

## **O uso da cirurgia robótica e da videotoracoscopia no tratamento do câncer de pulmão: uma revisão sistemática**

### **The use of robotic surgery and videothoracoscopy in the treatment of lung cancer: a systematic review**

DOI:10.34117/bjdv7n7-119

Recebimento dos originais: 07/06/2021

Aceitação para publicação: 02/07/2021

#### **Vinicius dos Santos Sá Rodrigues**

Graduado em Medicina pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC MG)

Residente do 1º ano de Cirurgia Geral do Hospital da Polícia Militar de Minas Gerais (HPM MG)

Endereço: Avenida do Contorno, 2787, Bairro Santa Efigênia - Belo Horizonte, Minas Gerais, CEP: 30100-080

E-mail: vssrodrigues@gmail.com

#### **Elisa Mileni de Sá Gomes**

Estudante de Medicina, pelo Centro Universitário de Belo Horizonte

Instituição: Centro Universitário de Belo Horizonte

Endereço: Avenida Professor Mário Werneck, 1685, Buritis - Belo Horizonte, Minas Gerais, CEP: 30575-180

E-mail: elisamileni@gmail.com

#### **Larissa Carneiro Barros Aguiar**

Estudante de Medicina, pela Faculdade Pernambucana de Saúde

Instituição: Faculdade Pernambucana de Saúde

Endereço: Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, 4861, Imbiribeira- Recife, Pernambuco, CEP: 51150-000

E-mail: larissacbaguiar@gmail.com

#### **Lucas Medeiros Ruas**

Estudante de Medicina, pela Faculdade Atenas Sete Lagoas

Instituição: Faculdade Atenas Sete Lagoas

Endereço: Avenida Prefeito Alberto Moura, 6000, Distrito Industrial - Sete Lagoas, Minas Gerais, CEP: 35701-383

E-mail: lucasmedeirosruas@hotmail.com

#### **Lucas Mendes Gomes**

Estudante de Medicina, pela Escola Superior de Ciências da Saúde - DF

Instituição: Escola Superior de Ciências da Saúde - DF

Endereço: SMHN Quadra 03, Conjunto A, Bloco 1 - Edifício FEPECS - Brasília, Distrito Federal, CEP: 70710-907

E-mail: lucas.gomesal@escs.edu.br

#### **Manoela Amaral Francisco**

Estudante de Medicina, pela Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais

Instituição: Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais  
Endereço: Alameda Ezequiel Dias, 275, Centro - Belo Horizonte, Minas Gerais, CEP:  
30130-110  
E-mail: mano-af@hotmail.com

**Maria Fernanda Souza de Castro**

Estudante de Medicina, pela Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora  
Instituição: Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora  
Endereço: Alameda Salvaterra, 200, Bairro Salvaterra - Juiz de Fora, Minas Gerais,  
CEP: 36033-003  
E-mail: mariafernanda\_sc@hotmail.com

**Mariana Cristina Silva Godoy**

Acadêmica de Medicina da Faculdade de Minas  
Instituição: FAMINAS-BH  
Endereço: Av Cristiano Machado, 12.001, Bairro Vila Clóris - Belo Horizonte, Minas  
Gerais, CEP: 31744-007  
E-mail: marianacsgodoy@gmail.com

**Romildo Rodrigues de Oliveira**

Estudante de Medicina, pela Instituição Universidade José do Rosário Vellano -  
UNIFENAS-BH  
Instituição: Centro de Estudos e Atenção à Saúde da Comunidade Prof. Edson Antonio  
Velano - CEASC/UNIFENAS  
Endereço: Rua Professor Hermínio Guerra, 75, Bairro Itapoã - Belo Horizonte, Minas  
Gerais,  
CEP: 31710-040  
E-mail: romildo.oliveira@aluno.unifenas.br

**Samuel de Sena Flores**

Estudante de Medicina, pela Escola Superior de Ciências da Saúde - DF  
Instituição: Escola Superior de Ciências da Saúde - DF  
Endereço: SMHN Quadra 03, Conjunto A, Bloco 1 - Edifício FEPECS - Brasília,  
Distrito Federal, CEP: 70710-907  
E-mail: samuel.floresal@escs.edu.br

**Túlio Esteves Tormin Botelho**

Estudante de Medicina, pela Universidade de Itaúna.  
Instituição: Universidade de Itaúna - UIT  
Endereço: Rodovia MG 431 Km 45, s/n, Itaúna, Minas Gerais, CEP: 35680-142.  
tulio022@hotmail.com

**RESUMO**

Introdução: O câncer de pulmão é a neoplasia com maior número de mortes anualmente. Assim, recentemente, implementaram-se novas intervenções como a cirurgia torácica vídeo assistida e a cirurgia robótica. Objetivo: Apresentar as diferenças entre os desfechos da VATS e da RATS para o tratamento de câncer de pulmão. Métodos: Artigos publicados entre 2016 e 2021, incluindo estudos originais, ensaios clínicos, estudos retrospectivos e caso-controle foram selecionados. As bases de dados Medline, SciELO, LILACS, Ovid e Cochrane foram consultadas na busca. Foram encontrados 32 artigos e,

após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 12 estudos foram lidos na íntegra; 4 foram elegíveis para essa revisão sistemática. Resultados e discussão: O tamanho da amostra dos artigos incluídos na revisão variou de 10 a 470 pacientes, sendo a faixa etária entre 55 e 68 anos em todos os estudos analisados retrospectivamente. Os seguintes desfechos foram comparados: complicações perioperatórias, tempo de duração de internação hospitalar, tempo de duração da cirurgia, taxa de conversão e taxa de mortalidade. A única diferença significativa encontrada foi uma menor taxa de conversão na RATS, por vantagens técnicas. Conclusão: Apesar da menor taxa de conversão na RATS, em geral, os desfechos não apresentaram diferença significativa.

**Palavras-chave:** câncer de pulmão, cirurgia robótica, toracoscopia videoassistida, lobectomia, VATS, RATS.

## ABSTRACT

**Introduction:** Lung cancer has the most number of deaths annually compared to other cancers. Hence, new interventions have been adopted, such as video-assisted thoracic surgery (VATS) and robotic-assisted thoracic surgery (RATS). **Objectives:** Present the difference between the outcomes of video assisted thoracic surgery and robot assisted thoracic surgery to treat lung cancer. **Methods:** Articles published between 2016 and 2021, including original studies, clinical trials, retrospective studies and case-control studies were selected. The databases Medline, SciELO, LILACS, Ovid and Cochrane were consulted in the search. Thirty two articles were found and, after applying the inclusion and exclusion criteria, 12 articles were read entirely; 4 were eligible for this systematic review. **Results and discussion:** The article's sample size ranged from 10 to 470 patients and the age of the patients varied between 55 and 68 years. The following outcomes were compared: perioperative complications, total length of hospital stay, total operating time, conversion to thoracotomy rate and mortality rate. The only significant distinction was a lower conversion rate on RATS due to technical advantages. **Conclusion:** Despite the smaller conversion rate at RATS, overall, the outcomes didn't present significant differences.

**Keywords:** *lung cancer, robotic surgery, video-assisted thoracoscopic, lobectomy, VATS, RATS.*

## 1 INTRODUÇÃO

O câncer de pulmão possui o maior número de mortes dentre as neoplasias existentes em todo mundo, com cerca de 1,6 milhões de óbitos anualmente. Aproximadamente 85% dos pacientes têm o subtipo histológico conhecido como carcinoma de pulmão de células não pequenas (NSCLC), sendo que o adenocarcinoma de pulmão (LUAD) e o carcinoma de células escamosas (LUSC) são os mais prevalentes. Nesse contexto, o principal fator de risco dessa neoplasia é o tabagismo<sup>1,6</sup>.

Os mecanismos reguladores que controlam a proliferação celular normal e a homeostase encontram-se defeituosos nas células da neoplasia pulmonar. Dessa maneira, a alteração de um fenótipo normal de célula pulmonar para maligno ocorre em várias

etapas, através de uma série de alterações epigenéticas e genéticas, evoluindo, assim, para uma neoplasia invasiva por expansão clonal. Logo após o desenvolvimento do câncer primário, ocorre um acúmulo contínuo de anormalidades no material genético, adquiridas durante a expansão clonal, que exercem influência sobre os processos de invasão, metástase e resistência à terapia contra o câncer. A caracterização e identificação dessas mudanças moleculares são de extrema importância para a detecção precoce e o tratamento dessas patologias. O conhecimento das características e da genética do tumor de um paciente poderá aprimorar significativamente o prognóstico individualizado e a seleção do tratamento ideal para cada caso<sup>2</sup>.

Diversas alterações genéticas foram identificadas no câncer de pulmão, como: (1) ativação de mutações em numerosos proto-oncogenes, incluindo EGFR, BRAF, KRAS, HER2, MEK, PI3K; (2) reorganizações estruturais em ROS1, ALK, e possivelmente RET; (3) amplificação de proto-oncogenes como DDR2 em carcinomas de células escamosas de pulmão, MET em adenocarcinomas e FGFR1; (4) superexpressão de genes oncogênicos por microRNAs (miRNAs); (5) inativação de genes supressores de tumor (TSG), incluindo RASSF1A, FHIT, PTEN TP53, RB1 e CDKN2A; e (6) aumento da atividade da telomerase, que contribui para a sobrevivência celular mantendo o comprimento dos telômeros por meio da síntese de novos telômeros e alongamento dos já existentes (presente em 100% dos SCLCs e 80% a 85% dos NSCLCs). Nos carcinomas de pulmão do tipo não pequenas células, é possível identificar que o gene hTERT é amplificado em cerca de 57% dos casos<sup>2</sup>.

O sistema internacional de estadiamento baseado em TNM descreve a extensão anatômica da doença, assim como nos outros tumores de outras neoplasias, de tal modo que a categoria T descreve o tamanho e a extensão do tumor primário, a categoria N caracteriza a extensão do envolvimento dos linfonodos regionais e a categoria M retrata a presença ou ausência de disseminação metastática à distância. A adição de números a essas classes representa a extensão do câncer, permitindo as combinações e a criação de subconjuntos das categorias T, N e M. Os subconjuntos TNM com prognósticos parecidos são, então, combinados em agrupamentos de estágios<sup>2</sup>.

Utilizando os parâmetros citados de estadiamento tumoral é possível apresentar os estágios do NSCLC que variam de um a quatro (I a IV), sendo que quanto mais baixo o estágio, menos o câncer se espalhou. O carcinoma de pulmão de pequenas células (SCLC), por sua vez, é definido em apenas dois estágios: limitado (confinado ao

hemitórax de origem, mediastino ou linfonodos supraclaviculares) e extenso (disseminado além das áreas supraclaviculares)<sup>2</sup>.

A partir da identificação e classificação tumoral é possível identificar as melhores propostas terapêuticas e as intervenções que podem ser aplicadas em cada caso. Assim, o tratamento primário indicado para NSCLC em estágio inicial ressecável e operável (estágios I e II) é a cirurgia, pois é a melhor opção para sobrevida em longo prazo. Para essa intervenção, as taxas de sobrevida de cinco anos após a ressecção cirúrgica parecem ser de 60% a 80% para NSCLC estágio I e de 30% a 50% para pacientes em estágio II. Já para pacientes com tumores não ressecáveis em estágio II, a radioterapia é preconizada, sendo nesses casos realizada a cirurgia seguida de quimioterapia adjuvante. Quanto aos tumores em estágio IIIA, existem duas opções terapêuticas: cirurgia seguida de quimioterapia ou quimioterapia (neoadjuvante) seguida de cirurgia, enquanto para os tumores não ressecáveis nesse estágio, recomenda-se a quimiorradiação sequencial ou combinada. Os carcinomas em estágio IIIB somente possuem a quimiorradiação como opção terapêutica, ao passo que as opções de tratamento padrão para NSCLC em estágio IV podem incluir radioterapia externa paliativa, quimioterapia combinada, quimioterapia combinada e terapia direcionada e qualquer terapia a laser ou radioterapia endoscópica interna, conforme necessário. De modo geral, a cirurgia não está indicada na maioria dos doentes com SCLC por ser uma doença limitada, sendo preconizada a terapia combinada (quimioterapia e radioterapia) e devendo-se pensar em cirurgia com intenção curativa para casos em estágio I (T1-2 N0)<sup>2</sup>.

Nos últimos anos a cirurgia minimamente invasiva (MIS) abriu novas possibilidades em vários campos cirúrgicos. A cirurgia torácica vídeo assistida (VATS) é uma MIS adotada por muitos cirurgiões para ressecção de pequenas lesões pulmonares e em ressecções complexas, como lobectomias e pneumectomias, devido ao menor tempo de internação, à redução da dor e à maior recuperação funcional em comparação à toracotomia aberta tradicional<sup>3,7</sup>. No entanto, a VATS ainda permanece um procedimento tecnicamente desafiador devido à sua representação visual bidimensional. Instrumentos rígidos utilizados nessa técnica tornam difícil seu emprego em procedimentos cirúrgicos que requerem suturas altamente difíceis, como fechamento manual do coto brônquico, broncoplastia e angioplastia pulmonar<sup>4</sup>.

Recentemente, a cirurgia robótica foi introduzida como grande novidade na cirurgia torácica, mantendo as vantagens e aparentemente superando algumas limitações da VATS<sup>9</sup>. A abordagem robótica apresentou maior flexibilidade e visão tridimensional

de grande definição, movimentos mais intuitivos, maior amplitude, precisão e conforto ao cirurgião por meio do uso de instrumentos de punho<sup>4</sup>. São usados três ou quatro braços robóticos, conectados a instrumentos com articulação que permitem movimentos de amplitude de até 270°, proporcionando precisão, modulação e a destreza na execução da técnica cirúrgica<sup>8,12</sup>.

A cirurgia torácica robótica (RATS) ainda está em fase inicial, porém os desfechos são promissores, uma vez que demonstram bons resultados na morbidade/mortalidade, tempo de internação e necessidade de reinternações<sup>5,7,13</sup>. Um banco de dados com 15.502 pacientes submetidos a ressecção pulmonar por videotoracoscopia ou por método robótico, comparou os custos das duas alternativas. A RATS teve um custo significativamente maior do que a VATS<sup>10</sup>. Pensando em países emergentes, como o Brasil, esse é um fator decisivo para a escolha do método terapêutico<sup>11</sup>.

O objetivo do artigo é apresentar, por meio de uma revisão sistemática, as diferenças entre os desfechos da videotoracoscopia e da cirurgia torácica robótica para o tratamento de câncer de pulmão.

## 2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura, comparando o uso da cirurgia robótica e a videotoracoscopia no tratamento do câncer de pulmão. A pergunta norteadora foi elaborada de acordo com a acrônimo PICOT: (P) População; (I) Intervenção; (C) Grupo Controle; (O) Desfechos e (T) Tempo. Desse modo, foi proposto os seguintes itens: População - Pacientes submetidos a tratamento de câncer de pulmão; Intervenção - Cirurgia robótica; Controle - Videotoracoscopia; Desfechos - Complicações perioperatórias (desfecho primário) e tempo de duração de internação hospitalar, tempo de duração da cirurgia, taxa de conversão e taxa de mortalidade (desfechos secundários); Tempo - Entre janeiro de 2016 até o atual momento. Logo, obteve-se a seguinte pergunta norteadora: “Quais as diferenças existentes entre a abordagem por cirurgia robótica em comparação à videotoracoscopia no tratamento do câncer de pulmão?”.

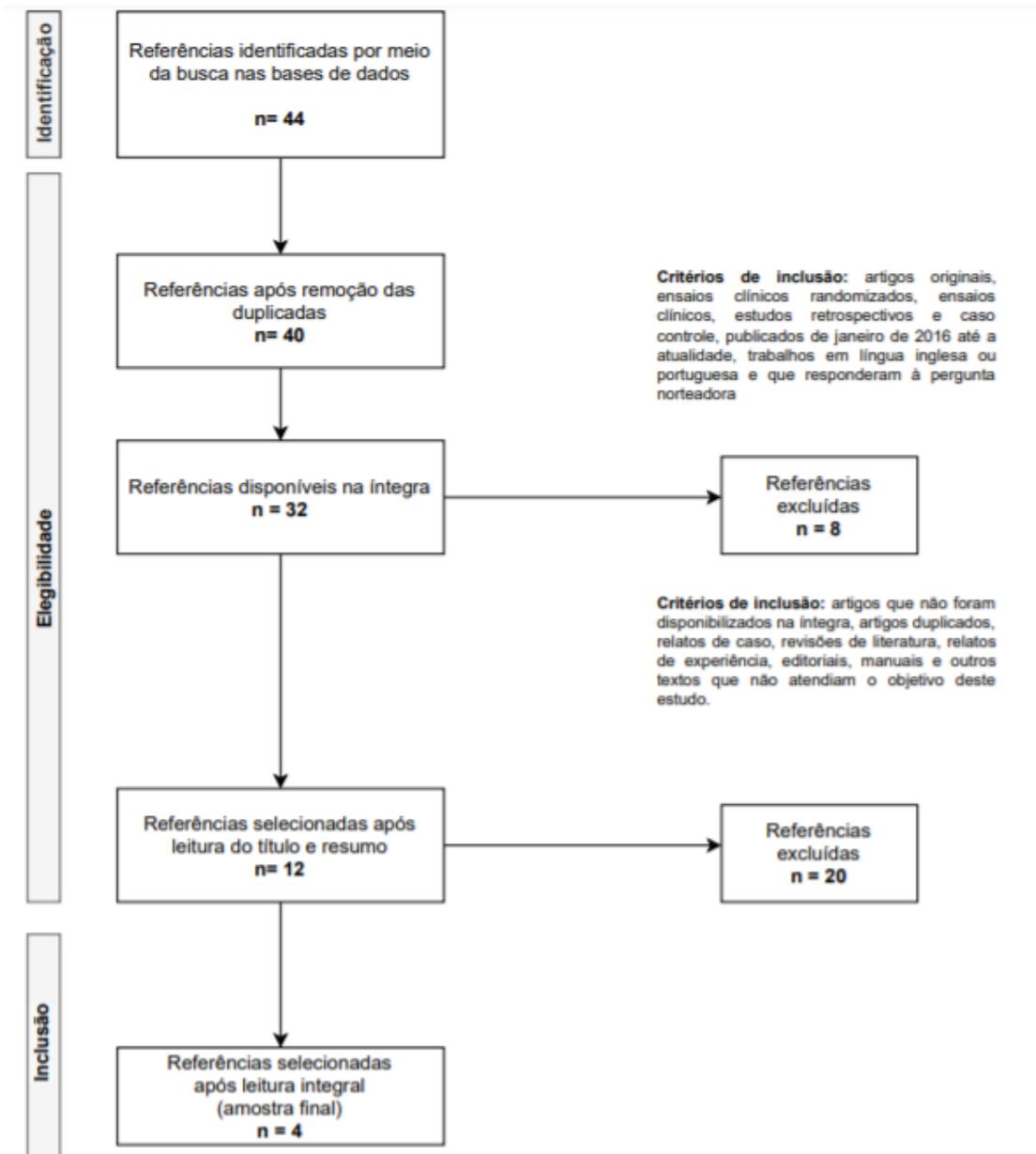
Para a sistematização desta revisão, a escala PRISMA foi utilizada conforme o recomendado em *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA Checklist). Foi realizada uma busca eletrônica da literatura através das bases de dados Medline, SciELO, LILACS, Ovid e Cochrane, utilizando os seguintes descritores: *lung cancer, robotic surgery, video-assisted thoracoscopic, lobectomy* e seus respectivos termos em português. Nas buscas foram utilizados operadores booleanos

“AND” e “OR” para combinar os seguintes termos: (*lung cancer*) AND (*robotic surgery OR robot-assisted thoracic surgery OR RATS*) AND (*videothoracoscopy OR video-assisted thoracoscopic surgery OR VATS*). O protocolo do estudo foi submetido na plataforma *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) cujo número de registro é CRD42021248429.

Os artigos foram selecionados no mês de abril de 2021. Os critérios de inclusão foram artigos originais, ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos, estudos retrospectivos e caso controle, publicados de janeiro de 2016 até a atualidade, trabalhos em língua inglesa ou portuguesa e que responderam à pergunta norteadora. Foram excluídos os artigos que não foram disponibilizados na íntegra, artigos duplicados, relatos de caso, revisões de literatura, relatos de experiência, editoriais, manuais e outros textos que não atendiam o objetivo deste estudo. A triagem foi feita pela leitura de título e resumo dos textos, por método manual e por dupla de revisão de forma independente. As divergências foram resolvidas através de consenso.

Na busca inicial foram encontrados 44 artigos. Na primeira etapa foram identificados 4 trabalhos duplicados. Na segunda etapa, 8 estudos foram excluídos por não estarem disponíveis na íntegra e 32 selecionados para leitura dos títulos e resumos. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 12 estudos tiveram seus textos lidos na íntegra e 4 artigos foram elegíveis para elaboração dessa revisão sistemática (Figura 1).

Figura 01: Representação esquemática da metodologia segundo o Prisma.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A avaliação do risco de viés dos trabalhos selecionados foi realizada utilizando ferramentas recomendadas para cada delineamento do estudo. Os vieses dos ensaios clínicos randomizados foram avaliados por meio da ferramenta *Revised Cochrane risk of bias tool for randomized trial (RoB-2)*<sup>12</sup> e estudos de coorte e caso controle por meio da *Risk Of Bias In Non-randomized Studies - of Intervention (ROBINS-I)*<sup>13</sup>.

A ferramenta ROBINS-I avalia 7 domínios para análise do risco de viés dos estudos observacionais não randomizados, sendo 3 domínios pré-intervenção e 4 domínios pós-intervenção. Sendo eles:

### **Vieses pré-intervenção**

**Confundimento:** é a associação hipotética entre o fator de estudo e o desfecho devido a presença de uma terceira variável, associada de forma independente a ambos. O ajustamento em análise multivariável para os confundidores reduz parcialmente o viés.

**Seleção dos participantes:** envolve diferenças sistemáticas no prognóstico ou na resposta ao tratamento entre os grupos de comparação.

**Aferição da intervenção:** forma de mensuração da ocorrência da intervenção e confiança nessa informação.

### **Vieses pós-intervenção**

**Não recebimento da intervenção atribuída:** avalia se os indivíduos de um determinado grupo receberam efetivamente as intervenções para quais foram analisados. Analisa potenciais co-intervenções.

**Perdas:** taxa percentual de perdas e características dos indivíduos com dados faltantes em comparação aos que deram seguimento no estudo.

**Aferição dos desfechos:** forma de mensuração dos desfechos e confiança nesses dados.

**Relato seletivo dos desfechos:** diz a respeito da possibilidade dos autores terem avaliados múltiplos desfechos, mas relatados apenas alguns de maior conveniência.

O risco geral de viés de cada estudo é o risco atribuído ao domínio com maior risco de viés conforme descrito abaixo:

**Baixo risco de viés (*low risk of bias*):** Baixo risco de viés em todos os domínios.

**Moderado risco de viés (*moderate risk of bias*):** Baixo ou moderado risco de viés em todos os domínios.

**Grave risco de viés (*serious risk of bias*):** Grave risco de viés em pelo menos um dos domínios, mas nenhum domínio considerado crítico.

**Crítico risco de viés (*critical risk of bias*):** Crítico risco de viés em pelo menos um domínio.

**Sem informação para julgamento do risco de viés:** crítico ou grave risco de viés e não há informação suficiente em um ou mais domínios.

Quadro 01: Análise do risco de viés dos estudos conforme ROBINS-I

Viés								
Estudo	Confundimento	Seleção dos participantes	Aferição da Intervenção	Não recebimento da intervenção atribuída	Perdas	Aferição dos desfechos	Relato seletivo dos desfechos	Risco geral
Yang et al., 2018	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco
Gondé et al., 2017	Moderado risco	Moderado risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Moderado risco
Xie et al., 2019	Baixo risco	Moderado risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco	Moderado risco

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Os parâmetros principais utilizados pela ferramenta RoB-2 para análise do risco de viés dos ensaios clínicos do estudo foram os descritos abaixo e visualizados no Quadro 2.

**Viés de seleção:** verificação se houve utilização de métodos para gerar sequência aleatória dos participantes e se ocorreu ocultação da alocação com intuito de garantir grupos comparáveis;

**Viés de desempenho:** considera presença ou ausência de cegamento por parte dos profissionais e participantes da pesquisa;

**Viés de detecção:** avalia a possibilidade de predição dos desfechos pelos avaliadores;

**Viés de atrito:** considera as perdas de dados e sua relação com o resultados de interesse;

**Viés de relatório:** avalia se os resultados publicados podem ter sido selecionados.

Quadro 2: Análise do risco de viés dos estudos conforme RoB-2

Viés					
Estudos	Viés de seleção	Viés de desempenho	Viés de detecção	Viés de atrito	Viés de relatório
Terra et al, 2016	Baixo risco	Viés incerto	Baixo risco	Baixo risco	Baixo risco

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

### 3 RESULTADOS

Após a aplicação dos critérios metodológicos, foram selecionados quatro artigos. Entre as pesquisas escolhidas constam publicações na língua inglesa divulgadas nas plataformas Medline, SciELO, LILACS. Já em relação a uma delimitação temporal, os estudos elencados apresentam como data de publicação entre 2016 e 2019. O Quadro 3 indica a síntese dos quatro artigos que compõem a pesquisa.

O tamanho da amostra dos artigos incluídos na revisão variou de 10 a 470 pacientes, sendo a faixa etária entre 55 e 68 anos em todos os estudos analisados retrospectivamente. Dentre a amostra selecionada, um trabalho se trata de um estudo retrospectivo<sup>14</sup>, o outro é observacional prospectivo de centro único<sup>15</sup>, um se trata de coorte retrospectivo<sup>16</sup> e o último é um ensaio clínico<sup>11</sup>. Além disso, uma publicação comparou a cirurgia aberta com a VATS e com a RATS<sup>14</sup>, sendo que as três demais referências comparam entre a VATS e a RATS<sup>11,15,16</sup>. Por último, foram excluídos os artigos que fugiram ao tema ou os que não foram disponibilizados na íntegra.

De modo geral, todos os trabalhos da amostra apresentaram sexo e idade como parâmetros clínicos<sup>11,14,15,16</sup>, bem como a presença de comorbidades nos pacientes<sup>11,14,15,16</sup>, sendo o tabagismo destacado em dois deles<sup>14,15</sup>. Comorbidades cardíacas também foram ressaltadas em uma referência, porém estas não foram especificadas<sup>15</sup>. Além disso, dois estudos registraram óbitos que foram desvinculados do procedimento cirúrgico realizado<sup>14,15</sup>, sendo uma delas o falecimento de dois pacientes no período de 90 dias de pós-operatório, consistindo um deles ao grupo VATS (pneumonia após 50 dias) e o outro da cirurgia aberta (metástase, após 89 dias)<sup>14</sup>. Em relação ao segundo estudo citado, duas mortes ocorreram no Grupo VATS durante a internação, sendo um paciente transplantado cardíaco cuja *causa mortis* foi dificuldade respiratória aguda de origem infecciosa e a outra devido à falência múltipla de órgãos<sup>15</sup>.

Outros parâmetros analisados nos estudos foram o tempo de internação hospitalar e o tempo de operação na VATS e na cirurgia robótica<sup>15, 16</sup>. Nesses estudos também foram analisados o tempo de permanência do dreno torácico (4 dias,  $P = 0,36$ ). Já o tempo médio de internação foi relatado em um dos artigos como de 5 dias para procedimentos robóticos e 6 dias para procedimentos assistidos por vídeo ( $P = 0,13$ )<sup>15</sup>, não tendo diferença significativa no outro artigo comparativo<sup>16</sup>. Em outro artigo, pacientes submetidos a abordagens minimamente invasivas tiveram menores médias de internamentos hospitalares (4 dias para robótica vs 4 dias para VATS vs 5 dias para abordagem aberta  $P < 0,001$ )<sup>14</sup>. Por fim, não foram encontradas diferenças significativas

entre RATS e VATS em termos de duração da drenagem torácica nas pesquisas que abordaram esse critério<sup>15, 16</sup>.

Ao se comparar o parâmetro de tempo de operação, esse tempo em um dos estudos foi de 255 min ( $P = 0,55$ ), sendo similar entre os grupos de VATS e RATS<sup>15</sup>. Paralelamente, um dos artigos avaliou a segmentectomia típica e atípica e apresentou tempo de duração da VATS menor do que o da RATS ( $112.39 \pm 21.5$  vs.  $119.29 \pm 22.8$  minutos;  $P = 0.149$ ) na cirurgia típica e o tempo de cirurgia da VATS maior do que a RATS ( $132.87 \pm 18.11$  vs.  $130.61 \pm 26.01$  minutos;  $P = 0.573$ ) na cirurgia atípica<sup>16</sup>. Além desses artigos, outro trabalho analisou o tempo de operação somente na realização da lobectomia robótica, tendo grande variação entre os grupos: variação de 135-435 min<sup>11</sup>.

Considerando a taxa de complicação perioperatória, esse parâmetro foi similar em todos os artigos<sup>11,14,15,16</sup>, sendo a taxa de conversão geral para toracotomia de 9% significativamente maior no grupo videoassistido do que no grupo robótico (16% vs 2%,  $P = 0,008$ ) em um estudo<sup>15</sup> e inconclusivo entre o grupo robótico e o grupo VATS ( $P = 0,32$ ) em outro artigo<sup>14</sup>. Em contraposição, um trabalho relatou que não houve necessidade de conversão em nenhum dos procedimentos abordados neste parágrafo, porém com uma amostra pequena<sup>11</sup>.

Diferentemente das outras publicações da amostra, um dos artigos realizou uma comparação entre os valores da VATS e da RATS, dividindo o custo da internação em itens de despesas correlacionados ao tempo de internação e outras variáveis independentes em tempo de internação (como medicações, suprimentos médicos, etc). O valor da maioria dos procedimentos robóticos oscilou entre € 10.000 e € 12.000 (53%), enquanto para o VATS foi principalmente entre € 8.000 e € 10.000 (36%). Com isso, as despesas clínicas foram maiores no Grupo RATS, mas os custos totais relacionados ao tempo de internação não foram estatisticamente diferentes<sup>15</sup>. Além disso, outra publicação analisou a graduação de dor nos dois primeiros dias pós-operatórios segundo a Escala visual analógica de dor (Likert), apresentando como valor médio no primeiro dia de  $2,75 \pm 2,50$  e no segundo dia pós-operatório de  $0,87 \pm 1,80$ <sup>11</sup>.

Quadro 3: Sistematização dos resultados dos artigos

NOME DO ARTIGO	TIPO DE ESTUDO	PARÂMETROS CLÍNICOS	RESULTADOS
Long-Term Survival Based on the Surgical Approach to Lobectomy for Clinical Stage I Non-Small Cell Lung Cancer:	Coorte retrospectivo	Idade, sexo, história de tabagismo (atual, anterior ou nunca), estágio clínico (IA ou IB), grau (bem, moderadamente, mal / indiferenciado ou desconhecido), volume expiratório	As 3 taxas de complicações cirúrgicas foram similares, assim como a conversão para toracotomia nos procedimentos analisados . As complicações pós-operatórias mais frequentes foram arritmia, escape aéreo prolongado,

Comparison of Robotic, Video Assisted Thoracic Surgery, and Thoracotomy Lobectomy		forçado em 1 segundo (VEF1) e capacidade de difusão da espirometria (DLCO).	pneumonite, pneumotórax e atelectasia nas três coortes de pacientes.
The affordability of minimally invasive procedures in major lung resection: a prospective study	Estudo observacional prospectivo de centro único	Idade, peso, altura, índice de massa corporal, escore da Sociedade Americana de Anestesiologistas, diagnóstico clínico e histopatológico e comorbidades, tempo cirúrgico total, tempo antes da incisão e tempo do procedimento. O tamanho da lesão ressecada foi determinado por análise histopatológica. Tempo total de permanência, tempo de permanência na unidade de terapia intensiva, tempo de drenagem torácica e complicações pós-operatórias. Complicações remotas e readmissões hospitalares desde a alta do paciente até 90 dias.	112 pacientes foram incluídos, 57 com e 55 sem assistência robótica. O tempo médio de internação foi de 5 dias para procedimentos robóticos e 6 dias para procedimentos assistidos por vídeo. A duração dos drenos torácicos medianos e de tempo de sala de operação foi similar entre os grupos. A taxa de conversão geral para toracotomia foi de 9%, significativamente maior no grupo videoassistido do que no grupo robótico. Nenhuma diferença foi observada nas complicações pós-operatórias.
Short-term outcomes of typical versus atypical lung segmentectomy by minimally invasive surgeries	Coorte retrospectivo	Sexo e idade. Cada paciente foi submetido a uma avaliação pré-operatória com exames laboratoriais de rotina, um teste de função pulmonar, tomografias computadorizadas de tórax, ECG, ressonância magnética cerebral, imagiologia óssea e / ou tomografia por emissão de pósitrons (PET) / TC.	Não foram encontradas diferenças significativas entre RATS e VATS em termos de duração da drenagem torácica e internação pós-operatória. A incidência de complicações pós-operatórias foi similar entre a segmentectomia típica e a segmentectomia atípica.
Robotic pulmonary lobectomy for lung cancer treatment: program implementation and initial experience	Ensaio clínico	Sexo, idade, Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS), diabetes mellitus, DPOC, lobo acometido, diâmetro do tumor	Não foi necessária a conversão para técnica aberta ou videotoracoscópica em nenhum paciente. Não foram observadas complicações intraoperatórias, mortalidade, nem reinternações em 30 dias após a alta. A única complicação pós-operatória observada foi dor torácica (grau 3), em dois pacientes.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

#### 4 DISCUSSÃO

O câncer de pulmão, entre as neoplasias existentes, é a principal causa de mortes tanto para homens quanto para mulheres em todo o mundo. A ressecção cirúrgica constitui o fundamento do tratamento do NSCLC em estágio inicial, pois representa notáveis potenciais de cura em pacientes com esse tipo de neoplasia. Nesse contexto, avanços técnico-científicos viabilizaram o desenvolvimento das técnicas minimamente invasivas, como a VATS, que tem sido utilizada amplamente como modo terapêutico em pacientes com câncer de pulmão.<sup>1,17</sup>

A RATS configura uma abordagem alternativa a VATS e a toracotomia aberta, já que tem sido uma modalidade nova para lobectomia pulmonar minimamente invasiva. Nesse sentido, a RATS apresenta determinadas vantagens em comparação a VATS, como visão tridimensional, maior movimentação fina, que resulta na maior precisão e conforto

ao cirurgião, repercutindo nas complicações intraoperatórias e nos resultados pós-operatórios. Porém, observa-se que embora haja uma diversidade de estudos que visam comparar as abordagens cirúrgicas da lobectomia, há uma gama de resultados discordantes, provocados seja pelos insuficientes ensaios clínicos randomizados disponíveis, seja pela características das intervenções.<sup>8,18</sup>

Realizando uma comparação entre dados presentes nas amostras, a presença de comorbidades nos pacientes foi um dos parâmetros clínicos avaliados nos artigos selecionados<sup>11,14,15,16</sup> destacando-se entre eles o tabagismo em dois estudos<sup>14,15</sup>, seguido de comorbidades cardíacas não especificadas<sup>15</sup> e por fim o tempo de internação hospitalar e o tempo de operação na VATS e na cirurgia robótica presente em duas referências<sup>15,16</sup>. Além disso, HAS, diabetes mellitus, DPOC e o diâmetro do tumor representaram as comorbidades mais comuns no trabalho de Terra et al. (2020). A partir dos estudos clínicos realizados por Nelson et al. (2018), foi evidenciado o tabagismo como parâmetro clínico semelhante às referências selecionadas<sup>11,14,15,16</sup>. Outros pontos distintos foram analisados de forma mais precisa nos pacientes como complicações pulmonares (descarga com tubo torácico, desenvolvimento de síndrome do desconforto respiratório agudo, fuga de ar superior à 5 dias, pneumonia, insuficiência pulmonar pós-operatória, embolia pulmonar, reintubação, traqueostomia, efusão pleural com necessidade de drenagem), complicações cardiovasculares definidas como atriais ou ventriculares (arritmia que requer tratamento, trombose venosa profunda que requer intervenção, insuficiência cardíaca congestiva pós-operatória, infarto do miocárdio ou parada cardíaca). Além disso, dentre as complicações gastrointestinais, destacou-se a presença de diarreia de seis ou mais movimentos intestinais diários ou outra queixa gastrointestinal<sup>20</sup>.

#### 4.1 DESFECHO PRIMÁRIO

As complicações perioperatórias tiveram relatos similares em todos os estudos analisados<sup>11,14,15,16</sup>, em consonância com os achados de uma metanálise que selecionou, dentro do total de artigos pesquisados, os que eram adequados para a comparação da lobectomia robótica com a cirurgia toracoscópica videoassistida<sup>21</sup>. Nesse estudo, os artigos que incluíam as complicações intra e pós-operatórias não identificaram diferença significativa entre as abordagens robótica e VATS<sup>21</sup>. Além disso, esse estudo também encontrou, ainda que em pequeno número, o relato de uma taxa de conversão mais alta com VATS em comparação com a cirurgia robótica, indo ao encontro do verificado nos estudos analisados nesta revisão, que obtiveram as maiores taxas de conversão geral para

toracotomia no grupo videoassistido do que no grupo robótico em um estudo examinado<sup>15</sup> e comparável entre o grupo robótico e o grupo VATS em outro artigo<sup>14,21</sup>.

Paralelamente aos achados dessa metanálise, evidências têm demonstrado que a RATS tem uma notável vantagem tecnológica sobre a cirurgia pulmonar vídeo-assistida tradicional. No entanto, dentro das publicações selecionadas para esta revisão, um dos artigos realizou uma comparação entre os valores da VATS e da RATS, dividindo o custo da internação em itens de despesas correlacionados ao tempo de internação e outras variáveis independentes em tempo de internação (como medicações, suprimentos médicos, etc)<sup>15</sup>. O valor da maioria dos procedimentos robóticos teve um custo consideravelmente maior em relação a VATS, enquanto os custos totais relacionados ao tempo de internação não foram estatisticamente diferentes<sup>15</sup>. Analogamente, outra metanálise que avaliou os efeitos da RATS versus VATS para pacientes com câncer de pulmão ressecável demonstrou que a cirurgia robótica não tem nenhuma vantagem em relação ao VATS nos resultados pós-operatórios, apresentando ainda como aparente desvantagem um elevado custo, sendo por isso sua superioridade a VATS discutível<sup>17</sup>.

Uma revisão sistemática da literatura e meta-análise realizada com estudos comparativos relevantes para comparar VATS e RATS em termos de resultados cirúrgicos e de curto prazo apurou resultados similares para ambas as técnicas, assim a escolha da cirurgia torácica assistida por robô em detrimento da torácica videoassistida possui pontos questionáveis. Em contrapartida, esse mesmo estudo mostrou benefícios da RATS ocasionados pela tridimensionalidade e consequente otimização visual do cirurgião de modo a influenciar as complicações intra-operatórias e as taxas de conversão<sup>19</sup>.

Similarmente, um grande estudo de correspondência de propensão por Oh et al. (2017) que comparou 2.951 pacientes submetidos a RATS e a VATS, revelou taxas de complicações pós-operatórias mais baixas e estatisticamente significativas. Neste estudo, foram observados melhores evoluções clínicas, que contribuíram para menor permanência hospitalar, menor taxa geral de complicação, de modo significativo, especificamente para sangramento pós-operatório e infarto do miocárdio. Nesse sentido, a lobectomia assistida por robô foi associada a melhores resultados para certas variáveis clínicas perioperatórias, todavia quando avaliadas outras complicações individualmente, mesmo apontando a RATS como preferível, de modo individual não foram alcançados significado estatístico<sup>22</sup>.

## 4.2 DESFECHOS SECUNDÁRIOS

### 4.2.1 Tempo de internação hospitalar

O tempo médio de duração de internação não apresentou diferença significativa entre as técnicas em um estudo analisado<sup>16</sup>. Contudo, em outro estudo incluído na amostra houve redução de 6 para 5 dias na duração da internação quando usada a RATS em comparação ao uso da VATS<sup>15</sup>. Esses achados condizem com a literatura, como demonstrado por Liang et al. (2018), que obteve resultados semelhantes ao apresentar o tempo médio de internação na técnica VATS de 5.23 dias e na RATS de 4.89 dias ( $P = 0.49$ )<sup>17</sup>. Em compensação, os resultados de uma meta-análise não evidenciaram benefícios da RATS quanto ao tempo de internação em comparação a VATS<sup>19</sup>, demonstrando que não houve uma mudança estatisticamente relevante no tempo de internação entre as duas técnicas. Portanto, não há evidências de que esta seja uma variável que deva ter importância na escolha da técnica cirúrgica.

### 4.2.2 Tempo de duração da cirurgia

Os resultados indicam que não há uma diferença significativa no tempo de duração da operação entre VATS e RATS<sup>11,14,15</sup>. Möller et al. (2019), em um estudo nacional incluindo todos os centros que realizam RATS na Alemanha, encontrou o tempo médio de operação em lobectomias de 245 min (80 - 419 min) e 219 min em segmentectomias (105 - 333 min)<sup>24</sup>. Já Liang et al. (2018), em meta-análise, encontrou o tempo médio de 176.63 min em RATS e 162.74 min em VATS, considerando, na análise, tanto segmentectomias quanto lobectomias ( $P = 0.086$ )<sup>23</sup>. Uma revisão sistemática de O'Sullivan et al. (2018) obteve como resultado que o tempo de lobectomia entre VATS e RATS poderia ser igual ou maior na RATS<sup>21</sup>. Guo et al. (2019), em meta-análise, deparou-se com um tempo semelhante em lobectomias entre RATS e VATS<sup>19</sup>. Dessa forma, essa não é uma variável que deva definir conduta, uma vez que não há diferenças estatisticamente relevantes.

### 4.2.3 Taxa de conversão e mortalidade

A taxa de conversão foi variável nos resultados dos estudos<sup>14,15</sup>. Um deles encontrou que essa taxa é maior na VATS em comparação à RATS<sup>15</sup>. Outro não encontrou diferença estatisticamente relevante<sup>14</sup>. Liang et al. (2018) encontrou taxas de conversão menores em pacientes submetidos à RATS em comparação a VATS (10.3% vs 11.9%.  $P < 0.001$ )<sup>23</sup>. O'Sullivan et al. (2018) e Guo et al. (2019) não encontraram

diferença nessa taxa entre as duas técnicas cirúrgicas ( $P = 0.22$  e  $P = 0.92$ , respectivamente). Keeney-Bonthrone et al. (2020) também não reportou diferença estatisticamente relevante na taxa de conversão em sua revisão sistemática. Em conformidade, Ma et al. (2021), em meta-análise recente, encontrou uma taxa de conversão cerca de 50% menor no grupo RATS em relação ao VATS ( $P < 0.001$ ). Dessa forma, parece haver uma tendência a redução na taxa de conversão na cirurgia robótica em comparação à VATS. Um dos motivos para isso é a maior facilidade da técnica robótica de lidar com calcificações graves de linfonodos e com aderências extensas, principais achados que levam à conversão para toracotomia<sup>26</sup>. Ainda assim, algumas das causas de conversão na técnica robótica são o sangramento e as aderências<sup>24</sup>.

A diferença entre a taxa de mortalidade na RATS e VATS não foi estatisticamente relevante nos estudos analisados tendo em vista a baixa ocorrência desse evento<sup>11,14,15,16</sup>. Uma revisão sistemática relatou menor taxa de mortalidade nos primeiros 30 dias do pós-operatório com uma *odds ratio* de 0.61 com 95% de IC 0.45-0.83 ( $P < 0.001$ ) na RATS em comparação à VATS<sup>21</sup>. Outro estudo não demonstrou diferença significativa entre a ocorrência desse evento nos primeiros 30 dias de pós-operatório nas diferentes técnicas empregadas<sup>23</sup>. Ainda, outra análise, com mais de 11.000 pacientes, relatou não haver diferença estatisticamente relevante quanto a taxa de mortalidade entre os os grupos submetidos às duas técnicas operatórias<sup>26</sup>. Desta forma, o impacto da RATS sobre a taxa de mortalidade ainda é controverso, porém, essa porcentagem tende a ser semelhante a encontrada no emprego da técnica VATS.

#### 4.3 VIESES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Quanto às limitações desse estudo, houve a inclusão de pesquisas apenas nos idiomas português ou inglês e disponíveis na íntegra gratuitamente.

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise dos artigos, essa revisão aponta que, apesar de haver redução na taxa de conversão na RATS, não há diferenças significativas entre os desfechos da abordagem de cirurgia torácica vídeo assistida e da cirurgia torácica assistida por robô. Apesar de a RATS poder proporcionar uma otimização visual e reduzir a taxa de conversão para toracotomia, em termos de tempo de operação e de internação hospitalar, complicações intra-operatórias e pós-operatórias, taxa de mortalidade e custos totais não foram observadas disparidades estatisticamente relevantes. Dessa forma, é preciso que

sejam feitos novos estudos para que seja possível analisar de forma mais profunda os desfechos de cada intervenção realizada.

## REFERÊNCIAS

1. Herbst RS, Morgensztern D, Bosshoff C. The biology and management of non-small cell lung cancer. *Nature*, 2018; 553(7689):446-454.
2. Lemjabbar-Alaoui H, Hassan O, Yang YW, Buchanan P. Lung cancer: biology and treatment options. *Biochim Biophys Acta*, 2015; 1856(2): 189–210.
3. Zhou Q, Huang J, Pan F, Li J, Liu Y, Hou Y, et al. Operative outcomes and long-term survival of robotic-assisted segmentectomy for stage IA lung cancer compared with video-assisted thoracoscopic segmentectomy. *Transl Lung Cancer Res*, 2020; 9(2): 306–315.
4. Yu Z, Xie K, Guo L, Chen X, Ni C, Luo W, et al. Perioperative outcomes of robotic surgery for the treatment of lung cancer compared to a conventional video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) technique. *Oncotarget*, 2017; 8(53): 91076–91084.
5. Novellis P, Alloisio M, Vanni E, Bottoni E, Cariboni U, Veronesi J. Robotic lung cancer surgery: review of experience and costs. *J Vis Surg*, 2017; 3: 39.
6. Ettinger DS, Wood DE, Aggarwal C, Aisner DL, Akerley W, Bauman JR, et al. NCCN Guidelines Insights: Non-Small Cell Lung Cancer, Version 1.2020. *J Natl Compr Canc Netw*. 2019;17(12):1464-1472.
7. Nasir BS, Bryant AS, Minnich DJ, Wei B, Cerfolio RJ. Performing robotic lobectomy and segmentectomy: cost, profitability, and outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2014;98(1):203-8; discussion 208-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.02.051>.
8. Tsukazan MTR, Terra RM, Vigo Á, Fortunato GA, Camargo SM, de Oliveira HA, et al. Video-assisted thoracoscopic surgery yields better outcomes than thoracotomy for anatomical lung resection in Brazil: a propensity score-matching analysis using the Brazilian Society of Thoracic Surgery database. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2018;53(5):993-998.
9. Cerfolio RJ, Ghanim AF, Dylewski M, Veronesi G, Spaggiari L, Park BJ. The long-term survival of robotic lobectomy for non-small cell lung cancer: A multi-institutional study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;155(2):778-786.
10. Rajaram R, Mohanty S, Bentrem DJ, Pavey ES, Odell DD, Bharat A, et al. Nationwide Assessment of Robotic Lobectomy for Non-Small Cell Lung Cancer. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(4):1092-1100.
11. Terra RM, Bibas BJ, Haddad R, Milanez-de-Campos JR, Nabuco-de-Araujo PHX, Teixeira-Lima CE, et al. Robotic thoracic surgery for non-small cell lung cancer: initial experience in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2020;46(1):e20190003.
12. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, Cates CJ, Cheng H-Y, Corbett MS, Eldridge SM, Hernán MA, Hopewell S, Hróbjartsson A, Junqueira DR, Jüni P, Kirkham JJ, Lasserson T, Li T, McAleenan A, Reeves BC,

Shepperd S, Shrier I, Stewart LA, Tilling K, White IR, Whiting PF, Higgins JPT. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* 2019; 366: 14898.

13. Sterne JAC, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, Henry D, Altman DG, Ansari MT, Boutron I, Carpenter JR, Chan AW, Churchill R, Deeks JJ, Hróbjartsson A, Kirkham J, Jüni P, Loke YK, Pigott TD, Ramsay CR, Regidor D, Rothstein HR, Sandhu L, Santaguida PL, Schünemann HJ, Shea B, Shrier I, Tugwell P, Turner L, Valentine JC, Waddington H, Waters E, Wells GA, Whiting PF, Higgins JPT. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomized studies of interventions. *BMJ* 2016; 355; i4919; doi: 10.1136/bmj.i4919.

14. Yang HX, Woo KM, Sima CS, Bains MS, Adusumilli PS, Huang J, Finley DJ, Rizk NP, Rusch VW, Jones DR, Park BJ. Long-term survival based on the surgical approach to lobectomy for clinical stage I non-small cell lung cancer: comparison of robotic, video assisted thoracic surgery, and thoracotomy lobectomy. *Annals of surgery*. 2017 Feb;265(2):431.

15. Gondé H, Laurent M, Gillibert A, Sarsam OM, Varin R, Grimandi G, Peillon C, Baste JM. The affordability of minimally invasive procedures in major lung resection: a prospective study. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*. 2017 Sep 1;25(3):469-75.

16. Xie B, Sun X, Qin Y, Liu A, Miao S, Jiao W. Short-term outcomes of typical versus atypical lung segmentectomy by minimally invasive surgeries. *Thoracic cancer*. 2019 Aug;10(9):1812-8.

17. Chai T, Lin Y, Shen Z, et al. Comparison between video-assisted thoracoscopic lung cancer resection and robot-assisted lung cancer resection: Protocol for a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(11):e14790.

18. Alam, Naveed, and Raja M. Flores. "Video-assisted thoracic surgery (VATS) lobectomy: the evidence base." *JSLs: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2007 Jul-Sep; 11(3):368–374.

19. Guo F, Ma D, Li S. Compare the prognosis of Da Vinci robot-assisted thoracic surgery (RATS) with video-assisted thoracic surgery (VATS) for non-small cell lung cancer: A Meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(39):e17089.

20. Nelson DB, Lapid DJ, Mitchell KG, Correa AM, Hofstetter WL, Mehran RJ, Rice DC, Sepesi B, Walsh GL, Vaporciyan AA, Swisher SG. Perioperative outcomes for stage I non-small cell lung Cancer: differences between men and women. *The Annals of thoracic surgery*. 2018 Nov 1;106(5):1499-503.

21. Katie E O’Sullivan, Usha S Kreaden, April E Hebert, Donna Eaton, Karen C Redmond, A systematic review and meta-analysis of robotic versus open and video-assisted thoracoscopic surgery approaches for lobectomy, *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2018 Nov 27;28(4):526–34.

22. Oh, D. S., Reddy, R. M., Gorrepati, M. L., Mehendale, S., & Reed, M. F. (2017). Robotic-Assisted, Video-Assisted Thoracoscopic and Open Lobectomy: Propensity-Matched Analysis of Recent
23. Liang H, Liang W, Zhao L, Chen D, Zhang J, Zhang Y, Tang S, He J. Robotic versus video-assisted lobectomy/segmentectomy for lung cancer: a meta-analysis. *Annals of surgery*. 2018 Aug 1;268(2):254-9.
24. Möller T, Egberts JH, Eichhorn M, Hofmann HS, Krüger I, Rückert JC, Sandhaus T, Steinert M. Current status and evolution of robotic-assisted thoracic surgery in Germany—results from a nationwide survey. *J Thorac Dis*. 2019 Nov;11(11):4807-4815.
25. Keeney-Bonthrone TP, Frydrych LM, Karmakar M, Hawes AM, Reddy RM. Robot-assisted vs. video-assisted thoracoscopic lobectomy: a systematic review of cost effectiveness. *Video-assist Thorac Surg*. 2020;5:4.
26. Ma J, Li X, Zhao S, Wang J, Zhang W, Sun G. Robot-assisted thoracic surgery versus video-assisted thoracic surgery for lung lobectomy or segmentectomy in patients with non-small cell lung cancer: a meta-analysis. *BMC cancer*. 2021;21(1):1-6.