 e 90 dias, RAATJ vs. MATJ



b: Taxas de reinternação em 30, 60 e 90 dias, RAATJ vs. MATJ



c: Destino de descarga

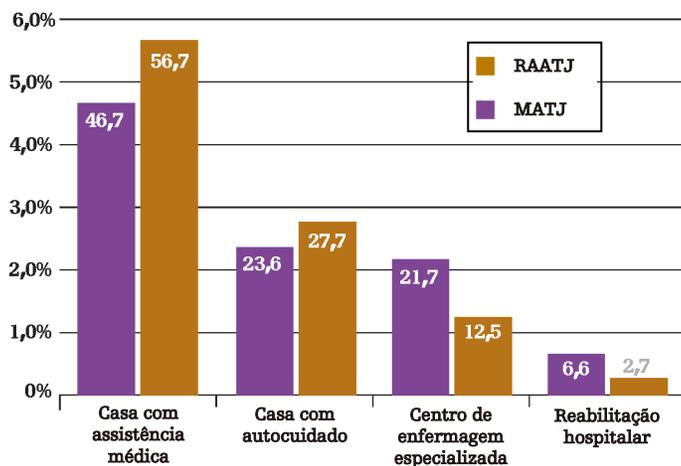


Figura 11. Os arquivos analíticos 100% padrão do Medicare foram consultados para casos RAATJ e MATJ. Com base em coortes de propensão correspondente, RAATJ teve (a) redução do custo do episódio de tratamento em 30, 60 e 90 dias pós-operatórios, bem como (b) redução da taxa de internação nesses momentos. Também foi notado que (c) os casos de RAATJ eram mais propensos a serem enviados para casa no pós-operatório com um auxiliar de saúde ou autocuidado em oposição a uma clínica de enfermagem especializada ou reabilitação de paciente interno.⁶⁶

Embora as artroplastias articulares totais representem mais despesas para o Medicare do que qualquer outro procedimento hospitalar,⁶⁷ estudos relataram o aumento de procedimentos de ATJ em pacientes com menos de 65 anos. Pierce e colegas⁶⁸ avaliaram os custos de episódios de tratamento de 90 dias associados à ATJ em uma população segurada pelo programa Medicare. Os procedimentos de ATJ foram identificados usando o banco de dados Optum Insights Inc. Os procedimentos foram estratificados em um dos dois grupos, coortes RAATJ ou MATJ. Após 1:5 PSM, 357 RAATJs e 1785 MATJs foram incluídos na análise. A utilização e os custos associados foram analisados por 90 dias após o procedimento. Dentro de 90 dias após a permanência, os pacientes submetidos a ATJ assistida por braço robótico eram menos propensos a utilizar serviços de internação (2,24 vs. 4,37%; $p = 0,0444$) ou visitas de enfermagem especializada (1,68 vs. 6,05%; $p < 0,0001$), em comparação com pacientes MATJ. Os pacientes que utilizaram cuidados de saúde domiciliar no grupo RAATJ utilizaram consideravelmente menos dias de cuidados com saúde domiciliar do que pacientes com MATJ (5,33 vs. 6,36 dias; $p = 0,0037$). O custo geral foi US\$ 1.332 a menos por caso no grupo RAATJ do que no grupo MATJ (US\$ 8.189 vs. US\$ 6.857; $p = 0,0018$). O custo também foi consideravelmente menor para os pacientes que utilizaram reabilitação ambulatorial (US\$ 2.272 vs. US\$ 2.494; $p = 0,0194$) e farmácia (US\$ 588 vs. US\$ 843; $p = 0,0057$). O custo de EOC de 90 dias foi de US\$ 4.049 a menos por caso no grupo RAATJ (US\$ 28.204 contra US\$ 32.253; $p < 0,0001$). Além disso, o tempo total de internação foi consideravelmente menor para aqueles no grupo RAATJ (1,80 vs. 2,72 dias; $p < 0,0001$).

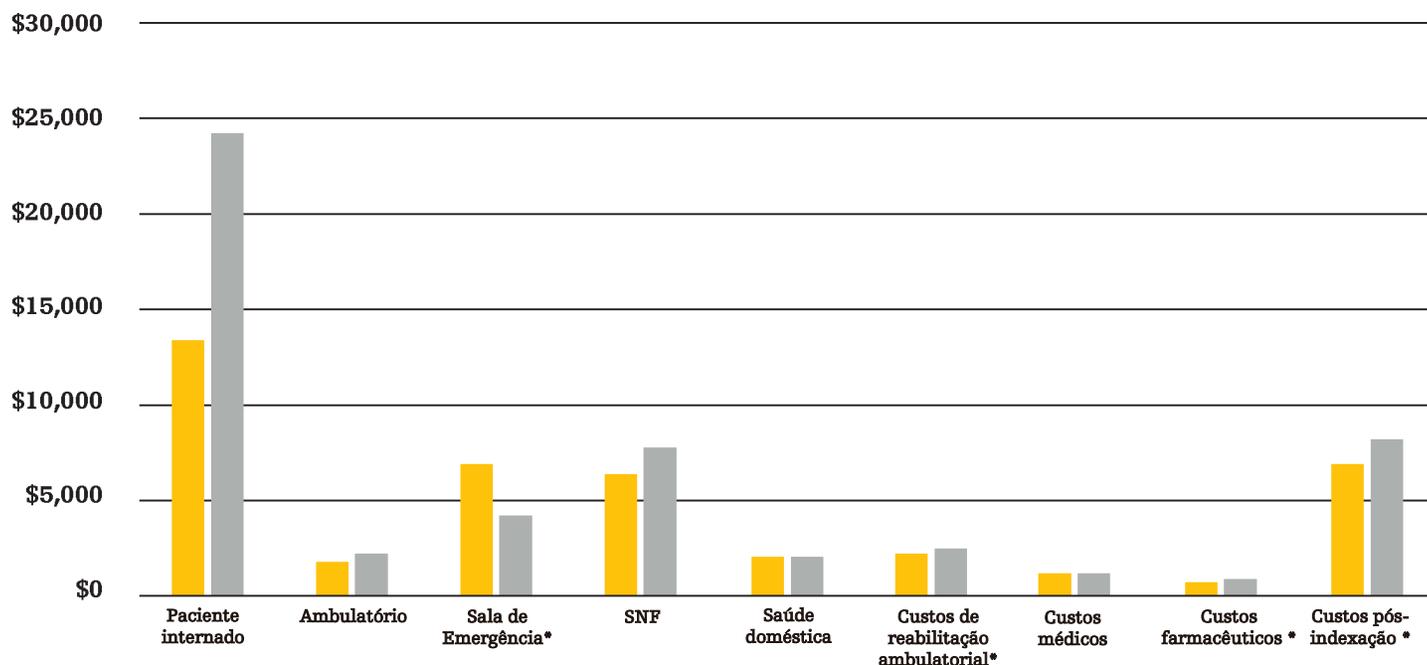


Figura 12. Valores médios de pagamento de 90 dias pós-índice para pacientes submetidos a RAATJ vs. MATJ ⁶⁸

* Indica valores de p estatisticamente significativos

6. Conclusão

Em conclusão, a aplicação Joelho Total Mako foi demonstrada em um estudo com múltiplas cirurgias em um único centro para ajudar os cirurgiões a posicionar os implantes com precisão de acordo com o planejamento. ¹¹ Em estudos separados cadavéricos e clínicos, o dano às partes moles mostrou ser reduzido com a utilização de Mako quando comparado à cirurgia manual de ATJ. ^{14,15} A transição para uma nova tecnologia é potencialmente exigente para qualquer sala de cirurgia. No entanto, dois cirurgiões com diferentes níveis de experiência em ATJ conseguiram que os tempos de procedimento de Mako atingissem um curso estável em 10 a 15 casos. ³⁵ Em um modelo de estudo em cadáveres, a ergonomia do cirurgião e do assistente cirúrgico foi aprimorada pelo uso de tecnologia assistida por braço robótico. ^{37,38}

Em um estudo prospectivo e consecutivo de série com um único cirurgião, a dor pós-operatória precoce e a perda de sangue foram reduzidas com Joelho Total Mako em comparação com a cirurgia manual. ³³ Embora o acompanhamento de longo prazo esteja em andamento, vários estudos mostraram resultados iniciais positivos, conforme medido usando PROMs. ^{11, 31-33} Além disso, estudos mostraram que os resultados clínicos aprimorados observados até o momento com Mako SmartRobotics™ têm o potencial de agregar valor aos pacientes, provedores e pagadores. ^{31-33,50-51,64,66,68}

Referências

- 1 Hamilton, D.F., Burnett, R., Howie, C.R., Patton, J.T., Moran, M., Simpson, A.H., Gaston, P. Implant design influences patient outcome after total knee arthroplasty: a prospective double-blind randomised controlled trial. *Bone Joint J* 2015;97-B:64-70.
- 2 Mistry, J.B., Elmallah, R.K., Chughtai, M., Oktem, M., Harwin, S.F., Mont, M.A. Long-Term Survivorship and Clinical Outcomes of a Single Radius Total Knee Arthroplasty. *Surgical Technology International XXVIII*.
- 3 Scott, C.E.H., Clement, N.D., MacDonald, D.J., Hamilton, D.F., Gaston, P., Howie, C.R., Burnett, R. Five-year survivorship and patient-reported outcome of the Triathlon single-radius total knee arthroplasty *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2015;23(6):1676-8.
- 4 Wylde, V., Blom, A.W., Whitehouse, S.L., Taylor, A.H., Pattison, G.T., Bannister, G.C. Patient-Reported Outcomes After Total Hip and Knee Arthroplasty: Comparison of Midterm Results. *JOA* 2009;24(2):210-16
- 5 Bourne, R.B., Chesworth, B.M., Davis, A.M., Mahomed, N.N., Charron, K.D.J. Patient Satisfaction after Total Knee Arthroplasty: Who is Satisfied and Who is Not? *CORR* 2010;468: 57-63.
- 6 Noble P.C., Condit, M.A., Cook, K.F., Mathis, K.B. Patient Expectations Affect Satisfaction with Total Knee Arthroplasty. *CORR* 2006;453: 35-43.
- 7 McNabb, D.C., Kim, R.H., Springer, B.D. Instability after total knee arthroplasty. *J Knee Surg* 2015; 28:97-104. doi:10.1055/s-0034-1396080.
- 8 Kim, Y-H., Park, J-W., Kim, J-S., Park, S-D. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. *Int Orthop* 2014; 38:379-85. doi:10.1007/s00264-013-2097-9.
- 9 Mason, J.B., Fehring, T.K., Estok, R., Banel, D., Fahrback, K. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty* 2007;22(8):1097-106. doi: 10.1016/j.arth.2007.08.001.
- 10 Khlopas, A., Sodhi, N., Sultan, A.A., Chughtai, M., Molloy, R.M., Mont, M.A. Robotic arm-assisted Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* 2018; doi: 10.1016/j.arth.2018.01.060.
- 11 Carroll, K., Nickel, B., Pearle, A., Kleebblad, L.J., Mayman, D.J., Jerabek, S.A., Small Radiographic and Functional Outcomes of Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty at One Year ISTA 31st Annual Congress to be held 10-13 October 2018.
- 12 Bhimani, S., Bhimani, R., Feher, A., Malkani, A. Accuracy of preoperative implant sizing using 3D preplanning software for robotic-assisted total knee arthroplasty. *AAHKS 2017 Annual Meeting*. 2-5 Nov 2017. Dallas, TX.
- 13 Marchand, R.C., Sodhi, N., Bhowmik-Stoker, M., Scholl, L., Condrey, C., Khlopas, A., Sultan, A.A., Newman, J.M., Mont, M.A. Does the Robotic Arm and Preoperative CT Planning Help with 3D Intraoperative Total Knee Arthroplasty Planning? *J Knee Surg*. 2018
- 14 Kayani, B., Konan, S., Pietrzek, J., Haddad, F. S. Iatrogenic Bone and Soft Tissue Trauma in Robotic arm-assisted Total Knee Arthroplasty Compared with Conventional Jig-Based Total Knee Arthroplasty: A Prospective Cohort Study and Validation of a New Classification System. *The Journal of Arthroplasty* 2018.
- 15 Hampp, E.L., Scholl, L.Y., Faizan, A., Westrich, G., Mont, M.A. Greater iatrogenic soft tissue damage in conventional approach when compared with the robotic arm-assisted approach for total knee arthroplasty. *EFORT 2018 Annual Meeting*, Barcelona, Spain. Poster No. 1582. May 30 - June 1, 2018.
- 16 Hampp, E.L., Scholl, L.Y., Westrich, G., Mont, M.A. Can the use of robotic technology reduce surgical variability and mental exertion when performing total knee arthroplasty? *ISTA 31st Annual Congress*. 10-13 October, 2018.
- 17 Gonzalez, M.H., Mekhali, A.O. The failed total knee arthroplasty: evaluation and etiology. *J Am Acad Orthop Surg*. 2004;12(6):436-46.
- 18 Hernandez-Vaquero D., Abat, F., Sarasquete, J., Monllao, J.C. Reliability of preoperative measurement with standardized templating in total knee arthroplasty. *World J Orthop*, 2013;4(4):287-90.
- 19 National Joint Registry (NJR) for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man. 13th Annual Report. Available at: <http://www.njrreports.org.uk/Portals/0/PDFdownloads/NJR%2013th%20Annual%20Report%202016.pdf> 2016. Accessed Dec. 10, 2017.
- 20 Mason J.B., Fehring, T.K., Estok, R., Banel, D., Fahrback, K. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty*. 2007;22(8):1097-106.
- 21 Hampp, E.L., Chughtai, M., Scholl, L.Y., Sodhi, N., Bhowmik-Stoker, M., Jacofsky, D.J., Mont, M.A. Robotic arm-assisted total knee arthroplasty demonstrated greater accuracy and precision to plan compared to manual technique. *J Knee Surg*. 2018
- 22 Ritter, M.A., Faris, P.M., Keating, E.M., Meding, J.B. Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res*. 1994; 299:153-6.
- 23 Wasielewski, R.C., Galante, J.O., Leighty, R.M., Natarajan, R.N., Rosenberg, A.G. Wear patterns on retrieved polyethylene tibial inserts and their relationship to technical considerations during total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1994; 299:31-43.
- 24 Mont M, Kinsey T, Zhang J, et al. Robotic Assisted Total Knee Arthroplasty Demonstrates Greater Component Placement Accuracy Compared to Manual Instrumentation: Initial Results of a Prospective Multi-Center Evaluation. 2019 International Society for Technology in Arthroplasty annual meeting. Toronto, Canada. 2-5 October 2019.
- 25 Sire JD, Wilson CJ. CT Validation of Intraoperative Implant Position and Knee Alignment as Determined by the MAKO Total Knee Arthroplasty System. *J Knee Surg*. 2020 Mar 4.
- 26 Sire JD, Craik JD, Wilson CJ. Accuracy of Bone Resection in MAKO Total Knee Robotic-Assisted Surgery. *J Knee Surg*. 2019 Nov 6
- 27 Sultan AA, Samuel LT, Khlopas A, et al. Robotic arm-assisted total knee arthroplasty more accurately restored the posterior condylar offset ratio and the Insall-Salvati Index compared to the manual technique; a cohort-matched study. *Surgical technology international*. Vol. 34.
- 28 Sorger JI, Federle D, Kirk PG, et al. The posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1997 Dec;12(8):869-79.
- 29 Emodi GJ, Callaghan JJ, Pedersen DR, Brown TD. Posterior cruciate ligament function following total knee arthroplasty: the effect of joint line elevation. *Iowa Orthop J*. 1999; 19:82-92.
- 30 Kinsey T, Mont M, Hozack W, et al. Accurate intra-operative assessment of posterior cruciate kinematic function in robotic arm-assisted total knee arthroplasty. 2019 Computer Assisted Orthopaedic Surgery annual meeting. New York, NY. 19-22 June 2019.
- 31 Marchand, R.C., Sodhi, N., Khlopas, A., Sultan, A.A., Harwin, S.F., Malkani, A.L., Mont, M.M. Patient satisfaction outcomes after robotic arm-assisted total knee arthroplasty: a short-term evaluation. *J Knee Surg*. 2017;30(9): 849-853.
- 32 Clark, G. Australian Experience Mako Robotic TKA. *AOA Annual Meeting*, Oct 8-12, 2017, Adelaide.
- 33 Kayani, B., Konan, S., Tahmassebi, J., Pietrzak, J.R.T., Haddad, F.S. Roboticarm assisted total knee arthroplasty is associated with improved early functional recovery and reduced time to hospital discharge compared with conventional jig-based total knee arthroplasty: A prospective cohort study. *Bone and Joint Journal*: 2018;100-B:930-7.
- 34 Sodhi, N., Khlopas, A., Piuze, N.S., Sultan, A.A., Marchand, R.C., Malkani, A.L., Mont, M.A. The learning curve associated with robotic total knee arthroplasty. *J Knee Surg*. 2017
- 35 Fleischman, A.N., Lutz, R.W., Vahedi, H., Orozco, F., Hozack, W.J., Chen, A.F. Time-related learning curve of robotic arm-assisted total knee arthroplasty. *AAOS Poster No. 5373*. New Orleans, LA. 8 March 2018.
- 36 Blevins, K.M., Danoff, J.R., Goel, R., Foltz, C., Hozack, W.J., Chen, A.F. Energy expenditure during conventional and robotic arm-assisted total knee arthroplasty. *ISTA 31st Annual Congress to be held 10-13 October, 2018*.
- 37 Scholl, L.Y., Hampp, E.L., Alipit, V., Bhav, A., Bhowmik-Stoker, M., Mont, M. A., Chen, A. Does the use of Robotic Technology Improve a Surgeon's Cervical Ergonomics and their Overall Satisfaction? *ISTA 31st Annual Congress to be held 10-13 October, 2018*.
- 38 Scholl, L.Y., Hampp, E.L., Alipit, V., Bhav, A., Bhowmik-Stoker, M., Mont, M. A., Chen, A. Can Surgical Technology Reduce Surgical Staff Postural Demands during Total Knee Arthroplasty? *ISTA 31st Annual Congress to be held 10-13 October, 2018*.
- 39 Naziri Q, Cusson BC, Chaudhri M, Shah NV, Sastry A. Making the transition from traditional to robotic arm-assisted TKA: What to expect? A singlesurgeon comparative-analysis of the first 40 consecutive cases. *J Orthop*. 2019 Mar 22;16(4):364-368.

- 40 OR Manager monthly publication. New research looks at ergonomic stresses on operating room staff. 2005, Jul;21(7):6-8.
- 41 Abdollahzade, F., Mohammadi, F., Dianat, I., Asghari, E., Asghari-Jafarabadi, M., Sokhanvar, Z. Working posture and its predictors in hospital operating room nurses. *Health Promot Perspect.* 2016 ;6(1):17-22.
- 42 Sharkey, P.F., Danoff, J.R., Klein, G., Parvizi, J. Surgeon Energy Expenditure During Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007;22(2):210-2.
- 43 Alqahtani, S.M., Alzahrani, M.M., Tanzer, M. Adult reconstructive surgery: a high-risk profession for work-related injuries. *J Arthroplasty* 2016;31(6):1194-8.
- 44 Davis, W.T., Sathiyakumar, V., Jahangir, A.A., Obremskey, W.T., Sethi, M.K. Occupational injury among orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(15): e107.
- 45 Scholl LY, Hampp E, Alipit V, Chen A, Mont MA, Bhavne A. Does the use of robotic technology improve surgeon ergonomic safety during ATJ? Computer Assisted Orthopaedic Society annual meeting. New York, NY. June 20-22, 2019.
- 46 Marchand RC, Sodhi N, Anis HK, et al. One-year patient outcomes for robotic arm-assisted versus manual total knee arthroplasty. *J Knee Surg.* 2019 Apr 8. doi: 10.1055/s-0039-1683977. [Epub ahead of print].
- 47 Marchand R, Marchand K, Taylor KB, Condrey CJ, Scholl L, Bhowmik-Stoker M. Patient satisfaction after robotic assisted total knee arthroplasty. Annual International Society of Technology in Arthroplasty meeting. 2-5 Oct 2019. Toronto, CA.
- 48 Wang J, Mitchell J, Greiner J, Illgen R. Relative clinical outcomes comparing manual and robotic assisted total knee arthroplasty at minimum 1 year follow-up. Orthopaedic Research Society annual meeting, February 2-5, 2019. Austin, TX.
- 49 Smith AF, Eccles CJ, Bhimani SJ, Denehy KM, Bhimani RB, Smith LS, Malkani AL. Improved patient satisfaction following robotic-assisted total knee arthroplasty. *J Knee Surg.* 2019 Nov 15.
- 50 Malkani AL, Roche MW, Kolisek FR, Gustke KA, Hozack WJ, Sodhi N, Acuna A, Vakharia R, Salem HS, Jaggard C, Smith L, Mont MA. New technology for total knee arthroplasty provides excellent patient-reported outcomes: a minimum two-year analysis. *Surg Technol Int.* 2019 Nov 15;36.
- 51 Malkani AL, Roche MW, Kolisek FR, Gustke KA, Hozack WJ, Sodhi N, Acuna A, Vakharia R, Salem HS, Jaggard C, Smith L, Mont MA. Manipulation under anesthesia rates in technology-assisted versus conventional-instrumentation total knee arthroplasty. *Surg Technol Int.* 2019 Nov 20;36.
- 52 Gustke K, Scholl LS. Two-year results with robotic-assisted total knee replacement: comparison to a non-robotic-assisted group. Orthopaedic Research Society annual meeting, February 8-11 2020. Phoenix, AZ.
- 53 Lee WC, Kwan YH, Chong HC, Yeo SJ. The minimal clinically important difference for Knee Society Clinical Rating System after total knee arthroplasty for primary osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(11):3354-3359.
- 54 Ingelsrud LH, Roos EM, Terluin B, Gromov K, Husted H, Troelsen A. Minimal important change values for the Oxford Knee Score and the Forgotten Joint Score at 1 year after total knee replacement. *Acta Orthop.* 2018;89(5):541-547.
- 55 Barga K. Less pain and less opioid use reported post-operatively in patients undergoing haptic guided, robotic arm-assisted total knee arthroplasty (RAATJ). 2019 OR Manager annual conference. New Orleans, LA. 18-20 Sep 2019.
- 56 Bhimani S, Bhimani R, Eccles C et al. Postoperative Pain and Opioid Usage in Patients Undergoing Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty (ATJ) versus Conventional ATJ. EKS Orthopedic Conference. 2-3 May 2019. Valencia, Spain.
- 57 Bhowmik-Stoker M, Faizan A, Nevelos J, et al. Do total knee arthroplasty surgical instruments influence clinical outcomes? A prospective parallel study of 150 patients. Orthopaedic Research Society annual meeting, February 2-5, 2019. Austin, TX.
- 58 Bhimani SJ, Bhimani R, Smith A, Eccles C, Smith L, Malkani A. Robotic-assisted total knee arthroplasty demonstrates decreased postoperative pain and opioid usage compared to conventional total knee arthroplasty. *Bone Joint Open* 2020,1-2:8-12.
- 59 Hadi M, Barlow T, Ahmed I et al. Does malalignment affect revision rate in total knee replacements: a systematic review of the literature. *Springerplus.* 2015 Dec 30;4:835.
- 60 Bracy DN, Brown ML, Beard HR et al. Effects of patellofemoral overstuffing on knee flexion and patellar kinematics following total knee arthroplasty: a cadaveric study. *Int Orthop.* 2015 Sep;39(9):1715-22.
- 61 Golladay GJ, Bradbury TL, Gordon AC et al. Are patients more satisfied with a balanced total knee arthroplasty? *J Arthrop.* 34(2019) S195-S20.
- 62 Ee G, Pang HN, Chong HZ et al. Computer navigation improves accuracy of joint line restoration in total knee arthroplasty. *Orthop Proceedings, Vol.94-B, No. Supp XLIV.*
- 63 Marchand, R.C., Khlopas, A., Sodhi, N., Condrey, C., Piuze, N.S., Patel, R., Delanois, R.E., Mont, M.A. Difficult cases in robotic arm-assisted total knee arthroplasty: a case series. *J Knee Surg.* 2017 [Epub ahead of print].
- 64 Cool CL, Needham K, Mont MA, Jacofsky DJ. A 90 day episode of care cost analysis of robotic assisted total knee arthroplasty. The Knee Society Meeting. New York, NY. September 20-22, 2018.
- 65 Denehy K, Eccles C, Smith AF, Bhimani S, Bhimani R, Bhowmik-Stoker M, Malkani A. Patient satisfaction following total knee arthroplasty using technologic innovation to achieve balanced gaps: a prospective cohort study. 2019 European Knee Society annual meeting. Valencia, Spain. 2-3 May 2019.
- 66 Mont MA, Cool C, Gregory D, Coppolecchia A, Sodhi N, Jacofsky DJ. Health care utilization and payer cost analysis of robotic arm assisted total knee arthroplasty at 30, 60, and 90 days. *J Knee Surg.* 2019 Sep 2. [Epub ahead of print].
- 67 McLawhorn AS, Buller LT. Bundled Payments in Total Joint Replacement: Keeping Our Care Affordable and High in Quality. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017 Sep; 10(3): 370-377.
- 68 Pierce J, Needham K, Adams C, Coppolecchia A, Lavernia C. Robotic Assisted Total Knee Surgery: An Economic Analysis, Orthopedic Research Society Annual Meeting, Feb. 7-11, 2020, Phoenix AZ.
- 69 Gesinger JM, Henrik B, Hamilton DF et al. Normative values for the forgotten joint score-12 for the US general population. *J Arthroplasty.* 34(2019)650-655.
- 70 Massin P, Gournay A. Optimization of the posterior condylar offset, tibial slope, and condylar roll-back in total knee rthroplasty. *J Arthroplasty* 2006;21:889-96.
- 71 Malviya A, Lingard EA, Weir DJ, et al. Predicting range of movement after knee replacement: the importance of posterior condylar offset and tibial slope. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* 2009;17:491-8.

stryker

325 Corporate Drive
Mahwah, NJ 07430
t: 201 831 5000

stryker.com

Um cirurgião deve sempre confiar em seu próprio julgamento clínico profissional ao decidir se deve usar um produto específico no tratamento de um paciente específico. A Stryker não dispensa aconselhamento médico e recomenda que os cirurgiões sejam treinados no uso de qualquer produto específico antes de usá-lo em cirurgia.

As informações apresentadas têm como objetivo demonstrar a amplitude das ofertas de produtos da Stryker. O cirurgião deve sempre consultar o folheto informativo, o rótulo do produto e/ou as instruções de uso antes de usar qualquer um dos produtos Stryker. Os produtos descritos têm a marca CE de acordo com o Regulamento de Dispositivos Médicos 2017/745 ou a Diretiva de Dispositivos Médicos 93/42/EEC. Os produtos podem não estar disponíveis em todos os mercados porque a disponibilidade do produto está sujeita às práticas regulatórias e/ou médicas em mercados individuais. Entre em contato com seu representante de vendas se tiver dúvidas sobre a disponibilidade de produtos em sua área.

Stryker Corporation ou suas divisões ou outras entidades corporativas afiliadas possuem, usam ou solicitaram as seguintes marcas comerciais ou marcas de serviço: Mako, Stryker. Todas as outras marcas comerciais são marcas comerciais de seus respectivos proprietários ou detentores.

MAKATJ-BRO-7_Rev-2_25525

Copyright © 2020 Stryker.

JR-CL-Mako Clinical Sum ATJ-PT-Mar-21-Rev_1

Material de propriedade da Stryker. Não divulgar