

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Tecnologia robótica aplicada no tratamento cirúrgico do cancro gástrico

Mafalda Inês Rodrigues Peixoto Freitas

M

2021



Artigo de Revisão Bibliográfica

TECNOLOGIA ROBÓTICA APLICADA NO TRATAMENTO CIRÚRGICO DO CANCRO GÁSTRICO

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Medicina, submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto.

AUTORA: Mafalda Inês Rodrigues Peixoto Freitas

Estudante do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto

Endereço: Rua de Jorge Viterbo Ferreira nº 228, 4050-313 Porto

Nº de aluno: 201505721

Endereço eletrónico: mafa.rodri20@gmail.com

ORIENTADORA: Doutora Raquel da Inez Correia

Assistente Hospitalar da Unidade de Cirurgia Extradigestiva do Serviço de Cirurgia Geral do

Centro Hospitalar Universitário do Porto, EPE – Hospital de Santo António

Assistente do Mestrado Integrado em Medicina do Instituto de Ciências

Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Endereço: Largo Prof. Abel Salazar, 4099-001 Porto

COORIENTADOR: Doutor Ricardo Marcos Pinto

Assistente Hospitalar do Serviço de Gastroenterologia do Centro Hospitalar Universitário do Porto,

EPE – Hospital de Santo António

Professor Auxiliar Convidado do Mestrado Integrado em Medicina do Instituto

de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto Endereço: Largo

Prof. Abel Salazar, 4099-001 Porto

Porto, junho de 2021

Estudante

Agatha Imo R. B. Freitas

Orientação

Raquel de Fátima

Coorientação

Thirando José Marcos Rente

Agradecimentos

À Doutora Raquel da Inez Correia, pela sua dedicação, disponibilidade e paciência para comigo, cuja contribuição foi absolutamente imprescindível para a elaboração desta dissertação.

Ao Doutor Ricardo Marcos Pinto, por ter aceitado a coorientação e fazer parte deste trabalho.

À Doutora Raquel Torres, pelo apoio e paciência para comigo.

Aos meus pais e avô pelo apoio incondicional, força e motivação.

Aos meus amigos pelo apoio emocional, força, motivação e pela companhia de estudo.

Resumo

Introdução: O cancro gástrico é a terceira causa de morte por cancro no mundo. Em Portugal apresenta uma taxa de incidência bruta de 27.8 / 100.000 habitantes. A gastrectomia com intenção curativa é a estratégia que proporciona maior sobrevivência a longo prazo e possibilidade de cura. Os avanços tecnológicos, aplicados aos cuidados perioperatórios e à técnica cirúrgica, levaram à aplicação progressiva de abordagens minimamente invasivas no tratamento cirúrgico do cancro gástrico e aumentaram o armamentário cirúrgico para realizar a ressecção do cancro gástrico. A gastrectomia laparoscópica foi reportada pela primeira vez em 1994 e a gastrectomia robótica em 2003. Em Portugal, o primeiro robô cirúrgico, utilizado no Serviço Nacional de Saúde, encontra-se em atividade e a formar cirurgiões desde junho de 2019.

Objetivos: Realizar uma revisão bibliográfica acerca dos resultados publicados sobre as vantagens e limitações das diferentes abordagens cirúrgicas: laparotomia, laparoscopia e robótica. Fazer uma análise individualizada de aspetos relacionados com morbilidade e mortalidade operatória e resultados oncológicos da técnica robótica, comparando-os com aqueles da cirurgia laparotómica e laparoscópica.

Resultados: Comparativamente às outras técnicas, a gastrectomia robótica parece estar associada a menor perda hemática intraoperatória, menor incidência de algumas complicações pós-operatórias, diminuição do tempo de recuperação da função gastrointestinal e do tempo de internamento, assim como uma retoma mais rápida à vida laboral. Os restantes resultados perioperatórios e oncológicos serão comparáveis. Estes resultados foram vistos tanto em cancro gástrico de estadio inicial como avançado, independentemente do tipo de ressecção (total ou subtotal). A gastrectomia robótica parece cumprir os pressupostos da cirurgia oncológica do cancro gástrico e ser particularmente vantajosa na linfadenectomia D2 (preconizada nos estadios avançados), estando associada a um maior número de gânglios linfáticos ressecados (na linfadenectomia). Poderá ser útil em populações específicas como obesos. As principais desvantagens da gastrectomia robótica são o prolongado do tempo cirúrgico (total) e os custos elevados.

Conclusão: A gastrectomia robótica parece ser uma abordagem cirúrgica segura, viável e alternativa à gastrectomia laparoscópica e gastrectomia aberta, embora sejam necessários mais ensaios clínicos multicêntricos controlados e randomizados, com grandes amostras para corroborar as suas vantagens em relação às outras técnicas.

Palavras-chave: Cancro gástrico; Gastrectomia; Laparoscopia; Cirurgia robótica.

Abstract

Gastric cancer is the third leading cause of death by cancer in the world. Portugal has an incidence rate of 27.8 / 100.000 inhabitants. Gastrectomy with curative intent remains the strategy that offers hope for greater long-term survival and possibility of a cure. Technological advances in perioperative care and surgical technique had led to the progressive application of minimally invasive approaches in surgical treatment of gastric cancer and had increased the surgical armamentarium to perform gastric cancer resection. Laparoscopic gastrectomy was first reported in 1994 and robotic gastrectomy in 2003. In Portugal, the first surgical robot in National Health Service has been operating and training surgeons since June 2019.

Objectives: To carry out a literature review on the published results on the advantages and limitations of different surgical approaches: laparotomy, laparoscopy and robotics. To make an individualized analysis of aspects related to operative morbidity and mortality and oncological results of the robotic technique, comparing them with those of laparotomic and laparoscopic surgery.

Results: When compared to laparoscopic and open gastrectomy, robotic gastrectomy appears to be associated with less intraoperative blood loss, less incidence of some postoperative complications, decreased recovery time of the gastrointestinal function and hospital stay, as well as a faster returning to working life. The remaining perioperative and oncological results are comparable. These results were seen in both early and advanced stage gastric cancer, regardless of the type of gastrectomy (total or subtotal). Robotic gastrectomy seems to fulfill the assumptions of gastric cancer oncological surgery and be particularly advantageous in D2 lymphadenectomy (recommended in advanced stages), being associated with a greater number of resected lymph nodes (at the time of lymphadenectomy). It may be useful in specific populations such as obese. The main disadvantages of robotic gastrectomy are the prolonged (total) surgical time and the high costs.

Conclusion: Robotic gastrectomy appears to be a safe, reliable and an alternative surgical approach to laparoscopic gastrectomy and open gastrectomy, although more multicenter randomized controlled clinical trials, with large sample are needed to corroborate its advantages over other techniques.

Keywords: Gastric Cancer; Gastrectomy; Laparoscopic; Robotic Surgery.

Lista de Abreviaturas

AESOP- *Automated Endoscopic System for Optimal Positioning*

AJCC- *American Joint Committee on Cancer*

CGA- Cancro gástrico avançado

CGP- Cancro gástrico precoce

FPPO- Fístula pancreática pós-operatória

GDLA- Gastrectomia distal laparoscópica

GA- Gastrectomia aberta (por laparotomia)

GDA- Gastrectomia distal aberta (por laparotomia)

GL- Gastrectomia laparoscópica

GR- Gastrectomia robótica

GRD- Gastrectomia robótica distal

GTA- Gastrectomia total aberta (por laparotomia)

GTL- Gastrectomia total laparoscópica

IMC- Índice de massa corporal

IUAC- *International Union Against Cancer*

KLASS- Grupo de Estudo de Cirurgia Laparoscópica Gastrointestinal

NCCN- *National Comprehensive Cancer Network*

PROBOT- *Prostate Robot*

PUMA- *Programmable Universal Machine for Assembly*

TNM- Classificação de Tumores Malignos

Índice

Agradecimentos	iv
Resumo.....	v
Abstract	vi
Lista de Abreviaturas.....	vii
Lista de Tabelas	x
Lista de Figuras.....	xi
Introdução.....	1
1. Cancro Gástrico	1
2. Técnicas minimamente invasivas.....	3
3. Cirurgia Robótica.....	4
Objetivos	7
Metodologia.....	7
Desenvolvimento	9
1. Descrição sumária das técnicas.....	9
1.1. Laparotomia	9
1.2. Laparoscópica.....	10
1.3. Robótica	12
2. Abordagem laparotómica vs. Laparoscópica	14
2.1. Gastrectomia no cancro gástrico em estadio inicial	14
2.2. Gastrectomia no cancro gástrico em estadio avançado	15
3. Robótica vs. laparotomia e laparoscopia	17
3.1. Resultados perioperatórios.....	18
3.1.1. Tempo Cirúrgico	18
3.1.2. Perda de sangue intraoperatória	19
3.1.3. Conversão e reintervenção	20
3.1.4. Complicações pós-operatórias.....	21
3.1.5. Deiscência de anastomose	21
3.1.6. Fístula pancreática pós-operatória	23
3.1.8. Recuperação funcional.....	25
3.1.9. Retoma à vida laboral.....	27
3.1.10. Custo.....	27
3.2. Resultados oncológicos	28

3.2.1.	Margens Cirúrgicas.....	28
3.2.2.	Número de gânglios linfáticos ressecados	29
3.2.3.	Resultados a longo prazo (Mortalidade, Sobrevida global, Sobrevida livre de doença e Recorrência).....	31
3.3.	Curva de aprendizagem.....	32
4.	Gastrectomia Robótica contra-indicações	33
	Conclusão	34
	Perspetivas futuras.....	36
	Anexos.....	38
	Lista de Tabelas	38
	Lista de Figuras.....	39
	Referências bibliográficas	41

Lista de Tabelas

Tabela I. Classificação das Complicações Cirúrgicas de Clavien-Dindo.....	38
--	-----------

Lista de Figuras

Figura 1. Metodologia de seleção de artigos adaptado de *PRISMA Flow Diagram*.....39

Figura 2. Numeração e localização das cadeias de gânglios linfáticos, de acordo com a primeira edição de *The General Rules of the Japanese Research Society for Gascic Cancer*40

Introdução

1. Cancro Gástrico

O cancro gástrico encontra-se entre as cinco neoplasias mais frequentes no Mundo, com uma incidência de 13.5 / 100.000¹ pessoas, e maior predomínio no Sul da Europa, América Latina e Este Asiático. ¹⁻⁷

Em relação a Portugal, dados de 2010, mostram uma taxa de incidência bruta de cancro gástrico de 27.8 / 100.000 habitantes, inferior à do cancro da próstata, mama, cólon e traqueia-brônquios-pulmão. ⁸

A elevada incidência de cancro gástrico no Este Asiático deve-se, presumivelmente, à elevada taxa de infeção por *Helicobacter pylori* – fator de risco mais relevante - e aos hábitos alimentares orientais, nomeadamente, o elevado consumo de alimentos fumados, preservados em sal e nitritos. ^{2,3,5,9} Nos países ocidentais, o aumento significativo da obesidade e de doenças do refluxo gastroesofágico são os principais responsáveis pelo aparecimento da patologia ¹⁻³. De acordo com Russo, A. E., et al³, nos Estados Unidos da América são diagnosticados a cada ano cerca de 25.000 novos casos de cancro gástrico. Contudo, a incidência global da doença continua a diminuir, devido, essencialmente, aos avanços a nível de tratamentos, rastreio, bem como à adoção de estilos de vida mais saudáveis. ^{5,6}

De acordo com a literatura, a sobrevida do cancro gástrico no Oriente tende a ser melhor, possivelmente, devido à consciencialização populacional para a patologia. A instituição de programas de rastreio com elevadas taxas de adesão permite o diagnóstico mais atempado e em estadios iniciais da neoplasia. ^{3,5,9}

Apesar destas diferenças epidemiológicas, os protocolos de rastreio, a biologia tumoral e a abordagem terapêutica são cada vez mais semelhantes em todo o Mundo. ³

As neoplasias gástricas malignas podem ser classificadas de acordo com o tipo histológico, sendo as mais comuns o adenocarcinoma (tumor de origem glandular que corresponde a cerca de 95%¹⁰ dos casos), o linfoma de MALT, o tumor do estroma gastrointestinal e o tumor neuroendócrino. Histologicamente, segundo a Classificação de Lauren, o adenocarcinoma pode ser classificado em difuso ou intestinal. ^{5,6,9}

O adenocarcinoma difuso (mal diferenciado) apresenta, microscopicamente, células em anel de sinete e está relacionado com alterações genéticas hereditárias, nomeadamente na E-caderina / mutação CDH1. Anatomicamente, é mais frequente na zona proximal do estômago (cárdia) e é um cancro gástrico associado a pior prognóstico, também devido à manifestação sintomática tardia no decurso da doença. A sua incidência é semelhante em todas as populações, sendo mais prevalente em mulheres jovens. ^{3,5,6,9}

O adenocarcinoma do tipo intestinal (bem diferenciado) é mais comum em doentes idosos e/ou de raça negra. Esta neoplasia está associada a fatores ambientais como a infeção por *Helicobacter pylori*, o tabagismo e a dieta alimentar. Localiza-se, mais frequentemente, na zona distal do estômago; contudo, existem também adenocarcinomas de tipo intestinal na zona proximal do estômago que são associados a obesidade e a refluxo gastroesofágico. ^{3,5,6,9}

O adenocarcinoma difuso proximal e adenocarcinoma intestinal proximal têm uma incidência elevada no Ocidente. São cancros com pior prognóstico uma vez que tendem a manifestar-se clinicamente em estadios mais avançados. ^{3,5,9,11}

O estadiamento e a abordagem terapêutica são frequentemente baseados nas recomendações da *American Joint Committee on Cancer (AJCC)* e *International Union Against Cancer (IUAC)* que utiliza o sistema de classificação TNM (tumor (T), gânglios linfáticos (N), metástases (M)) de tumores malignos. Contudo, as comorbilidades do doente e a predileção do cirurgião também são fatores que influenciam a decisão terapêutica. ^{1,3,9}

Relativamente ao tratamento, a cirurgia é a primeira opção no cancro gástrico localizado, sendo que o principal objetivo é a resseção tumoral completa com margens negativas adequadas. O tipo de resseção (gastrectomia subtotal ou total) e a extensão da linfadenectomia ainda são objeto de debate.

As gastrectomias subtotais ou parciais poupam o 1/3 - 1/5 proximal do estômago. É a abordagem preferencial dos cancros do estômago distal. As neoplasias que invadem a *muscularis* própria (T maior ou igual a 2) necessitam de margens livres de doença de 3cm nas lesões macroscopicamente expansivas (polipoides ou ulceradas) e de 5cm nas infiltrativas (ulcero infiltrativas e infiltrativas difusas). ¹²

O principal objetivo da cirurgia é a resseção completa com margens negativas (R0) associada a linfadenectomia - mais ou menos extensa (com pelo menos 16 gânglios linfáticos) – e com benefício, em termos de sobrevida, mesmo na doença avançada. ^{1,3,5,9,13}

A extensão da linfadenectomia é influenciada pelo estadió do cancro gástrico. A linfadenectomia D1 que implica a exérese do pequeno e do grande epíploon (incluindo os gânglios linfáticos peri-cárdia, daqueles da grande e pequena curvatura gástrica, assim como os gânglios peri-pilóricos e ao longo da artéria gástrica direita) será adequada para estadios iniciais.^{2,3,9,13-15}

Nos estadios mais avançados, há benefício na realização de linfadenectomia D2. Esta inclui a linfadenectomia D1 alargada aos gânglios linfáticos ao longo da artéria gástrica esquerda, artéria hepática comum, tronco celíaco e artéria esplénica.^{2,3,9,13-15} Segundo Russo, A. E., et al³, há um aumento da sobrevida após gastrectomia com remoção de um mínimo de 16 gânglios linfáticos, sendo a linfadenectomia D2 aquela que com mais probabilidade atinge esse objetivo.

As *guidelines* da *National Comprehensive Cancer Network* (NCCN) recomendam a realização de gastrectomia com linfadenectomia D1 ou D2 modificada (com o objetivo de excisão de pelo menos 16 gânglios linfáticos) nos doentes com cancro gástrico localizado ressecável, ressaltando que as linfadenectomias D2 apenas devem ser realizadas em centros com experiência. A ressecção pancreática profilática não é recomendada na linfadenectomia D2 e a esplenectomia está indicada se houver invasão direta ou se tiver extensa doença ganglionar a nível do hilo esplénico.¹⁶

As modalidades terapêuticas combinadas (quimioterapia neoadjuvante, quimiorradioterapia pré-operatória ou pós-operatória) podem aumentar significativamente a sobrevida nos doentes com doença locorregional. A quimioterapia perioperatória está indicada na maioria dos cancros do estômago (estadio superior a IA).

2. Técnicas minimamente invasivas

Com os avanços tecnológicos na área da medicina começaram a surgir novas abordagens cirúrgicas, com recurso a técnicas minimamente invasivas - procedimentos cirúrgicos ou de diagnóstico associados a menor dano à integridade física do doente. Estas técnicas foram introduzidas pela primeira vez, em 1865 (século XVIII), por Desormeaux.¹⁷

Todavia, apenas em 1986, aquando do aparecimento da videolaparoscopia, é que as técnicas minimamente invasivas adquiriram relevância global. Atualmente, são aplicadas a várias especialidades médicas, médico-cirúrgicas e cirúrgicas - urologia, ortopedia, ginecologia, cirurgia geral, vascular e torácica- tanto para procedimentos cirúrgicos como para exames complementares de diagnóstico.^{4,17}

As abordagens minimamente invasivas ao cancro gástrico surgiram há, aproximadamente, 30 anos¹. As técnicas usadas são a endoscópica, a laparoscópica e a robótica. Kitano e a sua equipa relataram a primeira gastrectomia subtotal laparoscópica para tratamento de um cancro gástrico em 1994.^{3,13} Desde então, as técnicas minimamente invasivas tornaram-se amplamente utilizadas e investigadas a nível mundial.

No cancro gástrico precoce de baixo risco, a abordagem endoscópica (resseção mucosa ou submucosa) é uma opção, principalmente, em países asiáticos. No Japão e Coreia, mais de 50% das gastrectomias são, atualmente, realizadas por via laparoscópica. Esta técnica é realizada com mais frequência nestes países devido à epidemiologia do cancro gástrico.^{3,13}

3. Cirurgia Robótica

A cirurgia robótica é uma técnica minimamente invasiva onde, atualmente, são usados dispositivos robotizados, controlados de forma ativa pelo cirurgião (exemplo: *Da Vinci*), sem elementos pré-programados ou autónomos, como o *Prostate Robot* (PROBOT). Ou seja, os braços robóticos respondem em tempo real aos comandos do cirurgião e replicam com extrema precisão os movimentos dos punhos, mãos e dedos.^{15,18}

O primeiro procedimento médico auxiliado por um robô foi desenvolvido por Kwoh e equipa em 1985, através do sistema robótico *Programmable Universal Machine for Assembly* (PUMA) 560. Este permitiu realizar biópsias neurocirúrgicas e cirurgias cerebrais estereotáxicas com maior precisão.¹⁸

Mais tarde, a *Integrated Surgical Supplies Ltd* desenvolveu o PROBOT, utilizado para cirurgias de resseção transuretral da próstata. Na década de 90 outros sistemas surgiram, como por exemplo, o *Automated Endoscopic System for Optimal Positioning* (AESOP), desenvolvido pela *Computer Motion*.¹⁸

Em 1998, o sistema robótico ZEUS, desenvolvido pela *Computer Motion*, foi utilizado em cirurgia pela primeira vez, numa reanastomose de uma trompa de Falópio. Relativamente, ao sistema *Da Vinci*, desenvolvido pela *Integrated Surgical Supplies Ltd*, entre 1997 e 1998, este começou a ser utilizado para procedimentos cirúrgicos. Estes sistemas rivais dominaram o campo da cirurgia robótica durante uma década, até 2003, momento em que os sistemas ZEUS e *Da Vinci* foram unificados devido à fusão da *Computer Motion* e da *Intuitive Surgical*. Como resultado, todos os desenvolvimentos foram centrados no sistema *Da Vinci*, tornando-o o sistema base da cirurgia robótica. Desta forma, o sistema ZEUS foi descontinuado.¹⁸

Os primeiros protótipos robóticos (o *Vince S e Si*) eram limitados a nível de mobilidade entre os quadrantes abdominais. No entanto, a cirurgia robótica evoluiu e, na atualidade a maioria dos primeiros protótipos foram substituídos pelo *Vinci Xi*, em 2014. ^{19,20}

O *Da Vinci Surgical System* é utilizado em procedimentos cirúrgicos de várias especialidades, principalmente de urologia e ginecologia ¹⁴. Em Portugal, o primeiro robô cirúrgico doado ao Serviço Nacional de Saúde, concretamente ao Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Central - Hospital Curry Cabral, encontra-se em atividade e a formar cirurgiões desde junho de 2019. Antes disso, várias entidades privadas já o possuíam, como a CUF e o Hospital da Luz. ^{21,22}

Este robô permite ao cirurgião visualizar o campo cirúrgico em 3 dimensões, através de uma câmara estabilizada e controlada pelo próprio. A câmara permite uma maior ampliação da imagem (10 vezes) e o sistema mecânico permite maior liberdade (sete graus, *EndoWrist*®), articulação (90°), rotação (540°) e precisão dos movimentos, através de instrumentos de pulso e redutores de tremor. Não obstante, para que uma cirurgia robótica seja bem-sucedida são necessários um cirurgião e uma equipa capacitada e experiente nesta técnica. ^{1-3,13,19}

O sistema *Da Vinci Xi* apresenta um acoplamento mais fácil devido à rotação de *boom aéreo* com mira laser, um endoscópico de 8mm que pode ser usado por qualquer braço e braços estreitos mais compridos e com maior amplitude de movimentos, permitindo ao cirurgião um melhor alcance auxiliando, assim, cirurgias multiquadrantes que de outra forma necessitariam de múltiplos acoplamentos dos braços robóticos ao doente. ^{19,20}

No que diz respeito aos resultados cirúrgicos, muitos estudos relativos a diversas patologias relatam benefício do sistema robótico Xi, comparada com a S ou Si. No entanto, em relação ao cancro gástrico, Alhossaini, R. M., et al²⁰ afirmam que não há diferença estaticamente significativa (trata-se do único estudo que compara estes sistemas robóticos no cancro gástrico).

A utilização desta técnica no cancro gástrico foi reportada pela primeira vez no Japão, em 2003, pela equipa liderada por Hashizume. A grande incidência desta patologia no Este Asiático foi, possivelmente, a responsável pelo maior desenvolvimento da abordagem robótica nesta região, relativamente aos países ocidentais. A primeira gastrectomia robótica nos Estados Unidos da América foi realizada em 2007. ^{3,13} Assim, a maioria dos dados relativos ao tratamento do cancro gástrico foram desenvolvidos no Leste da Ásia. Todavia, relativamente à técnica robótica, persiste a necessidade de estudos randomizados multicêntricos prospetivos.

Relativamente ao Ocidente, esta abordagem ainda não é muito utilizada, porém tem-se tornado mais aceita e praticada em todo o Mundo. ^{1,2} Cada vez mais cirurgiões procuram esta técnica minimamente invasiva mais precisa e com possíveis benefícios relativamente à laparoscopia e laparotomia.

Objetivos

Fazer uma revisão da bibliografia existente sobre o tema e uma seleção da informação mais atual e relevante, tendo em vista o compêndio do conhecimento existente até à data.

Rever os resultados publicados acerca das vantagens e limitações da laparoscopia *versus* laparotomia e robótica *versus* laparoscopia e laparotomia, contraindicações para a aplicação da tecnologia robótica, assim como das curvas de aprendizagem destas técnicas minimamente invasivas no tratamento cirúrgico do cancro gástrico.

Fazer uma análise individualizada de aspetos relacionados com morbilidade e mortalidade operatória e resultados oncológicos da técnica robótica, comparando-os com aqueles da cirurgia laparotómica e laparoscópica.

Metodologia

Recorrendo à base de dados *Pubmed*[®], procedeu-se a uma pesquisa sistemática de artigos científicos publicados entre 1999 e 2020, redigidos em língua portuguesa ou inglesa, que têm por base a experiência clínica em cirurgia gástrica minimamente invasiva (laparoscópica ou robótica) e laparotómica.

As palavras-chave selecionadas foram: *Gastric Cancer; Gastrectomy; Laparoscopic; Robotic Surgery*. Emparelhou-se cancro gástrico com gastrectomia e laparoscopia, assim como cirurgia robótica com cancro gástrico. Obtivera-se 3992 resultados no somatório.

Quando relevantes, as referências listadas nos artigos selecionados foram consultadas e analisadas, tendo sido referidos 25 artigos adicionais.

Artigos duplicados e/ou com título e *abstract* não relacionados com o tema e objetivos, como por exemplo, cirurgia robótica aplicada noutras patologias, foram excluídos (restando 1595 artigos).

Foram selecionados os artigos mais relevantes, de acordo com autores e ano de publicação, tendo sido privilegiados os artigos mais recentes e frequentemente citados (126 artigos).

Por fim, artigos que cumpriam os critérios de exclusão (artigos escritos em língua que não inglês ou português, artigos em formato *case report* ou que não possuem dados suficientes) foram eliminados.

Assim, foram incluídos 116 artigos na realização deste trabalho. Foi utilizada uma adaptação do modelo *PRISMA Flow Diagram* para esta análise (Figura 1.).

Por último, foram analisadas as respectivas referências bibliográficas para realizar a revisão bibliográfica sistemática. Em relação à sua organização, foi utilizado o programa *EndNote*®.

Desenvolvimento

1. Descrição sumária das técnicas

1.1. Laparotomia

Em qualquer abordagem cirúrgica ao cancro gástrico, o doente deve ser colocado em decúbito dorsal na marquesa do bloco operatório, com dispositivos de compressão elástica nos membros inferiores (para profilaxia da trombose venosa) e sonda nasogástrica. Deve ser administrada uma cefalosporina de segunda geração como profilaxia de infeção do local cirúrgico, aquando da indução anestésica. O procedimento é realizado sob anestesia geral. ^{11,15}

O acesso à cavidade peritoneal é realizado por uma incisão cutâneomuscular, que depende da anatomia e da função respiratória do doente. Assim, poderá ser realizada uma incisão mediana (mais frequente) ou uma incisão subcostal bilateral (menos impacto na dinâmica respiratória no pós-operatório).

É explorada a cavidade peritoneal a fim de excluir metastização hepática ou peritoneal macroscópica. Se forem identificadas lesões milimétricas ou suspeitas, estas devem ser biopsadas e enviadas para exame extemporâneo para excluir metastização.

Procede-se ao descolamento colo-epiploico, seguida do esvaziamento ganglionar dos grupos selecionados. Na maioria dos casos, a linfadenectomia deve incluir os gânglios linfáticos regionais perigástricos (D1) e aqueles ao longo dos vasos do tronco celíaco (D2), com o objetivo de excisar, pelo, menos 16 gânglios linfáticos.

A secção duodenal realiza-se a 1-2cm do piloro com máquina de sutura automática.

Nas gastrectomias subtotais, a secção gástrica é realizada após retirada da sonda nasogástrica, com máquina de sutura automática.

Nas gastrectomias totais a secção esofágica é realizada após a libertação completa do esófago em toda a circunferência e a secção dos nervos vagos. Pode ser efetuada uma anastomose manual ou mecânica com máquina de sutura automática.

A extensão tumoral a órgãos vizinhos pode obrigar a realizar resseção em bloco alargada a outras vísceras, como o baço, pâncreas ou lobo esquerdo do fígado. Na resseção alargada a órgãos

adjacentes, é importante não haver ruptura da peça operatória, dado o risco de disseminação peritoneal, com impacto na sobrevivência do doente.

A esplenectomia de princípio pode estar indicada se houver conglomerado adenopático volumoso ao longo da cadeia esplénica.

A reconstrução da continuidade intestinal pode ser concretizada de várias formas com diferentes resultados em termos funcionais e de morbidade. A montagem (anastomose esofagojejunal ou gastrojejunal) a uma ansa jejunal em Y-Roux é a reconstrução preferencial, uma vez que está associada a melhores resultados, e é a mais amplamente utilizada.

Doentes propostos para tratamento adjuvante com quimiorradioterapia pós-operatória, após gastrectomia total, podem beneficiar da colocação de jejunostomia de alimentação.

1.2. Laparoscópica

A abordagem laparoscópica pode ser uma opção na ressecção oncológica do cancro gástrico, desde que o cirurgião tenha experiência em realizar o gesto cirúrgico (que inclui a gastrectomia e a linfadenectomia).

Atualmente, esta abordagem é utilizada, preferencialmente, em lesões que não necessitem de linfadenectomia extensa (cancro gástrico precoce ou em estadios iniciais) ou em doentes propostos para gastrectomias profiláticas - como os doentes portadores de mutação no gene CDH1. Também é uma boa opção para realização de gastrectomias atípicas nos tumores do estroma gastrointestinal. Pode ser, inclusivamente, aplicada em algumas lesões localmente avançadas ressecáveis.

As medidas de profilaxia de tromboembolismo e de infeção de local cirúrgico são semelhantes à abordagem laparotómica.

O doente é posicionado em decúbito dorsal, com inclinação entre 30 e 40 graus, em posição de *Trendelenburg* invertida e as pernas abduzidas com um ângulo de 30 graus. O cirurgião principal posiciona-se entre as pernas do doente. O cirurgião ajudante e a enfermeira instrumentista posicionam-se à direita do doente, com a torre de laparoscopia ao nível do ombro esquerdo do doente.

O pneumoperitoneu pode ser realizado pelo método aberto ou fechado, com agulha de Veress com uma pressão de 12-15 mmHg.^{11,19,23}

O número de incisões cutâneo-musculares (habitualmente, 5) e o seu posicionamento pode variar. Usando a técnica padrão de cinco portas, é realizada uma incisão peri umbilical de 10-12mm, para colocação de câmara, e mais 4 incisões de 5-12mm, colocadas estrategicamente e, sensivelmente, a 4-5 dedos de distância entre elas. Pode ainda ser colocado um afastador *Nathanson*® (na incisão subxifoide), diretamente através da parede abdominal, para elevação do lobo esquerdo do fígado, melhorando, assim, a visão do campo cirúrgico. ^{11,19,23}

Após o posicionamento de todos os instrumentos cirúrgicos, procede-se à inspeção da cavidade peritoneal, semelhante à descrita para a técnica laparotômica. Excluída a metastização hepática e peritoneal macroscópica e verificada a extensão e localização tumoral, procede-se com o procedimento laparoscópico.

O instrumental necessário inclui uma ótica com câmara de 0 ou 30 graus, uma pinça de termocoagulação e corte do tipo tesoura ultrassônica ou *LigaSure*®, tesoura, pinças de preensão, porta-agulhas, afastador de fígado e máquinas de sutura automática do tipo *EndoGIA*®.

Nas gastrectomias subtotais, inicia-se o procedimento libertando o grande epíploon do cólon transversal. Laqueia-se o pedículo gastroepiploico junto da sua origem na artéria gastroduodenal. Disseca-se os gânglios pré-pilóricos. Disseca-se circunferencialmente o duodeno proximal. Secciona-se o duodeno com uma máquina de sutura automática. A artéria gástrica direita é laqueada junto da sua emergência da hepática própria e procede-se para a linfadenectomia. Pode ser necessário laquear os vasos gástricos esquerdos, a artéria gastroepiploica esquerda e alguns vasos curtos, dependendo da localização do tumor. ^{11,15,19,23,24}

O nível da seção gástrica proximal depende da localização do tumor. Uma margem mínima de 4cm (3-5cm) de margem livre de doença é adequada. O estômago é seccionado com máquina de sutura automática linear, após remoção do tubo orogástrico ou nasogástrico.

A reconstituição da continuidade digestiva pode ser realizada com uma gastrojejunostomia em Y-Roux ou a ansa Billroth II. A gastrojejunostomia deve ser realizada à parede posterior do estômago, com uma máquina de sutura automática linear. A sonda nasogástrica pode ser reposicionada no coto gástrico, proximalmente à anastomose. Pode ser deixado um dreno junto do coto duodenal.

A peça deve ser removida dentro de um saco, incluindo o estômago ressecado, os gânglios linfáticos ressecados e o grande epíploon (total apenas aquando de tumores com T3 ou superior), alargando uma incisão de trocar de 12mm ou através de uma incisão outra de assistência – por ex.: supra púbica (ou *Pfannenstiel*) - protegendo a ferida com um protetor do tipo *Alexis*®, de forma a

minimizar o risco de disseminação tumoral neste local. A aponevrose dos trocars maiores de 10mm deve ser encerrada com sutura.^{11,15,19,23,24}

Na gastrectomia total, o procedimento também se inicia por laparotomia de estadiamento e é semelhante ao realizado na gastrectomia parcial. A gastrectomia total implica a mobilização completa do fundo gástrico, disseção do hiato diafragmático e dissecação da circunferência do esófago distal. Após a mobilização completa do esófago, este é seccionado por uma máquina de sutura automática. A reconstituição da continuidade digestiva é realizada com uma esofagojejunostomia a ansa Y-Roux. A extração da peça operatória obedece aos mesmos cuidados descritos previamente.

Em relação à reconstituição da continuidade digestiva, a montagem em Y de Roux é a técnica mais utilizada, tanto nas gastrectomias totais como nas subtotais. As anastomoses (esofagojejunais ou gastrojejunais, assim como a enteroenteroanastomose) podem ser realizadas com máquina de sutura automática (circular ou linear) ou com sutura manual contínua ou interrompida, em localização intracorpórea ou extracorpórea (em incisão de assistência).^{11,19,23}

A curva de aprendizagem do cirurgião depende de fatores individuais como a destreza, treino, experiência pessoal, número de doentes tratados e extensão da doença tratada. Outros fatores incluem a disponibilidade de equipamentos e a experiência dos outros membros da equipa. A formação completa pode implicar operar entre 60-90 casos.

1.3. Robótica

O sistema cirúrgico *Da Vinci* comporta três componentes principais: carrinho cirúrgico, torre de visão e consola cirúrgica. O carrinho cirúrgico, com rodas para facilitar mobilização em todas as direções, engloba quatro braços robóticos montados num chassi. A torre de comando - colocada acima da cabeça do doente - inclui a fonte de luz, o processador de vídeo, o insuflador e, na parte superior, um monitor de imagem 3D e HD para que toda a equipa observe e auxilie na cirurgia. A consola do cirurgião é constituída por dois comandos de controlo, cinco pedais -pelos quais o cirurgião manipula os braços cirúrgicos - e um monitor binocular que fornece ao cirurgião visão tridimensional do local de intervenção; engloba, também, um microfone que facilita a comunicação com a equipa cirúrgica.¹⁵

A preparação e posicionamento do doente são semelhantes aos realizados na cirurgia laparoscópica. Em relação ao cirurgião principal, este posiciona-se na consola, com o cirurgião assistente ao seu lado direito.

A realização do pneumoperitoneu é semelhante à laparoscopia. De seguida, são realizadas cinco incisões: uma na linha média (peri-umbilical) de 8-12mm para colocação da câmara; três de 8mm - uma na linha medio-clavicular direita (braço robótico nº 2), uma na linha axilar anterior direita (braço robótico nº 3) e uma na linha axilar anterior esquerda (braço robótico nº 1). Uma outra porta de 10-12mm é colocada entre a peri-umbilical e a esquerda, para o cirurgião assistente.
15,23,25

Após a colocação das portas, o abdómen é explorado laparoscopicamente, tal como descrito na técnica laparoscópica convencional e na laparotómica (para identificação de doença peritoneal radiologicamente oculta e do tumor primário). De seguida, o doente é colocado em posição de *Trendelenburg* reversa de 15° /20°. Só após estas fases é que os braços cirúrgicos do Sistema *Da Vinci* serão acoplados ao doente. Ao contrário do que acontece durante o procedimento assistido por laparoscopia convencional, o posicionamento do doente não se pode alterar ao longo do procedimento. Assim, depois de se acoplar o robô e os braços do mesmo estarem posicionados, o doente tem de permanecer na mesma posição durante todo o procedimento. Para se fazer alterações de posicionamento do doente é necessário remover os braços e todo o aparelho e reiniciar todo o processo.

O cirurgião na consola controla o braço robótico nº 1 com o controlo direito e os dois braços direitos (nº 2 e 3) alternando entre estes dois, consoante as etapas do procedimento. Habitualmente, no braço robótico nº 1 é usado para o gancho (bisturi monopolar), um dispositivo selante e de corte (Ligasure®, Ultracision®), uma tesoura monopolar curva (“hot shears”) ou um agrafador robótico; o braço nº 2 para a pinça de preensão atraumática (“Cadier”) e pinça bipolar fenestrada (“Maryland”); e o braço nº 3 para pinças de preensão. Este último auxilia nas retrações, por exemplo, do estômago, do pequeno epíplon, ligamento gastro-esplénico - técnica de suspensão -, com a colaboração do cirurgião assistente. A retração do ligamento gastro-esplénico é auxiliada também pelo 2º braço. Os instrumentos usados podem variar entre si e na sua disposição nos braços robóticos.^{11,15,19,24}

As etapas cirúrgicas serão semelhantes às da laparoscopia e laparotomia: omentectomia, disseção da grande curvatura, secção proximal do duodeno, linfadenectomia, secção do estômago ou do esófago distal e reconstrução. Alguns autores, colocam uma jejunostomia de alimentação após uma gastrectomia total.^{15,19,23}

Podem existir diferenças nas posições do assistente e até das portas cirúrgicas, contudo, o método descrito é o mais utilizado.^{11,25}

2. Abordagem laparotômica vs. Laparoscópica

2.1. Gastrectomia no cancro gástrico em estadio inicial

O primeiro ensaio clínico randomizado e controlado que comparava os resultados perioperatórios e oncológicos entre a gastrectomia distal laparoscópica (GDLA) e a gastrectomia distal aberta (GDA) foi publicado em 2002, por Kitano e colegas. Este estudo, que abrangia 28 doentes submetidos a reconstrução em Billroth I, mostrou que os doentes submetidos a GDLA tiveram menor perda hemática intraoperatória, menos dor no período pós-operatório, recuperação mais rápida e resultados oncológicos semelhantes.²⁶

Várias meta-análises²⁷⁻³¹, realizadas entre 2009 e 2018, sintetizaram os resultados obtidos nos diversos ensaios clínicos realizados na Ásia, Europa e Estados Unidos da América.

Comparativamente aos pacientes submetidos a GDA, aqueles que foram submetidos a GDLA tiveram uma menor perda sanguínea estimada, menos tempo de internamento hospitalar, menor necessidade de analgesia, menos dor pós-operatória e uma recuperação mais rápida. O retorno da função intestinal e da tolerância de ingestão oral foi mais precoce nos pacientes submetidos a GDLA.

No que diz respeito à morbidade perioperatória, na GDLA verificou-se uma diminuição da frequência de complicações gerais, médicas e cirúrgicas; não foram verificadas diferenças significativas na mortalidade a curto prazo, na morbidade e mortalidade a longo prazo, em comparação com a GDA.

Viñuela, E. F., et al³¹ classificaram as complicações pós-operatórias como médicas ou cirúrgicas. As médicas poderiam ser cardiovasculares, respiratórias, metabólicas, infeções fora do local cirúrgico, trombose venosa profunda e embolia pulmonar. As complicações cirúrgicas *major* incluíam deiscência ou fístula anastomótica, qualquer complicação que implicasse reintervenção cirúrgica, todas as coleções intra-abdominais e qualquer complicação cirúrgica que resultasse em óbito hospitalar. Por último, as complicações cirúrgicas *minor* incluíam as complicações da ferida operatória, eventos hemorrágicos, pancreatite, íleo paralítico, atraso no esvaziamento gástrico e estenose anastomótica. Afirmam que não foram verificadas diferenças significativas nas complicações *major*.

As várias meta-análises ²⁷⁻³¹ concluem, consistentemente, que há um aumento do tempo cirúrgico e um menor número de gânglios linfáticos ressecados nos esvaziamentos ganglionares na GDLA, comparativamente com a GDA.

O Grupo de Estudo de Cirurgia Laparoscópica Gastrointestinal (KLASS) da Coreia, realizou o KLASS-01³², estudo clínico multicêntrico randomizado controlado (13 instituições) a comparar a GDLA e GDA, relativamente à morbidade e mortalidade pós-operatória. Começaram a recrutar doentes, com cancro gástrico em estadio clínico I, em 2006. Os resultados foram semelhantes aos descritos anteriormente. Contudo, recentemente, foram publicados os estudos KLASS-03 e KLASS-02.

O KLASS-03³³, publicado em 2019, é um estudo multicêntrico de fase II que avalia a GTL, por cirurgias com mais de 50 gastrectomias abertas e laparoscópicas realizadas, em doentes com cancro gástrico em estadio I. Conclui que, relativamente à GDLA no KLASS-01, a GTL tem um maior tempo operatório, menor número de gânglio linfáticos recuperados e maior taxa de complicações. A GTL é considerada um procedimento desafiante em comparação com a GDLA devido, particularmente, à linfadenectomia no pâncreas distal e no hilo esplénico (áreas com um padrão vascular complexo e com maior risco de lesão pancreática) e à anastomose esofágica. Estes procedimentos estão associados a uma maior taxa de complicações infecciosas, como abscessos intra-abdominais, deiscências de anastomose, entre outros. Comparada com a GTA, não se encontraram diferenças estaticamente significativas, em relação a complicações, mortalidade e morbidade a longo prazo. Esta semelhança na taxa de complicações pode ser justificada pela elevada experiência dos cirurgiões.

O estudo KLASS-02³⁴, em relação à GTL, em estadio inicial comparada com a GTA, apresenta os mesmos resultados descritos no paragrafo anterior. De realçar que este artigo inclui cirurgiões experientes com mais de 50 procedimentos realizados por acesso laparotómico e laparoscópico.

2.2. Gastrectomia no cancro gástrico em estadio avançado

As gastrectomias no cancro gástrico em estadio avançado são mais desafiadoras e complexas, devido à extensão da dissecação, ao cuidado necessário para manter a integridade do tumor primário (frequentemente volumoso e, por vezes, aderente a outras estruturas), bem como à necessidade de linfadenectomias mais ou menos extensas. Estes fatores, juntamente com a complexidade da técnica laparoscópica, justificam algum ceticismo por parte dos cirurgiões na adoção da cirurgia laparoscópica no CGA.

Variadas meta-análises e revisões sistemáticas ³⁵⁻³⁸, publicadas entre 2013 e 2020, que reviram a literatura disponível e comparam a gastrectomia laparoscópica e aberta nos CGA, concluíram que o número de gânglios linfáticos ressecados, a mortalidade e morbidade a longo prazo, na gastrectomia laparoscópica (GL), não diferem significativamente da obtida na gastrectomia aberta (GA). Relativamente, aos resultados perioperatórios, estes são similares aos descritos no tópico do cancro gástrico em estadio inicial.

Vários estudos para CGA, como KLASS-02³⁹ publicado em 2020 (comparando a GDLA com GDA) obtiveram resultados similares aos descritos no parágrafo anterior. LOC-A⁴⁰ de 2019 (comparando a GA vs. GL), mostrou também resultados semelhantes, exceto um maior número de gânglios linfáticos ressecados com GL e uma taxa de complicações pós-operatórias semelhante entre os grupos.

De um modo geral, a GL quando comparada com a GA, é uma técnica mais delicada. Está associada a menor perda hemática intraoperatória, menos complicações das feridas operatórias, diminuição do tempo de internamento hospitalar, menor necessidade de analgésicos, menos dor pós-operatória e recuperação mais rápida. Associa-se, também, a um retorno mais precoce da função intestinal, tolerância mais precoce da ingestão oral e uma melhor qualidade de vida geral. Em relação à mortalidade e morbidade a longo prazo, não existem diferenças significativas.

Relativamente ao número de gânglios linfáticos ressecados durante a linfadenectomia, geralmente é menor na GL comparativamente com a GA. Contudo, no CGA o número de gânglios linfáticos ressecados não difere nas duas abordagens.

A linfadenectomia laparoscópica dos gânglios linfáticos ao longo da veia mesentérica superior, eixo celíaco e artéria esplénica é tecnicamente difícil e desafiante, com uma maior curva de aprendizagem para o cirurgião.

Embora possa existir alguma desvantagem devido ao número de gânglios linfáticos ressecados e à maior duração da cirurgia (devido à complexidade técnica) comparativamente com o da GA, a gastrectomia laparoscópica no cancro gástrico avançado é uma técnica segura, com vários parâmetros de resultados melhores no perioperatório e semelhantes a longo prazo. Logo, esta técnica pode ser uma alternativa adequada à GA. Todavia, no que diz respeito aos CGA e à gastrectomia total, mais estudos têm de ser desenvolvidos.

Em mãos cirúrgicas experientes, a GL é segura e uma alternativa possível à GA. As desvantagens poderão ser ultrapassadas com uma curva de aprendizagem de 50-60 casos de GL, com uma diminuição do tempo cirúrgico e um maior número de gânglios linfáticos ressecados.

Em termos de custo da GL, quando comparado com a GA, poucos estudos apresentam resultados consistentes. Hwang, H., et al⁴¹ apresentaram o primeiro estudo a comparar resultados cirúrgicos e dados económicos de saúde usando conjuntos de dados de reivindicações, referentes ao cancro gástrico na Coreia do Sul. Concluíram que as diferenças entre os custos médicos de GL e GA podem ser maiores, pois mesmo havendo menos complicações perioperatórias e menos custos pós-operatórios na GL, esta é assistida por tecnologia mais avançada e mais dispendiosa, além de manuseamento mais complexo que conduz a um maior tempo cirúrgico, ou seja, a GL torna-se mais cara que a GA.³⁵

Esta técnica minimamente invasiva poderá ser particularmente benéfica em doentes com maior índice de massa corporal (IMC), mais comorbilidades, com cancro em estadio inicial ou avançado, quando realizada por cirurgiões experientes. Segundo Shan, F., et al⁴², doentes com menos de 80 anos também beneficiam mais de GL.

3. Robótica vs. laparotomia e laparoscopia

A GL apresenta vantagens sobre GA, principalmente, por ser uma técnica menos invasiva e permitir uma visualização, pelo cirurgião, das estruturas anatómicas que são ampliadas pelo videoscópio (câmara). Este aspeto facilita a identificação, a disseção e o manuseamento seguro e preciso das estruturas vasculares, gástricas e linfáticas.^{15,19,43-49}

No entanto, a visualização bidimensional (sem noção de profundidade), o tremor fisiológico do cirurgião, a capacidade de manipulação parcialmente limitada pelo uso de pinças lineares/retas e restrição da amplitude de movimentos podem dificultar a resseção cirúrgica e linfadenectomia. A ausência da perceção tátil também pode comprometer a resseção oncológica. Adicionalmente, o inconveniente posicionamento cirúrgico (ergonomia), a complexidade técnica, a longa curva de aprendizagem assim como as complicações pós-operatórias mais frequentes (fístula pancreática pós-operatória (FPPO) e deiscência de anastomose) favoreceram a investigação de novas técnicas cirúrgicas alternativas, que possam superar estas limitações.^{15,19,43-49} A técnica desenvolvida, mais recentemente, para este intuito, foi a cirurgia robótica.

Atualmente, o sistema cirúrgico *Da Vinci* (composto por três componentes: a consola do cirurgião, a marquesa com 4 braços do doente e uma coluna de vídeo) tem sido utilizado, essencialmente, em hospitais de grande volume.

Devido ao elevado custo económico da implementação e manutenção da tecnologia robótica aplicada à cirurgia, a cirurgia robótica ainda não tem uma implementação alargada e os estudos randomizados são difíceis de implantar. Assim, a evidência atual deriva, essencialmente, de estudos comparativos prospetivos e retrospectivos.

3.1. Resultados perioperatórios

3.1.1. Tempo Cirúrgico

Segundo a literatura, a gastrectomia robótica (GR) comparativamente com a gastrectomia laparoscópica^{43,45,48-71} e aberta^{56,59,65,72-80}, quer em estadio inicial, quer em estadio avançado, apresenta um tempo total de cirurgia significativamente superior.

Procopiuc, L., et al⁸¹, comparando GR e GA em CGA, concluíram relativamente ao tempo cirúrgico que o grupo da GR demorou 320.833±85.186 minutos, enquanto o grupo da GA 243.366±57.973 minutos (p= 0.0004).

Cumpre esclarecer que tempo cirúrgico “efetivo” se refere ao tempo em que decorre a técnica cirúrgica em si. Tempo de “desperdício” é aplicado àquele em que se realiza a configuração dos instrumentos, o controlo da câmara pelo operador, o encaixe e posicionamento dos braços cirúrgicos.⁸²

Liu, H., et al⁸² confrontaram o tempo necessário para realizar uma gastrectomia robótica distal (GRD) com o necessário para realizar uma GDLA, e concluíram que, o tempo total de operação (efetivo + “desperdício”) de uma GRD era 56,8 min. superior à GDL (273,7 vs. 216,9 minutos, respetivamente; p= 0,000). Porém, o tempo efetivo de cirurgia não foi significativamente diferente. Já o tempo de “desperdício” foi 41,5 min. superior ao da GDLA (127,8 vs. 86,2 minutos, respetivamente; p= 0,001).

Assim sendo, o tempo de “desperdício” é o principal responsável por este aumento do tempo cirúrgico total da GR. Pode-se reduzir o tempo total do procedimento reduzindo o tempo de “desperdício” com estratégias como usar sistemas com configurações mais simples, dispositivos de energia mais sofisticados, realizar trocas de instrumentos mais rápidas e com mais experiência dos utilizadores.

Chen, K., et al⁸³ mostram que a GR pode ser benéfica em pacientes com excesso de peso, devido ao resultado semelhante no tempo de operação entre GR e GL em indivíduos com IMC alto (IMC > 25 kg / m²). Tendo em consideração as vantagens que proporciona, a GR pode superar as dificuldades associadas às paredes abdominais espessas e gordura intra-abdominal excessiva. Pode diminuir, também, a fadiga dos cirurgiões em cirurgias de indivíduos obesos, que por si só são mais complexas. Contudo, estudos bem desenhados e randomizados são necessários para comprovar se a GR é preferível em indivíduos obesos.⁸³

3.1.2. Perda de sangue intraoperatória

A hemorragia intraoperatória na GR foi consistentemente menor, tanto quando comparada com a GL^{43,45,49-53,55-58,60-62,64-66,71,83,84} como com a GA^{56,59,74-81}, no CGP e CGA.

Guerrini, G. P., et al⁶⁸ realizaram uma meta-análise que englobou quarenta estudos retrospectivos e um total de 17.712 mil doentes submetidos a GR ou GL e concluíram que o grupo submetido a GR perdeu, em média, 16,25cc (p < 0.0001) menos que a GL (98.77 cc e 115.02 cc, respetivamente).

Caruso, R., et al⁷² executaram um estudo prospetivo não-randomizado, onde compararam a perda de sangue entre doentes submetidos a GA e GR como abordagem ao cancro gástrico. Concluíram que a perda de sangue intraoperatória foi significativamente menor na GR (159 ml vs 460 ml [GL]; p = 0,04).

Suda, K., et al⁶⁹, num estudo de coorte retrospectivo comparativo de uma única instituição, mostraram que a hemorragia foi ligeiramente maior no grupo de GR (p = 0,026) em comparação com o de GL, porém, a perda média de sangue de 46 mL foi considerada aceitável, considerando os resultados dos estudos anteriores a este.

A perda de sangue intraoperatória pode influenciar a morbilidade pós-operatória e alguns autores sugerem que pode influenciar o prognóstico. Vários estudos mostram que as perdas de sangue intraoperatórias, com possível acumulação deste na cavidade abdominal, estão associadas a infeções perioperatórias e a recidiva peritoneal, por formação de um microambiente favorável ao crescimento tumoral e falência imunitária.⁸⁵⁻⁸⁹ Contudo, outros autores negam que afete o prognóstico oncológico.^{90,91} São necessários mais estudos para esclarecer se a perda de sangue intraoperatória pode ou não afetar o prognóstico.

Esta redução da perda de sangue intraoperatória com GR pode ser justificada pelo facto de na cirurgia robótica haver filtragem de tremores fisiológicos (mantendo o campo cirúrgico constante), instrumentos de pulso, maior amplitude de movimentos (*EndoWrist* com sete graus de liberdade) e imagem tridimensional de alta resolução, que favorecem a precisão dos movimentos dos punhos, mãos e dedos. Movimentos precisos reduzem o traumatismo cirúrgico a gestos essenciais.

Alguns artigos^{48,54,65,78,79} mostram que a perda hemática intraoperatória na RG é menor que na LG /e OG, mas não é estatisticamente significativa.

Em relação às conclusões dos diferentes estudos, no que diz respeito à hemorragia intraoperatória, devemos ter em consideração a baixa qualidade dos mesmos, o tamanho reduzido das amostras, as discrepâncias na experiência dos cirurgiões participantes (elevada experiência na GL e GA e/ou encontrarem-se no início da curva de aprendizagem da GR) e a distribuição dos estadios tumorais nos grupos estudados. A mistura de diferentes tipos de esvaziamento ganglionar (D1 e D2) e/ou de tipos de ressecção (total e subtotal) podem, também, influenciar estes resultados.

3.1.3. Conversão e reintervenção

A generalidade da bibliografia comparativa da taxa de conversão e reintervenção em doentes submetidos às diferentes técnicas demonstrou que não existe diferença significativa entre a GR e GL, no que diz respeito a conversão para laparotomia e laparoscopia (no caso de GR). De forma semelhante, a necessidade de reintervenção também não diferiu significativamente entre a GR e GA.

Shin, H. J., et al⁴⁵ realizaram uma análise ponderada do score de propensão de 2.084 doentes consecutivos para comparar os resultados a longo prazo de GR e GL. Concluíram que a taxa de conversão diminuiu significativamente com a GR em comparação com a GL (GR 0% vs. GL 0,2%; p= 0,02).

Segundo Guerrini, G. P., et al⁶⁸ as principais causas de conversão são: dificuldades técnicas, lesões de órgãos adjacentes e aderências intra-abdominais densas.

A reintervenções podem ter como causas a hemorragia intra-abdominal, habitualmente com ponto de partida nas anastomoses, a deiscência de anastomose, as fístulas pancreáticas e as infeções intra-abdominais.

3.1.4. Complicações pós-operatórias

De forma geral, a maioria da literatura existente, no que diz respeito a complicações pós-operatórias (gerais, cirúrgicas e médicas) da GR, tanto comparando com a GL^{43,45,46,49-51,53-56,58,60-68,71,79,83} como com a GA^{56,59,65,72-81}, no CGP e CGA, mostra que não existe diferença significativa entre a GR e as restantes técnicas. Verifica-se, contudo, na maioria da literatura, uma tendência favorável (menor morbidade) para a GR. Do mesmo modo, a mortalidade pós-operatória da GR, GL e GA não diferem significativamente.

Uyama, I., et al⁵⁷ relataram o primeiro estudo prospetivo multi-institucional que mostrou uma redução significativa de complicações pós-operatórias gerais com a GR (redução de 2,45%; $p=0,0018$). Os cirurgiões que participaram no estudo cumpriam os seguintes requisitos: ter realizado ≥ 20 GR (incluindo ≥ 5 gastrectomias totais); ≥ 50 procedimentos de GL nos últimos 4 anos; ter uma taxa de morbidade (Grau Clavien Dindo \geq IIIa [Tabela I.]) para procedimentos GL de $\leq 12\%$ nos últimos 4 anos; ser um cirurgião qualificado pela *Japan Society for Endoscopic Surgery*, de acordo com o sistema de qualificação de competências cirúrgicas endoscópicas; ter certificação do conselho de gastroenterologia da *Japanese Society of Gastroenterological Surgery*; ser portador de certificado de Treino Externo do Sistema Cirúrgico da Vinci como Cirurgião da consola⁵⁷. Estes critérios de seleção poderão justificar os resultados obtidos, quando comparados com a maioria da literatura.

Suda, K., et al⁶⁹ e Nakauchi, M., et al⁹² mostram que, os grupos submetidos a GR apresentam uma redução estatisticamente significativa das complicações pós-operatórias gerais, essencialmente, locais - fístula pancreática, deiscência de anastomose, pancreatite, entre outras - ($p=0,007$ e $p=0,008$, respetivamente). A taxa de mortalidade não diferiu, significativamente, comparativamente aos grupos submetidos a outras técnicas.

Ye, S. P., et al⁵² mostraram que no grupo com GR havia uma redução estatisticamente significativa nas complicações cirúrgicas (6,7% vs. 12,6%; $p=0,016$), principalmente na taxa de incidência de fístula pancreática pós-operatória ($p=0,044$). Relativamente às complicações gerais e à taxa de mortalidade não existiu diferença estatisticamente significativa ($p=0,438$) entre as várias abordagens.

3.1.5. Deiscência de anastomose

As anastomoses digestivas são uma parte crucial do procedimento, uma vez que qualquer extravasamento de conteúdo intraluminal para a cavidade peritoneal pode conduzir a um aumento

da morbidade pós-operatória (abscessos intra-abdominais ou peritonite) e, conseqüentemente, a um prolongamento do internamento hospitalar.

Diversos artigos^{43,45,49,50,52,53,55-58,61-65,67-69,71,79,92} (para CGP e CGA) comparam a deiscência de anastomose na GL e na GR e todos eles relatam que não há diferenças significativas de incidência entre os dois procedimentos. A maioria dos cirurgiões utilizaram técnicas semelhantes de reconstrução e de anastomose nos diferentes grupos cirúrgicos.

Teoricamente, existia a expectativa de uma redução da incidência desta complicação na GR, devido ao facto de, nesta abordagem, ser possível, com maior facilidade do que na GL, suturar ponto a ponto (suturas intracorpóreas com fio), com resultados sobreponíveis à anastomose na GA feita à mão, com mais precisão e menos probabilidade de trauma cirúrgico na GR. Desta forma, a GR poderá superar algumas dificuldades da GL na realização de anastomoses “manuais”. A utilização de suturas intracorpóreas, quando comparadas com as extracorpóreas, evitam a realização de alargamento de incisões de assistência na parede abdominal, limitando a invasibilidade do procedimento.

As máquinas de sutura automáticas utilizadas na cirurgia robótica parecem ter características de segurança sobreponíveis às utilizadas na laparoscópica convencional, porém, estudos mais específicos, referentes ao cancro gástrico, têm de ser realizados.^{93,94} Na GR poderá também haver benefício na realização de suturas de reforço nas linhas de agrafos, contudo, não existe evidência suficiente para corroborar esta presunção.

No que diz respeito à incidência de deiscência de anastomose (gastrojejunal ou esofagojejunal) na GR, comparativamente com a GA, a maioria da literatura^{56,65,72,73,75-77,81} concluiu que não existem diferenças significativas entre os procedimentos. Porém, alguns estudos^{78,79} mostram que a incidência desta complicação é maior em procedimentos minimamente invasivos (GR e GL)⁷⁹ e robóticos⁷⁸ ($p= 0,017$ e $p= 0,03$, respetivamente). Algumas razões apontadas incluem: a possível dificuldade em avaliar a tensão a nível da anastomose por ausência de sensação tátil e a utilização de suturas de reforço das linhas de agrafos. Todavia, não há diferença estatisticamente significativa de mortalidade relacionada com o procedimento, nem com as reintervenções.

São necessários mais ensaios clínicos controlados e randomizados para comprovar e esclarecer eventuais diferenças de incidência de deiscência de anastomose na GR comparativamente com a GL e GA.

3.1.6. Fístula pancreática pós-operatória

A fístula pancreática pós-operatória (FPPO) é uma complicação potencialmente grave após a cirurgia do cancro gástrico, que pode conduzir o doente a um estado crítico e, até mesmo, à morte. Assim, apesar de ser uma complicação rara, não pode ser negligenciada. A incidência desta complicação aparenta estar a decrescer devido às mudanças na técnica e nos instrumentos cirúrgicos utilizados e devido à minimização da manipulação cirúrgica do pâncreas, quando o estadio oncológico assim o permite.

A FPPO é mais frequente durante a linfadenectomia D2, essencialmente, aquando da disseção dos gânglios linfáticos suprapancreáticos (cadeias 8, 9, 11p e 11d) (Figura 2.) - zonas com um padrão vascular complexo e maior risco de lesão pancreática.

Na generalidade da literatura, a incidência na GR não difere significativamente da relatada na GL ^{43,45,49,50,64,67,68} e GA^{59,81}, nos CGP e CGA. Por outro lado, alguns artigos^{52,57,69,92,95} mostram uma redução significativa na incidência de FPPO na GR comparativamente com a GL.

A incidência maior de FPPO na GL pode ser provocada pela compressão direta do pâncreas aquando da retração do ligamento gástrico ou pela pinça do ajudante durante a linfadenectomia perigástrica, devido à compressão do pâncreas na tentativa de obter uma melhor visualização do local cirúrgico. A utilização de instrumentos retos (pinças retas) na GL, implica que o pâncreas seja comprimido para acesso a algumas áreas ganglionares ou vasculares.

Uma outra causa pode ser a lesão térmica por dispositivos ultrassónicos, na GL. A disseção com tesouras ultrassónicas de alta potência pode resultar em elevada produção de calor, que pode danificar os tecidos adjacentes. A lesão direta do pâncreas devido ao limitado ângulo e campo de visão, na GL pode provocar também FPPO. Como a área ao redor do pâncreas é anatomicamente complexa e a disseção de gânglios linfáticos é difícil, há maior probabilidade de lesão direta. Ainda, o tecido adiposo que cobre a cabeça do pâncreas pode levar a erros de identificação e, assim, a lesão direta desta aquando disseção dos gânglios linfáticos infrapilóricos. Por fim, a lesão vascular pode comprometer o aporte sanguíneo na área pancreática. ^{24,49,70,95}

Na cirurgia robótica, há menos necessidade de compressão direta do pâncreas. Ocorrem menos lesões térmicas devido à função do punho, à visão 3D e à possibilidade de utilizar apenas dispositivos de electrocauterização (monopolar ou bipolar), ao invés de tesouras ultrassónicas.

Em doentes com IMC elevado, mesmo com GR, pode ocorrer compressão do pâncreas. Contudo, a abordagem robótica possibilita uma linfadenectomia, mas fácil do que na GL.

Guerra, F., et al⁷⁰ publicaram, em 2018, uma meta-análise acerca da incidência de FPPO e pancreatite aguda em doentes submetidos a GR e GL, concluindo que a taxa de FPPO foi de 2,7% após GR e 3,8% após GL, contudo a diferença não foi estatisticamente significativa ($p= 0.69$). Mostraram que o uso de robô tem tendência a melhores resultados em comparação com a laparoscopia, apesar de doença mais avançada (estatisticamente semelhante nos grupos cirúrgicos) e maior índice de massa corporal (estatisticamente diferente entre os grupos) no grupo de GR. Os autores também referem que, atualmente, a taxa de lesão pancreática na GL é maior quando comparada com a GA.

As incidências destes eventos pancreáticos podem ter sido subestimadas na prática clínica, principalmente devido à falta de uma avaliação sistemática de dados clínicos, laboratoriais (doseamento de amilase no fluido da drenagem abdominal) ou radiológicos específicos. Durante os últimos anos tem havido uma crescente atenção sobre estas complicações, com diagnósticos mais precoces e adoção de medidas terapêuticas atempadas.⁷⁰

No que diz respeito às diferenças de incidência de FPPO entre GR e GA, há necessidade de realizar mais estudos randomizados avaliar se a GR, neste aspeto particular, pode ou não ser benéfica perante a GA, uma vez que a GR permite uma melhor visibilidade, mais precisão de movimentos e mais facilidade de acesso aos gânglios linfáticos suprapancreáticos.

Conclusões definitivas sobre a possível superioridade robótica perante GL e GA não podem ser tiradas com base na literatura disponível, já que os poucos dados descritos provêm de experiências isoladas. Assim, são necessários mais ensaios clínicos controlados e randomizados.

3.1.7. Tempo de internamento

A maioria da literatura^{43,45,46,48,52,53,58-60,62,64-66,70,71,79,83} (relativa a CGP e CGA) afirma que não há diferença significativa no tempo de internamento entre GR e GL, podendo mesmo existir uma tendência para menor tempo de internamento na GR. A razão desta semelhança pode ser devido à recente adoção de cirurgia “*fast track*” que permite aos doentes receber cuidados pós-operatórios orientados para uma rápida recuperação tanto na GR como GL.

Guerrini, G. P., et al⁶⁸ concluíram que o tempo de internamento no grupo de GR era 8.67 dias e 9.29 dias no grupo de GL, contudo, esta redução não era estatisticamente significativa ($p < 0.11$).

Alguns estudos^{51,56,61,63,84} (acerca da CGP e CGA) relatam uma redução do tempo de internamento em doentes submetidos a GR, quando comparados com aqueles submetidos a GL. Os fatores associados a este resultado incluem a menor perda hemática intraoperatória, o menor traumatismo cirúrgico e a aparente redução da incidência de complicações pós-operatórias, como por exemplo, da FPPO e deiscência de anastomose, que se verifica na GR.

Suda, K., et al⁶⁹ concluíram que o tempo de permanência hospitalar foi estatisticamente menor no grupo de GR em relação ao grupo de GL (14 [2-31] dias vs. 15 [8-136] dias, respetivamente; $p = 0,021$).

Quando comparada com a GA^{59,65,74,76-81} (para CGP e CGA), na GR há uma redução do tempo de internamento, semelhante àquela verificada quando se compara GA com GL. A razão desta diferença prende-se, mais uma vez, com o facto de a GR ser uma técnica minimamente invasiva, que reduz o traumatismo cirúrgico, a perda hemática intraoperatória e possivelmente as complicações pós-operatórias.

Huang, K. H., et al⁵⁶ concluíram que o tempo de internamento do grupo de doentes submetido a GR foi significativamente menor do que o tempo de internamento do grupo submetido a GL e GA (GA= 12 dias, GL= 11 dias, GR= 7 dias; $p < 0.001$).

São necessários mais ensaios clínicos controlados e randomizados para comprovar se existe uma real diminuição do tempo de internamento na GR, quando comparada com a GL.

3.1.8. Recuperação funcional

Existem poucos dados sobre a recuperação da função gastrointestinal na GR em comparação com a GL e GA.

Na avaliação da recuperação da função gastrointestinal são abordados, principalmente, o tempo decorrido entre a cirurgia e a emissão dos primeiros flatos e a tolerância de dieta (inicialmente líquida ou semilíquida), por via oral.

No que diz respeito à GR comparativamente com a GL, há literatura^{45,48,52,54,60,64,65,71} (para CGP e CGA) que mostra que o intervalo de tempo para os primeiros flatos e para a tolerância da

dieta oral não são significativamente diferentes entre as duas técnicas, podendo haver na maioria alguma tendência para redução do tempo com GR.

Alguns artigos ^{51,58,66} (acerca da CGP e CGA) mostram uma redução do tempo para os primeiros flatos em doentes submetidos a GR comparativamente ao daqueles submetidos a GL, sem referência a informação sobre o tempo para o início de dieta oral. Pan, H. F., et al⁸⁴ concluíram que existia uma redução estatisticamente significativa do tempo do primeiro flato e do início da dieta em doentes submetidos a GR em CGA ($p= 0.001$). Chen, K., et al⁸³ e Guerrini, G. P., et al⁶⁸ mostraram que existe uma redução estatisticamente significativa do intervalo de tempo para o início da tolerância da dieta oral ($p < 0.01$ e $p = 0.0001$, respetivamente). Contudo, relativamente ao intervalo de tempo para os primeiros flatos, os dados não mostraram redução estatisticamente significativa.

Já Hoshino, N., et al⁴³ publicaram uma meta-análise de revisões sistemáticas, com qualidade baixa, e concluíram que havia uma redução significativa no tempo de início da dieta oral no grupo GR. Na maioria das revisões não existia diferença significativa no tempo do primeiro flato entre GR e GL.

A semelhança entre os tempos obtidos com GR e GL relaciona-se, possivelmente, com o facto dos instrumentos utilizados (máquinas de sutura automática) e das técnicas de reconstrução da continuidade digestiva (anastomoses) serem muito idênticos nos dois procedimentos, apesar de terem algumas nuances.

Uma outra justificação para a semelhança dos tempos do primeiro flato poderá ser o facto da cirurgia ser localizada, especialmente, a nível do andar supramesocólico, com pouca mobilização intestinal, logo com menos interferência no peristaltismo intestinal eficaz.⁵² Por enquanto, a literatura é insuficiente para esclarecer algum possível benefício da GR face à GL.

Relativamente à função gastrointestinal na GR em comparação com a GA, a literatura^{59,79,80} estudada (para CGP e CGA) mostra que existe uma redução do intervalo de tempo do primeiro flato e daquele para o início da dieta oral. Esta diferença prende-se com as mesmas razões já enunciadas acima e são comuns a técnicas minimamente invasivas.

Os doentes estudados por Caruso, R., et al⁷² apresentaram uma recuperação da função gastrointestinal mais rápida com GR comparativamente com GA, porém sem significado estatístico ($p= 0,403$). Solaini, L., et al⁷³ mostraram que não havia diferença estatisticamente significativa no tempo do primeiro flato nos grupos GR e GA ($p= 0. 274$).

São necessários mais ensaios clínicos controlados e randomizados para esclarecer estas diferenças de resultados entre aqueles existentes.

3.1.9. Retoma à vida laboral

A retoma à vida laboral depende de fatores como: o tempo de internamento hospitalar, a tolerância a dieta culinária, a regularização do trânsito intestinal, a capacidade de deambulação / autonomia e o controlo da dor.

Relativamente à GR, sendo uma técnica minimamente invasiva, é expectável uma retoma mais rápida às atividades de vida diária e laborais, comparativamente com a GA. Contudo, são necessários mais estudos para esclarecer se o tempo de retoma é ou não significativamente diferente em relação a GA e GL.

No que se refere à dor pós-operatória, quando há necessidade de realizar incisões de assistência, mais ou menos alargadas, para realizar anastomoses extracorpóreas por exemplo, há mais dor pós-operatória, potencial para complicações da ferida cirúrgica e aumento da resposta inflamatória por manipulação manual de órgãos.⁸⁴ Se a técnica de reconstrução e anastomoses são realizadas de forma semelhante em GR e GL poderá não haver diferença em relação à dor pós-operatória.⁷¹

No que diz respeito à retoma da deambulação, Parisi, A., et al⁵⁹ mostram que há uma redução estatisticamente significativa na GR e GL em comparação com a GA ($p < 0,0001$). Relativamente à deambulação na GR e GL, Lu, J., et al⁶⁴ afirmam que não há diferença estatisticamente diferente entre as duas técnicas ($p = 0,343$ [CGP], $p = 0,952$ [CGA]).

3.1.10. Custo

A maioria da literatura existente comprova que há um custo acrescido na cirurgia robótica em relação às outras técnicas. Porém, em alguns centros de alto volume a cirurgia robótica apresentou vantagens económicas.⁹⁶

Lu, J., et al⁶⁴ definem “custo direto” como custos operatórios e hospitalares, “custo indireto” como administrativos e de equipamento/instalações e “custo global total” como a soma do direto e indireto. Estes autores mostraram que houve um aumento estatisticamente significativo ($p < 0,001$) do custo global ($14.299,34\$ \pm 2.084,65\$$ [GR] vs. $11.041,61\$ \pm 6922,16\$$ [GL]) e indireto ($3727,38\$ \pm 324,57\$$ vs., $27\$$ [GR] $\pm 126,89\$$ [GL]) com GR em comparação com GL. A razão para este aumento seria os custos indiretos, ou seja, um aumento nos custos no bloco cirúrgico,

principalmente, provocados pelos instrumentos e equipamentos robóticos. Os custos gerados na enfermaria não seriam significativamente diferentes, devido à semelhança nos desfechos clínicos e a permanência hospitalar, neste estudo e na maioria da literatura.

Contrariamente à maioria da literatura, Caruso, R., et al⁷² ao realizarem uma análise de custo entre GR e GA, concluíram, que a GR era mais barata do que a GA (15.807,13 € vs. 20.520,38 €), mas com uma diferença não estatisticamente significativa. Mostraram um aumento do custo operatório na GR vs. GA (8.471,99€ vs. 7300,95€), estatisticamente significativo, causado principalmente pelos custos do sistema robótico (3215,21 € [GR] vs. 1877,79 € [GA]). Já os custos hospitalares foram reduzidos com RG (5753,02 € [GR] vs. 10,554,36 € [GA]), sem diferença estatisticamente significativa, devido principalmente ao tempo de internamento hospitalar e a complicações pós-operatórias mais frequentes GA, embora, novamente, sem significado estatístico.

Portanto o elevado custo atual da cirurgia robótica é devido, especialmente, ao elevado custo do sistema robótico e do próprio equipamento.

Relativamente à análise custo-benefício entre GR e GL/GA é necessário realizar mais estudos, para esclarecer se os benefícios da RG podem superar o seu elevado custo. Estudos de custo-efetividade permitem avaliar categoricamente as vantagens de uma nova tecnologia. Na literatura, existem vários estudos que investigam o custo-efetividade da cirurgia robótica, mas são, principalmente, da área colorretal.⁷²

O elevado custo da preparação inicial das instalações e da aquisição dos equipamentos, poderá ser atenuado, ao longo do tempo com a diminuição do tempo de internamento, diminuição da morbidade e a retoma à vida laboral mais célere.

3.2. Resultados oncológicos

3.2.1. Margens Cirúrgicas

A maioria da literatura estudada mostra que as margens de resseção distal e proximal na GR não são significativamente diferentes das obtidas com a GL^{45,51,53,58,61,63,66,68,78} e GA^{74,75,78,80}, tendo-se obtido margens negativas (sem doença) nas três técnicas.

Solaini, L., et al⁶⁵ realizaram uma revisão sistemática e meta-análise de resultados de curto e longo prazo da cirurgia robótica para cancro gástrico no Ocidente e concluíram, em relação às

margens, que não havia diferença estatisticamente diferente na percentagem de margens intersestadas nas três técnicas ($p= 0.324$ [GR vs. GA]; $p= 0.395$ [GR vs. GL]).

Kim, K. M., et al⁷⁹ concluíram que a margem de segurança cranial (em mm) com GR foi estatisticamente superior à da GA ($p < 0.001$) e não significativamente diferente das obtidas com GL. Já a margem de segurança caudal (em mm) foi estatisticamente diferente tanto na GR como GL e GA ($p < 0.001$), sendo a GR superior às outras técnicas. Contudo, os doentes do grupo GA apresentavam tumores de maior volume e menos diferenciados, o que pode justificar esta diferença entre GR e GA. As margens de ressecção foram menores em procedimentos abertos, embora não houvesse diferenças na invasão da margem confirmada patologicamente e na taxa de ressecção R0.

Hoshino, N., et al⁴³ mostram que não existe diferença significativa na margem de ressecção proximal entre GR e GL. A margem de ressecção distal foi significativamente maior na GR em relação à GL em 3 revisões, significativamente menor na GL em 1 revisão e nenhuma diferença significativa em 3 revisões.

Caruso, S., et al⁷⁶ realizaram um estudo caso-controlo de base populacional para investigar as vantagens da GR em comparação com GA. Concluíram que a margem de ressecção mais próxima foi significativamente maior GR em relação à GA (5.1 ± 4.1 cm vs. 3.6 ± 2 cm, respetivamente; $p= 0.003$). Uma razão apontada para esta diferença pode ser o facto de a GR ter sido utilizada em mais gastrectomias totais (41.4% [GR] vs. 30.8% [GA]), ainda que sem significado estatístico no tipo de gastrectomia nas duas técnicas ($p= 0.256$).

3.2.2. Número de gânglios linfáticos ressecados

Na generalidade da literatura não existe diferença significativa no número de gânglios linfáticos ressecados na GR em relação à GL^{43,48,53-55,58,59,61,64,65,69,78,83,92} e GA^{56,59,65,72-75,77,78,80,81,97}, tanto para CGP como para CGA, admitindo uma tendência para maior número de gânglios ressecados na GR.

Shin, H. J., et al⁴⁵ mostraram que o número total de gânglios ressecados não foi estatisticamente diferente entre GR e GL ($p > 0,05$), mas que aquele referente aos gânglios da cadeia esplénica (suprapancreáticos) foi estatisticamente superior no grupo GR ($P= 0,048$). Contudo, em alguns casos consecutivos, os gânglios linfáticos totais e gânglios da cadeia esplénica foram estatisticamente superiores no grupo GR.

Lee, J., et al⁶² realizaram uma revisão retrospectiva de dados, comparando os doentes de acordo com a técnica cirúrgica (GR e GL) e o seu IMC. Concluíram que a gastrectomia distal robótica com linfadenectomia D2 não apresentava nenhuma diferença significativa na taxa de ressecção de mais de 25 gânglios linfáticos ($p= 0,181$), entre os diferentes grupos de IMC. Contudo, na gastrectomia laparoscópica distal com linfadenectomia D2 havia uma taxa significativamente menor de recuperação de mais de 25 gânglios linfáticos em doentes IMC alto ($\geq 25 \text{ Kg/m}^2$) ($p= 0,006$). Isto é, GR pode ter um benefício no rendimento de gânglios linfáticos ressecados em doentes com IMC alto, comparativamente com a GL, mesmo que a diferença não seja significativamente diferente.

Contrariamente, Hyun, M. H., et al⁹⁸ concluíram que na GR se ressecava um menor número menor de gânglios linfáticos em doentes com IMC alto ($\geq 25 \text{ Kg/m}^2$) em comparação com o grupo de GL ($p= 0.006$). Justificam esta redução com o facto de a GR poder fragmentar mais o tecido adiposo nos pacientes obesos, interferindo assim no procedimento; à diversidade de instrumentos da GR comparativamente com GL; e diferentes opções individuais de cada cirurgião.

Recentemente, cada vez mais estudos mostram que existe alguma superioridade da GR em relação à GL^{50-52,60,66,68,70,71,84,99}, em relação ao número de gânglios ressecados. Este aspeto pode estar relacionado com o facto de a GR apresentar imagens 3D, filtro de tremor e um *EndoWrist* articulado interno com 7 graus de liberdade, que possibilitam uma disseção mais precisa e estável dos gânglios linfáticos, principalmente, dos suprapancreáticos, facilitando esta disseção que é tecnicamente exigente. A melhoria da técnica e treino dos cirurgiões e os avanços contínuos do sistema de cirurgia robótica podem também contribuir para essa superioridade. De realçar, contudo, que em alguns casos os cirurgiões tinham experiência em GR e, ainda assim, não mostraram uma diferença significativa de resultados.

Kim, Y. W., et al⁶³ realizaram uma análise em que incluíram um total de 272 doentes, submetidos a gastrectomia com linfadenectomia D2 e 103 com linfadenectomia D1, com GR ou GL. O grupo com GR mostrou um número estatisticamente maior de gânglios totais dissecados comparativamente com o grupo de GL (37,1 - 12,9 vs. 34,1 - 12,1, respetivamente; $p= 0, 04$), especificamente na área “extraperigástrica” (D2) (16,3 - 7,7 vs. 13,2 - 5,3 [GL]; $p= 0, 001$), essencialmente, na estação número 11, onde a disseção de gânglios linfáticos foi de $2,9 \pm 2,9$ na gastrectomia distal robótica e $2,2 \pm 2,0$ na gastrectomia distal laparoscópica ($p= 0,04$).

Watson, M. D., et al¹⁰⁰ realizaram uma análise do banco de dados nacional do cancro nos Estados Unidos da América para observarem o efeito da abordagem cirúrgica na ressecção de gânglios na gastrectomia e concluíram que a GR conseguiu um aumento estatisticamente

significativo do número de gânglios ressecados, comparativamente com a GA ($p < 0,0001$) e LG ($p = 0,008$). Os autores justificam estes resultados com as vantagens da GR, já descritas anteriormente.

A GR parece cumprir o objetivo de cirurgia oncológica aplicada ao tratamento cirúrgico do cancro gástrico, tanto em margens de ressecção livres de doença, como na linfadenectomia preconizada, tanto em cancros em estadios iniciais como avançados. Entretanto, ensaios clínicos randomizados controlados em grande escala e multicêntricos são necessários para esclarecer se esta técnica pode melhorar o número de gânglios linfáticos ressecados. A influência do IMC na disseção ganglionar, no caso da GR, também necessita de mais investigação.

3.2.3. Resultados a longo prazo (Mortalidade, Sobrevida global, Sobrevida livre de doença e Recorrência)

Existem poucos dados relativos aos resultados oncológicos a longo prazo na GR devido essencialmente à necessidade de períodos de acompanhamento prolongados no tempo. Contudo, na literatura analisada não existe diferença significativa destes resultados na GR comparativamente com a GL^{43,45,46,48,58,60,62,66-68,79,92} e GA^{65,73,76,81,97}, tanto em CGP como CGA.

Obama, K., et al⁵⁴ analisaram a maior série de resultados oncológicos, em termos de sobrevida global, sobrevida livre de doença e taxas de mortalidade e recidiva. Concluíram, que tanto a GR como GL, num seguimento médio de 85 meses, não apresentavam diferenças estatisticamente significativas na sobrevida global de 5 anos ou na sobrevida livre de doença ($p = 0,5207$ e $p = 0,2293$, respetivamente); as taxas de mortalidade e recidiva também não diferiram significativamente ($p = 0,5214$; $p = 0,2321$, respetivamente) (com ponderação). É importante perceber que 75% dos cancros gástricos tinham estadio T1N0, logo tem de se acautelar a transposição destes resultados para os países Ocidentais. No entanto, a GR parece ser uma alternativa oncológicamente segura.

Estes resultados semelhantes entre GR e GL podem ser justificados pelo facto destas duas técnicas minimamente invasivas serem realizadas com técnica, ambiente e regime de tratamento perioperatório semelhantes.

Embora esteja bem estabelecido que a ressecção adequada de um número mínimo (16) de gânglios linfáticos possibilita um estadiamento mais preciso do cancro, não há estudos randomizados que mostrem uma melhoria na sobrevida com linfadenectomias mais extensas. Nakauchi, M., et al⁹² mostraram que complicações pós-operatórias locais, como FPPO foram associadas a piores resultados a longo prazo, contudo, são necessários ensaios clínicos controlados

e randomizados para determinar se a redução destas complicações com GR afeta ou não os resultados a longo prazo.

Os estudos apresentados têm algumas limitações, como por exemplo, não serem randomizados ou não serem bem desenhados, terem períodos de acompanhamento insuficientes ou uma grande porção de doentes em estadios iniciais. Portanto, ensaios clínicos controlados e randomizados são necessários para determinar os resultados a longo prazo da GR.

3.3. Curvas de aprendizagem

A curva de aprendizagem para a gastrectomia laparoscópica varia entre 50-60 casos e 80-100 casos, que é um número elevado para um cirurgião ocidental realize menos de 20 gastrectomias por ano. ^{11,13,64,83,101-103}

A curva de aprendizagem da GR mais reduzida, comparativamente com a da GL, ou seja, aproximadamente, 11-25 casos. ^{3,11,64,83,92,102,104-106}

Kim, M. S. et, al¹⁰⁴, dividem a curva de aprendizagem da GR em 4 fases, fase 1 (caso 1–25, fase inicial de aprendizagem), fase 2 (caso 26-65, fase de proficiência), fase 3 (caso 66-88, fase de transição) e fase 4 (caso 89-125, fase de domínio). Concluíram que o nível de domínio devia ultrapassar o nível de proficiência no que diz respeito à habilidade de gerir casos de alta complexidade ou tecnicamente exigentes, mantendo taxa de complicações semelhante. No que diz respeito às complicações moderadas, concluíram que a taxa diminui com o avançar da curva de aprendizagem, contudo verificou-se que a taxa de complicações se elevou na fase 3 (transição) (20% na fase 1; 10% na fase 2; 26,1% na fase 3; 6,4% na fase 4; [p< 0,001]). Justificaram este aspeto com o aumento das taxas de procedimentos mais complexos, como gastrectomias totais, e casos mais complexos (17,4% dos casos da fase 3; p ¼ 0,007), como pacientes idosos e obesos, pois ao longo da curva os casos começaram a ser mais complexos.

Ao longo curva de aprendizagem da GR, para além, das complicações pós-operatórias, o tempo de operação, a perda de sangue, o número de gânglio linfáticos, a taxa de conversão para cirurgia aberta e o tempo de internamento parecem ser progressivamente reduzidos. Com a curva de aprendizagem da GR ultrapassada, o tempo de cirurgia pode igualar o da GL ou GA. ^{3,55,64,92,104,105,107}

Alguns artigos ^{104,108} afirmam que cirurgiões com mais experiência em laparoscopia levam mais tempo a progredir na curva de aprendizagem de GR, por dificuldades na adaptação ao sistema

robótico e elevada familiarização com a laparoscopia. Kim, M. S. et, al¹⁰⁴, foi o primeiro a mostrar evidência estatística, usando um modelo de regressão linear para concluir que o treino em cirurgia robótica não foi acelerado pela prévia experiência em GL. Assim, poderá ser necessário e suficiente uma mínima experiência com laparoscopia ou cirurgia aberta para iniciar a GR.

Numa perspectiva diferente, vários autores^{78,79,83,103,105} mostram que a experiência com laparoscopia pode reduzir a curva de aprendizagem na GR, pois o procedimento cirúrgico é semelhante e pode haver uma rápida adaptação à GR. Contudo, mais estudos são necessários para esclarecer esta dicotomia.

A curva de aprendizagem mais curta com GR poderá contribuir para que cirurgiões menos experientes adotem facilmente técnicas minimamente invasivas e que cirurgiões mais experientes adotem com mais facilidade procedimentos avançados ou complexos no tratamento do cancro gástrico.

4. Gastrectomia Robótica contraindicações

Genericamente, os candidatos ideais a GR são aqueles que apresentam menos comorbidades médicas, IMC baixo ou normal, tumores em estadio inicial, distais e que não receberam tratamento com quimioterapia neoadjuvante.^{3,102,106,109}

Embora não haja contraindicações absolutas para GR, existem algumas relativas, como comorbidades, por exemplo: DPOC grave ou doença cardíaca; aderências e bridas significativas intraperitoneais; tumor de grandes dimensões ou em estadio avançado.^{3,102,106,109} Porém, como já vimos anteriormente a GR é segura, fiável e com vantagens perante a GL em estádios avançados, nomeadamente na linfadenectomia.

Conclusão

A gastrectomia robótica é uma abordagem cirúrgica segura, fiável e que pode ser uma boa alternativa à GL e GA.

As vantagens que a GR poderá ter em relação à GL são a redução da perda hemática intraoperatória, a diminuição de incidência de algumas complicações pós-operatórias, como a FPPO, a diminuição do tempo de internamento e do tempo de recuperação da função gastrointestinal e um aumento do número de gânglios linfáticos ressecados (na linfadenectomia). Em relação às taxas de conversão e reintervenção não parece existir diferença entre as duas técnicas. A curto prazo, a GR pode ter resultados melhores que a GL. Os resultados a longo prazo são comparáveis.

Em relação à GA, a GR está associada a menor perda hemorrágica intraoperatória, menor tempo de internamento, mais rápida recuperação da função gastrointestinal e menor tempo de retoma à vida laboral. Relativamente aos restantes resultados perioperatórios e oncológicos são comparáveis nas duas técnicas. Estes resultados foram vistos tanto em cancro gástrico de estadio inicial como avançado, independentemente do tipo de recessão (total ou subtotal).

A GR cumpre os pressupostos da cirurgia oncológica do cancro gástrico, quer seja na ressecção do tumor primário com margens adequadas, quer na linfadenectomia. É particularmente vantajosa, na linfadenectomia D2 (aquela preconizada nos estádios avançados), pela facilidade na ressecção dos gânglios suprapancreáticos.

A GR poderá ser útil em populações específicas como obesos. A GR pode superar dificuldades associadas às paredes abdominais espessas e gordura intra-abdominal excessiva, diminuindo a fadiga dos cirurgiões.

As desvantagens desta técnica são o prolongado o tempo cirúrgico (total) e o exorbitante custo que acarreta. Estes são os principais motivos para a demorada adoção da GR por parte das instituições hospitalares.

A maioria dos estudos refere-se à população e à experiência em instituições orientais, pelo que se tem que ter algum cuidado em transpor os resultados para a população ocidental. Muitos são estudos não randomizados, com comparações tendenciosas devido à possibilidade de os doentes poderem escolher a técnica cirúrgica. Sendo a robótica mais cara, acaba por haver discrepâncias a nível da quantidade da amostra em cada grupo de estudo dos artigos, uma vez que

esta técnica acaba por ser a menos escolhida. A maioria dos indivíduos destes estudos apresenta cancro gástrico em estadio inicial, sendo submetidos maioritariamente a gastrectomias distais por cirurgiões no início da curva de aprendizagem de GR.

Por fim, ensaios clínicos multicêntricos, com grande tamanho de amostra e controlados e randomizados (para o tipo de ressecção e estadio da doença) ainda são necessários para verificar e esclarecer os possíveis benefícios da GR sobre as outras técnicas e, desta forma, chegar a conclusões mais definitivas.

Perspetivas futuras

O futuro da GR irá depender de dados de controlados e randomizados bem desenhados, para esclarecer sobre as vantagens da GR, do aumento da sua utilização para diminuir os seus elevados custos e tornar-se mais acessível, de programas educacionais sobre GR para fomentar a sua utilização e facilitar a aquisição de competências (sistema educacional *multi-display* avançado em tempo real [ARMES]¹¹⁰).

Recentemente, Hu, M., et al²⁵ investigaram pela primeira vez, com o objetivo de encontrar novos métodos para reduzir o custo e o tempo de cirurgia da GR, a viabilidade e as vantagens do sistema robótico *Da Vinci* com o “3 + 2” (3 braços robóticos e 2 assistentes) em gastrectomia radical para cancro gástrico. Concluíram que, ao adicionarem um assistente e tirarem um braço robótico, o tempo cirúrgico e o custo da troca frequente de instrumentos podiam ser reduzidos significativamente, mantendo os restantes resultados cirúrgicos, comparativamente com a técnica clássica de GR (4 braços robóticos + 1 assistente). Estas diferenças aumentariam com o acumular de experiência. Ao mesmo tempo este modo fomentaria a formação de cirurgiões jovens, encurtando a sua curva de aprendizagem, pois participariam como o segundo assistente na cirurgia. São necessários mais estudos sobre este tema, uma vez que poderá ser uma alternativa viável e segura num futuro próximo.

Lee, S., et al¹¹¹, num estudo de fase I/II mostraram que a gastrectomia distal robótica com porta reduzida usando *Single-Site™ system* é uma técnica segura, fiável e uma alternativa promissora à GR clássica.

Outras técnicas adaptadas ao sistema robótico e que poderão melhorar os seus resultados incluem a utilização da imagem de fluorescência no infravermelho próximo com injeção de verde indocianina para mapeamento linfático e vascular. Esta técnica encontra-se nos seus primórdios, mas pode tornar possível a redução de lesões em órgãos adjacentes e nos vasos durante a GR, a ressecção de um maior número de gânglios linfáticos e até a tentativa de identificação do gânglio sentinela. É bastante promissora e que futuramente pode ser usada em conjunto com GR em cada vez mais procedimentos.^{112,113}

A inclusão da inteligência artificial nos sistemas robóticos para auxiliar os cirurgiões é promissor, já começou a ser investigado e é uma das apostas futuras.¹¹⁴

Por fim, o projeto IMIGASTRIC fomentou a recolha global de informação clínica dos doentes submetidos a GR. Este tipo de bancos de dados incitam e permitem a realização de mais estudos, para além, de incentivarem a partilha de experiências com a GR.¹¹⁵

Anexos

Lista de Tabelas

Tabela I. Classificação das Complicações Cirúrgicas de Clavien-Dindo (2004).

Grau I	Qualquer alteração ao normal percurso pós-operatório que não necessite de um tratamento farmacológico ou cirúrgico, nem intervenções endoscópicas ou radiológicas. A terapêutica permitida inclui: antieméticos, analgésicos, diuréticos, fluidoterapia e fisioterapia. Esta categoria inclui as infeções superficiais de ferida operatória abordadas com remoção do material de sutura e cuidados locais.
Grau II	Complicações que impliquem um tratamento farmacológico não incluído no grau I. Inclui as transfusões de sangue e a nutrição parentérica total.
Grau III	Complicações que impliquem um tratamento cirúrgico, endoscópico ou radiológico.
Grau III – a	Intervenção sem anestesia geral.
Grau III – b	Intervenção sob anestesia geral.
Grau IV	Complicação com risco de vida (inclui as relacionadas com o Sistema Nervoso Central: hemorragia intracraniana, enfarte cerebral, hemorragia subaracnoideia, mas exclui acidentes isquémicos transitórios). Necessidade permanência em Unidade de Cuidados Intermédios ou Unidade de Cuidados Intensivos.
Grau IV – a	Disfunção de um órgão (incluindo a necessidade de diálise).
Grau IV – b	Disfunção multiorgânica.
Grau V	Morte do doente.
Sufixo “d”	Se persistir uma complicação no momento da alta, o sufixo "d" (do inglês " <i>disability</i> " ou incapacidade) é adicionado ao respetivo grau de complicação. Esta etiqueta implica a necessidade de seguimento para categorizar corretamente a complicação.

Adaptado de Dindo D, Demartines N, Clavien PA. *Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey, Ann Surg 240(2):205–213, 2004.*

Lista de Figuras

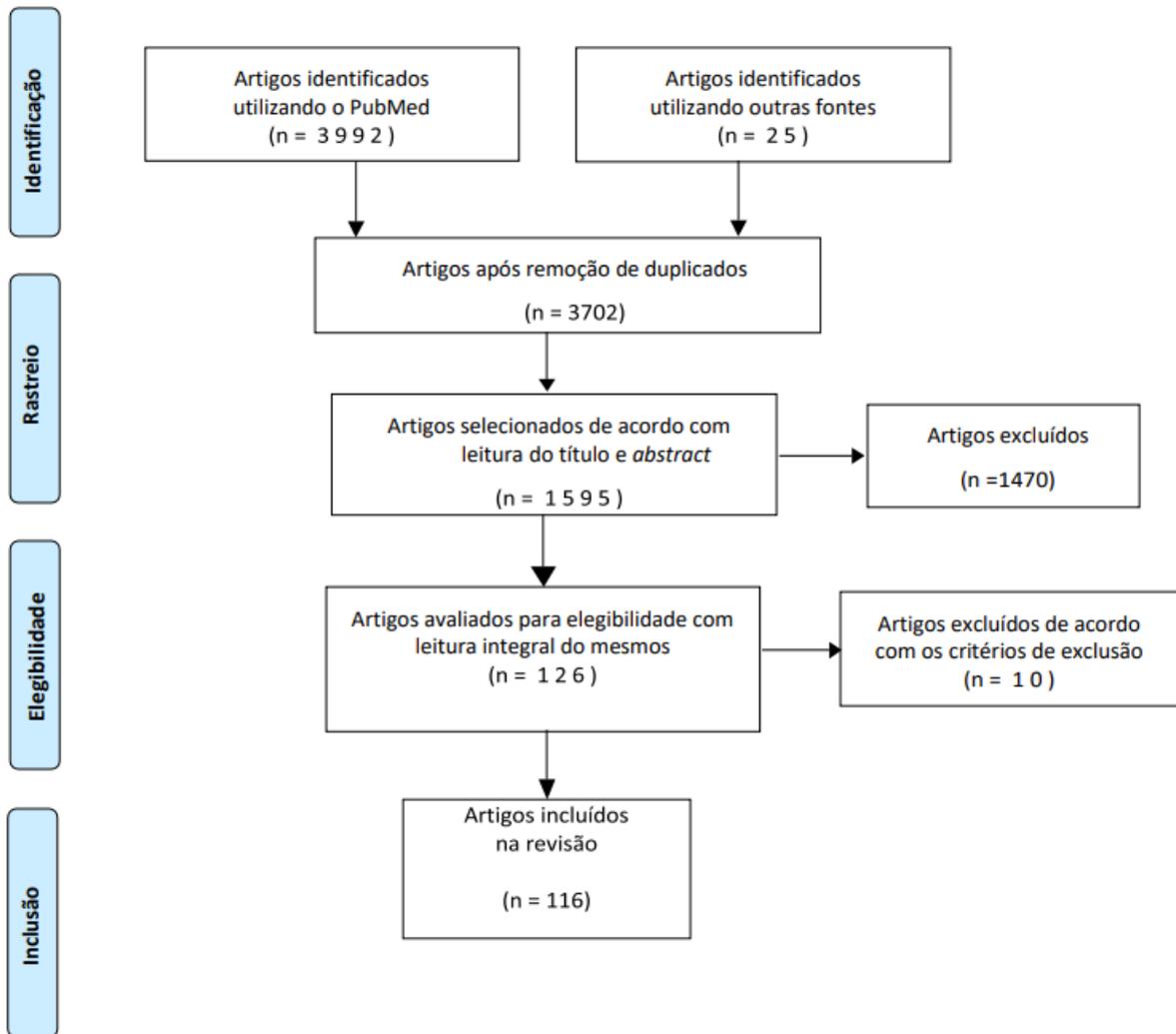


Figura 1. Metodologia de seleção de artigos adaptado de *PRISMA Flow Diagram*.

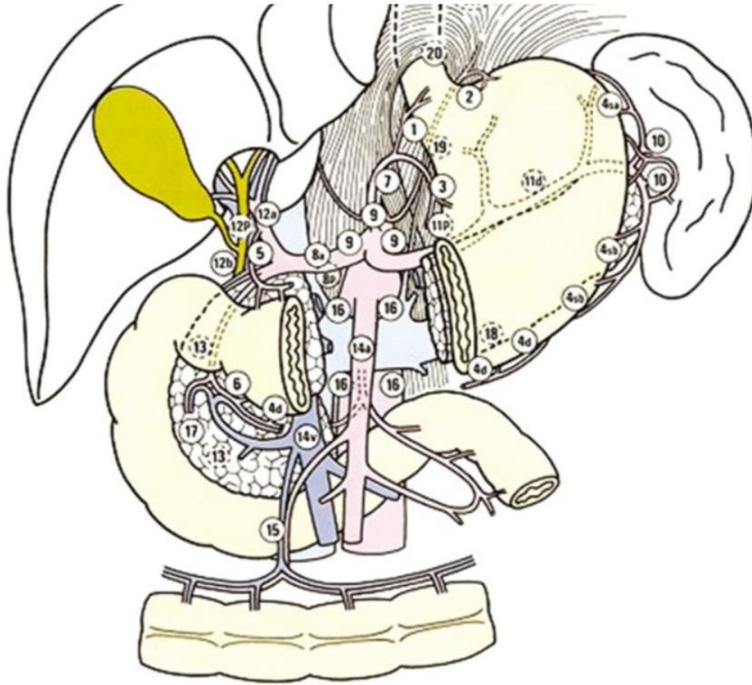


Figura 2. Numeração e localização das cadeias ganglionares, de acordo com a primeira edição de *The General Rules of the Japanese Research Society for Gascic Cancer*.

Fonte¹¹⁶.

Referências bibliográficas

1. Van Boxel GI, Ruurda JP, van Hillegersberg R. Robotic-assisted gastrectomy for gastric cancer: a European perspective. *Gastric cancer : official journal of the International Gastric Cancer Association and the Japanese Gastric Cancer Association*. 2019;22(5):909-919.
2. Kinoshita T. Minimally invasive approaches for early gastric cancer in East Asia: current status and future perspective. *Translational gastroenterology and hepatology*. 2020;5:20.
3. Russo AE, Strong VE. Gastric Cancer Etiology and Management in Asia and the West. *Annual review of medicine*. 2019;70:353-367.
4. Chang J, Rattner DW. History of Minimally Invasive Surgical Oncology. *Surgical oncology clinics of North America*. 2019;28(1):1-9.
5. Johnston FM, Beckman M. Updates on Management of Gastric Cancer. *Current oncology reports*. 2019;21(8):67.
6. Machlowska J, Baj J, Sitarz M, Maciejewski R, Sitarz R. Gastric Cancer: Epidemiology, Risk Factors, Classification, Genomic Characteristics and Treatment Strategies. *International journal of molecular sciences*. 2020;21(11).
7. Smyth EC, Nilsson M, Grabsch HI, van Grieken NC, Lordick F. Gastric cancer. *Lancet (London, England)*. 2020;396(10251):635-648.
8. Direção- Geral da Saúde. (2015). PORTUGAL Doenças Oncológicas em Números – 2015. Lisboa, Portugal. DC: Autor. ISSN: 2183-0681.
9. Wong J, Jackson P. Gastric cancer surgery: an American perspective on the current options and standards. *Current treatment options in oncology*. 2011;12(1):72-84.
10. Dicken BJ, Bigam DL, Cass C, Mackey JR, Joy AA, Hamilton SM. Gastric adenocarcinoma: review and considerations for future directions. *Annals of surgery*. 2005;241(1):27-39.
11. Gholami S, Cassidy MR, Strong VE. Minimally Invasive Surgical Approaches to Gastric Resection. *The Surgical clinics of North America*. 2017;97(2):249-264.
12. F. Dumont ET. Gastrectomia por câncer. *EMC - Técnicas quirúrgicas - Aparato digestivo*. 2018;34(2):1-23 [Article 40-330-B].
13. Costantino CL, Mullen JT. Minimally Invasive Gastric Cancer Surgery. *Surgical oncology clinics of North America*. 2019;28(2):201-213.
14. Terashima M, Tokunaga M, Tanizawa Y, et al. Robotic surgery for gastric cancer. *Gastric cancer : official journal of the International Gastric Cancer Association and the Japanese Gastric Cancer Association*. 2015;18(3):449-457.

15. D'Annibale A, Pende V, Pernazza G, et al. Full robotic gastrectomy with extended (D2) lymphadenectomy for gastric cancer: surgical technique and preliminary results. *The Journal of surgical research*. 2011;166(2):e113-120.
16. National Comprehensive Cancer Network IN. Gastric Cancer NCCN Guidelines Version 2021.
17. Lau WY, Leow CK, Li AK. History of endoscopic and laparoscopic surgery. *World journal of surgery*. 1997;21(4):444-453.
18. Lane T. A short history of robotic surgery. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 2018;100(6_sup):5-7.
19. Aktas A, Aytac E, Bas M, et al. Totally minimally invasive radical gastrectomy with the da Vinci Xi[®] robotic system versus straight laparoscopy for gastric adenocarcinoma. *The international journal of medical robotics + computer assisted surgery : MRCAS*. 2020:e2146.
20. Alhossaini RM, Altamran AA, Choi S, et al. Similar Operative Outcomes between the da Vinci Xi[®] and da Vinci Si[®] Systems in Robotic Gastrectomy for Gastric Cancer. *Journal of gastric cancer*. 2019;19(2):165-172.
21. TEIXEIRA S. Cirurgia robótica: operações que superam os limites da mão humana. *Notícias magazine*. 23/01/2020.
22. SNS. Primeiro robô cirúrgico do SNS. 08/11/2019; <https://www.sns.gov.pt/noticias/2019/11/08/primeiro-robo-cirurgico-do-sns/>. Accessed 08/04, 2021.
23. Güner A, Hyung WJ. Minimally invasive surgery for gastric cancer. *Ulusal cerrahi dergisi*. 2014;30(1):1-9.
24. Okabe H, Obama K, Tsunoda S, et al. Feasibility of robotic radical gastrectomy using a monopolar device for gastric cancer. *Surgery today*. 2019;49(10):820-827.
25. Hu M, Han C, Guo T, et al. Application of da Vinci robot with the "3+2" mode in radical gastrectomy for gastric cancer. *Medicine*. 2020;99(46):e22988.
26. Kitano S, Shiraishi N, Fujii K, Yasuda K, Inomata M, Adachi Y. A randomized controlled trial comparing open vs laparoscopy-assisted distal gastrectomy for the treatment of early gastric cancer: an interim report. *Surgery*. 2002;131(1 Suppl):S306-311.
27. Zhang CD, Yamashita H, Zhang S, Seto Y. Reevaluation of laparoscopic versus open distal gastrectomy for early gastric cancer in Asia: A meta-analysis of randomized controlled trials. *International journal of surgery (London, England)*. 2018;56:31-43.
28. Deng Y, Zhang Y, Guo TK. Laparoscopy-assisted versus open distal gastrectomy for early gastric cancer: A meta-analysis based on seven randomized controlled trials. *Surgical oncology*. 2015;24(2):71-77.

29. Chen XZ, Hu JK, Yang K, Wang L, Lu QC. Short-term evaluation of laparoscopy-assisted distal gastrectomy for predictive early gastric cancer: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Surgical laparoscopy, endoscopy & percutaneous techniques*. 2009;19(4):277-284.
30. Zeng YK, Yang ZL, Peng JS, Lin HS, Cai L. Laparoscopy-assisted versus open distal gastrectomy for early gastric cancer: evidence from randomized and nonrandomized clinical trials. *Annals of surgery*. 2012;256(1):39-52.
31. Viñuela EF, Gonen M, Brennan MF, Coit DG, Strong VE. Laparoscopic versus open distal gastrectomy for gastric cancer: a meta-analysis of randomized controlled trials and high-quality nonrandomized studies. *Annals of surgery*. 2012;255(3):446-456.
32. Kim W, Kim HH, Han SU, et al. Decreased Morbidity of Laparoscopic Distal Gastrectomy Compared With Open Distal Gastrectomy for Stage I Gastric Cancer: Short-term Outcomes From a Multicenter Randomized Controlled Trial (KLASS-01). *Annals of surgery*. 2016;263(1):28-35.
33. Hyung WJ, Yang HK, Han SU, et al. A feasibility study of laparoscopic total gastrectomy for clinical stage I gastric cancer: a prospective multi-center phase II clinical trial, KLASS 03. *Gastric cancer : official journal of the International Gastric Cancer Association and the Japanese Gastric Cancer Association*. 2019;22(1):214-222.
34. Liu F, Huang C, Xu Z, et al. Morbidity and Mortality of Laparoscopic vs Open Total Gastrectomy for Clinical Stage I Gastric Cancer: The CLASS02 Multicenter Randomized Clinical Trial. *JAMA oncology*. 2020;6(10):1590-1597.
35. Zhu Z, Li L, Xu J, et al. Laparoscopic versus open approach in gastrectomy for advanced gastric cancer: a systematic review. *World journal of surgical oncology*. 2020;18(1):126.
36. Choi YY, Bae JM, An JY, Hyung WJ, Noh SH. Laparoscopic gastrectomy for advanced gastric cancer: are the long-term results comparable with conventional open gastrectomy? A systematic review and meta-analysis. *Journal of surgical oncology*. 2013;108(8):550-556.
37. Chen X, Feng X, Wang M, Yao X. Laparoscopic versus open distal gastrectomy for advanced gastric cancer: A meta-analysis of randomized controlled trials and high-quality nonrandomized comparative studies. *European journal of surgical oncology : the journal of the European Society of Surgical Oncology and the British Association of Surgical Oncology*. 2020;46(11):1998-2010.
38. Chen K, Xu XW, Mou YP, et al. Systematic review and meta-analysis of laparoscopic and open gastrectomy for advanced gastric cancer. *World journal of surgical oncology*. 2013;11:182.
39. Hyung WJ, Yang HK, Park YK, et al. Long-Term Outcomes of Laparoscopic Distal Gastrectomy for Locally Advanced Gastric Cancer: The KLASS-02-RCT Randomized Clinical Trial. *Journal*

- of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology.* 2020;38(28):3304-3313.
40. Kinoshita T, Uyama I, Terashima M, et al. Long-term Outcomes of Laparoscopic Versus Open Surgery for Clinical Stage II/III Gastric Cancer: A Multicenter Cohort Study in Japan (LOC-A Study). *Annals of surgery.* 2019;269(5):887-894.
 41. Hwang H, Myung JE, Yi JW, Lee SS, Park J. Laparoscopic surgery versus open surgery for gastric cancer: big data analysis based on nationwide administrative claims data. *Annals of surgical treatment and research.* 2020;99(3):138-145.
 42. Shan F, Gao C, Li XL, et al. Short- and Long-Term Outcomes after Laparoscopic Versus Open Gastrectomy for Elderly Gastric Cancer Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of laparoendoscopic & advanced surgical techniques. Part A.* 2020;30(7):713-722.
 43. Hoshino N, Murakami K, Hida K, et al. Robotic versus laparoscopic surgery for gastric cancer: an overview of systematic reviews with quality assessment of current evidence. *Updates in surgery.* 2020.
 44. Shibasaki S, Suda K, Obama K, Yoshida M, Uyama I. Should robotic gastrectomy become a standard surgical treatment option for gastric cancer? *Surgery today.* 2020;50(9):955-965.
 45. Shin HJ, Son SY, Wang B, Roh CK, Hur H, Han SU. Long-term Comparison of Robotic and Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Cancer: A Propensity Score-weighted Analysis of 2084 Consecutive Patients. *Annals of surgery.* 2020.
 46. Liao G, Zhao Z, Khan M, Yuan Y, Li X. Comparative analysis of robotic gastrectomy and laparoscopic gastrectomy for gastric cancer in terms of their long-term oncological outcomes: a meta-analysis of 3410 gastric cancer patients. *World journal of surgical oncology.* 2019;17(1):86.
 47. Park JM, Kim HI, Han SU, et al. Who may benefit from robotic gastrectomy?: A subgroup analysis of multicenter prospective comparative study data on robotic versus laparoscopic gastrectomy. *European journal of surgical oncology : the journal of the European Society of Surgical Oncology and the British Association of Surgical Oncology.* 2016;42(12):1944-1949.
 48. Gao Y, Xi H, Qiao Z, et al. Comparison of robotic- and laparoscopic-assisted gastrectomy in advanced gastric cancer: updated short- and long-term results. *Surgical endoscopy.* 2019;33(2):528-534.
 49. Ojima T, Nakamura M, Nakamori M, et al. Robotic radical lymphadenectomy without touching the pancreas during gastrectomy for gastric cancer. *Medicine.* 2019;98(13):e15091.

50. Zheng-Yan L, Yong-Liang Z, Feng Q, Yan S, Pei-Wu Y. Morbidity and short-term surgical outcomes of robotic versus laparoscopic distal gastrectomy for gastric cancer: a large cohort study. *Surgical endoscopy*. 2020.
51. Hu LD, Li XF, Wang XY, Guo TK. Robotic versus Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Carcinoma: a Meta-Analysis of Efficacy and Safety. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*. 2016;17(9):4327-4333.
52. Ye SP, Shi J, Liu DN, et al. Robotic- versus laparoscopic-assisted distal gastrectomy with D2 lymphadenectomy for advanced gastric cancer based on propensity score matching: short-term outcomes at a high-capacity center. *Scientific reports*. 2020;10(1):6502.
53. Yang C, Shi Y, Xie S, et al. Short-term outcomes of robotic- versus laparoscopic-assisted Total Gastrectomy for advanced gastric Cancer: a propensity score matching study. *BMC cancer*. 2020;20(1):669.
54. Obama K, Kim YM, Kang DR, et al. Long-term oncologic outcomes of robotic gastrectomy for gastric cancer compared with laparoscopic gastrectomy. *Gastric cancer : official journal of the International Gastric Cancer Association and the Japanese Gastric Cancer Association*. 2018;21(2):285-295.
55. Huang KH, Lan YT, Fang WL, et al. Comparison of the operative outcomes and learning curves between laparoscopic and robotic gastrectomy for gastric cancer. *PLoS one*. 2014;9(10):e111499.
56. Huang KH, Lan YT, Fang WL, et al. Initial experience of robotic gastrectomy and comparison with open and laparoscopic gastrectomy for gastric cancer. *Journal of gastrointestinal surgery : official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*. 2012;16(7):1303-1310.
57. Uyama I, Suda K, Nakauchi M, et al. Clinical advantages of robotic gastrectomy for clinical stage I/II gastric cancer: a multi-institutional prospective single-arm study. *Gastric cancer : official journal of the International Gastric Cancer Association and the Japanese Gastric Cancer Association*. 2019;22(2):377-385.
58. Bobo Z, Xin W, Jiang L, et al. Robotic gastrectomy versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: meta-analysis and trial sequential analysis of prospective observational studies. *Surgical endoscopy*. 2019;33(4):1033-1048.
59. Parisi A, Reim D, Borghi F, et al. Minimally invasive surgery for gastric cancer: A comparison between robotic, laparoscopic and open surgery. *World journal of gastroenterology*. 2017;23(13):2376-2384.

60. Junfeng Z, Yan S, Bo T, et al. Robotic gastrectomy versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: comparison of surgical performance and short-term outcomes. *Surgical endoscopy*. 2014;28(6):1779-1787.
61. Liu G, Shen W, Chen L, Wei B. [Robotic versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: a meta-analysis]. *Zhonghua wei chang wai ke za zhi = Chinese journal of gastrointestinal surgery*. 2016;19(3):328-333.
62. Lee J, Kim YM, Woo Y, Obama K, Noh SH, Hyung WJ. Robotic distal subtotal gastrectomy with D2 lymphadenectomy for gastric cancer patients with high body mass index: comparison with conventional laparoscopic distal subtotal gastrectomy with D2 lymphadenectomy. *Surgical endoscopy*. 2015;29(11):3251-3260.
63. Kim YW, Reim D, Park JY, et al. Role of robot-assisted distal gastrectomy compared to laparoscopy-assisted distal gastrectomy in suprapancreatic nodal dissection for gastric cancer. *Surgical endoscopy*. 2016;30(4):1547-1552.
64. Lu J, Zheng HL, Li P, et al. A Propensity Score-Matched Comparison of Robotic Versus Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Cancer: Oncological, Cost, and Surgical Stress Analysis. *Journal of gastrointestinal surgery : official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*. 2018;22(7):1152-1162.
65. Solaini L, Avanzolini A, Pacilio CA, Cucchetti A, Cavaliere D, Ercolani G. Robotic surgery for gastric cancer in the west: A systematic review and meta-analyses of short-and long-term outcomes. *International journal of surgery (London, England)*. 2020;83:170-175.
66. Ma J, Li X, Zhao S, Zhang R, Yang D. Robotic versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *World journal of surgical oncology*. 2020;18(1):306.
67. Matsunaga T, Miyauchi W, Kono Y, et al. The Advantages of Robotic Gastrectomy over Laparoscopic Surgery for Gastric Cancer. *Yonago acta medica*. 2020;63(2):99-106.
68. Guerrini GP, Esposito G, Serra V, et al. Robotic versus laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: the largest meta-analysis. *International journal of surgery (London, England)*. 2020.
69. Suda K, Man IM, Ishida Y, Kawamura Y, Satoh S, Uyama I. Potential advantages of robotic radical gastrectomy for gastric adenocarcinoma in comparison with conventional laparoscopic approach: a single institutional retrospective comparative cohort study. *Surgical endoscopy*. 2015;29(3):673-685.
70. Guerra F, Giuliani G, Formisano G, Bianchi PP, Patrìti A, Coratti A. Pancreatic Complications After Conventional Laparoscopic Radical Gastrectomy Versus Robotic Radical Gastrectomy: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of laparoendoscopic & advanced surgical techniques. Part A*. 2018;28(10):1207-1215.

71. Ye SP, Shi J, Liu DN, et al. Robotic-assisted versus conventional laparoscopic-assisted total gastrectomy with D2 lymphadenectomy for advanced gastric cancer: short-term outcomes at a mono-institution. *BMC surgery*. 2019;19(1):86.
72. Caruso R, Vicente E, Núñez-Alfonso J, et al. Robotic-assisted gastrectomy compared with open resection: a comparative study of clinical outcomes and cost-effectiveness analysis. *Journal of robotic surgery*. 2020;14(4):627-632.
73. Solaini L, Bazzocchi F, Pellegrini S, et al. Robotic vs open gastrectomy for gastric cancer: A propensity score-matched analysis on short- and long-term outcomes. *The international journal of medical robotics + computer assisted surgery : MRCAS*. 2019;15(5):e2019.
74. Yang Y, Wang G, He J, Wu F, Ren S. Robotic gastrectomy versus open gastrectomy in the treatment of gastric cancer. *Journal of cancer research and clinical oncology*. 2017;143(1):105-114.
75. Kostakis ID, Alexandrou A, Armeni E, et al. Comparison Between Minimally Invasive and Open Gastrectomy for Gastric Cancer in Europe: A Systematic Review and Meta-analysis. *Scandinavian journal of surgery : SJS : official organ for the Finnish Surgical Society and the Scandinavian Surgical Society*. 2017;106(1):3-20.
76. Caruso S, Patriti A, Marrelli D, et al. Open vs robot-assisted laparoscopic gastric resection with D2 lymph node dissection for adenocarcinoma: a case-control study. *The international journal of medical robotics + computer assisted surgery : MRCAS*. 2011;7(4):452-458.
77. Liao G, Chen J, Ren C, et al. Robotic versus open gastrectomy for gastric cancer: a meta-analysis. *PloS one*. 2013;8(12):e81946.
78. Hyun MH, Lee CH, Kim HJ, Tong Y, Park SS. Systematic review and meta-analysis of robotic surgery compared with conventional laparoscopic and open resections for gastric carcinoma. *The British journal of surgery*. 2013;100(12):1566-1578.
79. Kim KM, An JY, Kim HI, Cheong JH, Hyung WJ, Noh SH. Major early complications following open, laparoscopic and robotic gastrectomy. *The British journal of surgery*. 2012;99(12):1681-1687.
80. Wang G, Jiang Z, Zhao J, et al. Assessing the safety and efficacy of full robotic gastrectomy with intracorporeal robot-sewn anastomosis for gastric cancer: A randomized clinical trial. *Journal of surgical oncology*. 2016;113(4):397-404.
81. Procopiuc L, Tudor S, Manuc M, Diculescu M, Vasilescu C. Open vs robotic radical gastrectomy for locally advanced gastric cancer. *The international journal of medical robotics + computer assisted surgery : MRCAS*. 2016;12(3):502-508.

82. Liu H, Kinoshita T, Tonouchi A, Kaito A, Tokunaga M. What are the reasons for a longer operation time in robotic gastrectomy than in laparoscopic gastrectomy for stomach cancer? *Surgical endoscopy*. 2019;33(1):192-198.
83. Chen K, Pan Y, Zhang B, Maher H, Wang XF, Cai XJ. Robotic versus laparoscopic Gastrectomy for gastric cancer: a systematic review and updated meta-analysis. *BMC surgery*. 2017;17(1):93.
84. Pan HF, Wang G, Liu J, et al. Robotic Versus Laparoscopic Gastrectomy for Locally Advanced Gastric Cancer. *Surgical laparoscopy, endoscopy & percutaneous techniques*. 2017;27(6):428-433.
85. Kamei T, Kitayama J, Yamashita H, Nagawa H. Intraoperative blood loss is a critical risk factor for peritoneal recurrence after curative resection of advanced gastric cancer. *World journal of surgery*. 2009;33(6):1240-1246.
86. Arita T, Ichikawa D, Konishi H, et al. Increase in peritoneal recurrence induced by intraoperative hemorrhage in gastrectomy. *Annals of surgical oncology*. 2015;22(3):758-764.
87. Dhar DK, Kubota H, Tachibana M, et al. Long-term survival of transmural advanced gastric carcinoma following curative resection: multivariate analysis of prognostic factors. *World journal of surgery*. 2000;24(5):588-593; discussion 593-584.
88. Xiao H, Quan H, Pan S, et al. Impact of peri-operative blood transfusion on post-operative infections after radical gastrectomy for gastric cancer: a propensity score matching analysis focusing on the timing, amount of transfusion and role of leukocyte depletion. *Journal of cancer research and clinical oncology*. 2018;144(6):1143-1154.
89. Jiang W, Fang YJ, Wu XJ, et al. Intraoperative blood loss independently predicts survival and recurrence after resection of colorectal cancer liver metastasis. *PLoS one*. 2013;8(10):e76125.
90. Agnes A, Lirosi MC, Panunzi S, Santocchi P, Persiani R, D'Ugo D. The prognostic role of perioperative allogeneic blood transfusions in gastric cancer patients undergoing curative resection: A systematic review and meta-analysis of non-randomized, adjusted studies. *European journal of surgical oncology : the journal of the European Society of Surgical Oncology and the British Association of Surgical Oncology*. 2018;44(4):404-419.
91. Rausei S, Ruspi L, Galli F, et al. Peri-operative blood transfusion in gastric cancer surgery: prognostic or confounding factor? *International journal of surgery (London, England)*. 2013;11 Suppl 1:S100-103.

92. Nakauchi M, Suda K, Susumu S, et al. Comparison of the long-term outcomes of robotic radical gastrectomy for gastric cancer and conventional laparoscopic approach: a single institutional retrospective cohort study. *Surgical endoscopy*. 2016;30(12):5444-5452.
93. Tejedor P, Sagias F, Nock D, et al. Advantages of using a robotic stapler in rectal cancer surgery. *Journal of robotic surgery*. 2020;14(2):365-370.
94. Ojima T, Nakamura M, Hayata K, et al. Laparoscopic Billroth I Gastroduodenostomy in Robotic Distal Gastrectomy for Gastric Cancers: Fusion Surgery. *Surgical laparoscopy, endoscopy & percutaneous techniques*. 2019;29(6):520-523.
95. Washio M, Yamashita K, Niihara M, Hosoda K, Hiki N. Postoperative pancreatic fistula after gastrectomy for gastric cancer. *Annals of gastroenterological surgery*. 2020;4(6):618-627.
96. Liberman D, Trinh QD, Jeldres C, Zorn KC. Is robotic surgery cost-effective: yes. *Current opinion in urology*. 2012;22(1):61-65.
97. Lu J, Yoon C, Xu B, et al. Long-Term Survival after Minimally Invasive Versus Open Gastrectomy for Gastric Adenocarcinoma: A Propensity Score-Matched Analysis of Patients in the United States and China. *Annals of surgical oncology*. 2020;27(3):802-811.
98. Hyun MH, Lee CH, Kwon YJ, et al. Robot versus laparoscopic gastrectomy for cancer by an experienced surgeon: comparisons of surgery, complications, and surgical stress. *Annals of surgical oncology*. 2013;20(4):1258-1265.
99. Yang SY, Roh KH, Kim YN, et al. Surgical Outcomes After Open, Laparoscopic, and Robotic Gastrectomy for Gastric Cancer. *Annals of surgical oncology*. 2017;24(7):1770-1777.
100. Watson MD, Trufan S, Benbow JH, Gower NL, Hill JS, Salo JC. Effect of Surgical Approach on Node Harvest in Gastrectomy: Analysis of the National Cancer Database. *World journal of surgery*. 2020;44(9):3061-3069.
101. Herrera-Almario G, Strong VE. Minimally Invasive Gastric Surgery. *Annals of surgical oncology*. 2016;23(12):3792-3797.
102. Alhossaini RM, Altamran AA, Seo WJ, Hyung WJ. Robotic gastrectomy for gastric cancer: Current evidence. *Annals of gastroenterological surgery*. 2017;1(2):82-89.
103. You YH, Kim YM, Ahn DH. Beginner Surgeon's Initial Experience with Distal Subtotal Gastrectomy for Gastric Cancer Using a Minimally Invasive Approach. *Journal of gastric cancer*. 2015;15(4):270-277.
104. Kim MS, Kim WJ, Hyung WJ, et al. Comprehensive Learning Curve of Robotic Surgery: Discovery From a Multicenter Prospective Trial of Robotic Gastrectomy. *Annals of surgery*. 2019.
105. An JY, Kim SM, Ahn S, et al. Successful Robotic Gastrectomy Does Not Require Extensive Laparoscopic Experience. *Journal of gastric cancer*. 2018;18(1):90-98.

106. Strong VE, Russo AE, Nakauchi M, et al. Robotic Gastrectomy for Gastric Adenocarcinoma in the USA: Insights and Oncologic Outcomes in 220 Patients. *Annals of surgical oncology*. 2020.
107. Solaini L, D'Ignazio A, Marrelli D, et al. The effect of learning curve on perioperative outcomes of robotic gastrectomy in two western high-volume centers. *The international journal of medical robotics + computer assisted surgery : MRCAS*. 2020:e2212.
108. Park SS, Kim MC, Park MS, Hyung WJ. Rapid adaptation of robotic gastrectomy for gastric cancer by experienced laparoscopic surgeons. *Surgical endoscopy*. 2012;26(1):60-67.
109. Hyung WJ, Woo Y, Noh SH. Robotic surgery for gastric cancer: a technical review. *Journal of robotic surgery*. 2011;5(4):241-249.
110. Lee JH, Tanaka E, Woo Y, et al. Advanced real-time multi-display educational system (ARMES): An innovative real-time audiovisual mentoring tool for complex robotic surgery. *Journal of surgical oncology*. 2017;116(7):894-897.
111. Lee S, Kim JK, Kim YN, et al. Safety and feasibility of reduced-port robotic distal gastrectomy for gastric cancer: a phase I/II clinical trial. *Surgical endoscopy*. 2017;31(10):4002-4009.
112. Cianchi F, Indennitate G, Paoli B, et al. The Clinical Value of Fluorescent Lymphography with Indocyanine Green During Robotic Surgery for Gastric Cancer: a Matched Cohort Study. *Journal of gastrointestinal surgery : official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*. 2019.
113. Kim M, Son SY, Cui LH, Shin HJ, Hur H, Han SU. Real-time Vessel Navigation Using Indocyanine Green Fluorescence during Robotic or Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Cancer. *Journal of gastric cancer*. 2017;17(2):145-153.
114. Aruni G, Amit G, Dasgupta P. New surgical robots on the horizon and the potential role of artificial intelligence. *Investigative and clinical urology*. 2018;59(4):221-222.
115. Desiderio E. IMIGASTRIC. <https://www.imigastric.com/>. Accessed 04/04, 2021.
116. Rosa F, Costamagna G, Doglietto GB, Alfieri S. Classification of nodal stations in gastric cancer. *Translational gastroenterology and hepatology*. 2017;2:2.