

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

**ESTUDO TOMOGRÁFICO PRÉ E PÓS-OPERATÓRIOS COMO MÉTODO DE
AVALIAÇÃO DA LIGADURA VASCULAR EM CIRURGIA DE CÂNCER
COLORRETAL**

ALUNA: CAROLINE LORENZONI ALMEIDA GHEZZI

PORTO ALEGRE

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

**ESTUDO TOMOGRÁFICO PRÉ E PÓS-OPERATÓRIOS COMO MÉTODO DE
AVALIAÇÃO DA LIGADURA VASCULAR EM CIRURGIA DE CÂNCER
COLORRETAL**

ALUNA: CAROLINE LORENZONI ALMEIDA GHEZZI

Orientador: Prof. Dr. Marino Muxfeldt Bianchin

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Medicina: Ciências Médicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas.

PORTO ALEGRE

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

G421e Ghezzi, Caroline Lorenzoni Almeida

Estudo tomográfico pré e pós-operatórios como método de avaliação da ligadura vascular em cirurgia de câncer colorretal. / Caroline Lorenzoni Almeida Ghezzi. - Porto Alegre, RS: UFRGS, 2018.

76f.: gráf. il. tab. Inclui artigo de periódico submetido à publicação.

Orientador: Prof. Dr. Marino Muxfeldt Bianchin.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas.

1. NEOPLASIAS COLORRETAIS/diagnóstico por imagem. 2. NEOPLASIAS COLORRETAIS/cirurgia. 3. NEOPLASIAS COLORRETAIS /irrigação sanguínea. 4. ARTÉRIA MESENTÉRICA INFERIOR /fisiopatologia. 5. TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR RAIOS X. 6. CUIDADOS PRÉ-OPERATÓRIOS. 7. CUIDADOS PÓS-OPERATÓRIOS. 8. PROGNÓSTICO. 9. ESTADIAMENTO DE NEOPLASIAS. 10. ESTUDO OBSERVACIONAL. 11. ESTUDOS DE COORTE. 12. ESTUDOS RETROSPECTIVOS. 13. SOBREVIDA. I. Bianchin, Marino Muxfeldt. II. Título.

C.D.D. 616.994.35
N.L.M. WL 337

DEDICATÓRIA

Ao meu filho Eduardo, por me ensinar o melhor significado do amor.

Ao meu marido Tiago, pela vida que construímos juntos e por cuidar da nossa família com
tanta dedicação e amor.

Aos meus pais, Ione e Nelson, pela valiosa educação que me deram e por todas as alegrias
proporcionadas na minha vida.

À minha irmã Clarisse, por acompanhar todos os meus passos e me dar certeza de que sempre
terei o seu apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que colaboraram na realização deste trabalho, ressaltando o meu reconhecimento:

Ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Médicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Hospital de Clínicas de Porto Alegre, pela oportunidade de aprendizado e excelência em atendimento aos alunos e pacientes.

Ao Serviço de Radiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre – em nome do atual chefe Prof. Dr. Felipe Soares Torres – por estimular o desenvolvimento médico e acadêmico e permitir a execução do meu trabalho.

Ao Dr. Tiago Leal Ghezzi, pelo exemplo, pela fundamental ajuda e paciência durante estes anos de trabalho. Por incentivar o meu crescimento profissional e pessoal e pela sua capacidade admirável de buscar o aperfeiçoamento.

Ao Prof. Dr. Marino Muxfeldt Bianchin, pelo apoio e instrução durante essa jornada.

Ao Prof. Dr. Leonardo Modesti Vedolin – inicialmente meu orientador – pelo incentivo acadêmico e confiança no meu trabalho.

Aos meus colegas de trabalho do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e do Hospital Moinhos de Vento, em especial à equipe de radiologia abdominal, pela ajuda mútua, pela amizade e por buscarmos – juntos – um trabalho de excelência.

À acadêmica Carolina Rahde, pela sua dedicação e auxílio no banco de dados.

À minha colega Aline Casagrande, pelo seu empenho em analisar detalhadamente os exames de imagem.

Às maravilhosas avós do Eduardo – minha mãe Ione e minha sogra Maria Inês – que me ajudaram a cuidar dele com tanto carinho enquanto eu me dedicava a este trabalho.

Aos pacientes, por serem a principal razão do esforço dos profissionais da saúde em busca do conhecimento.

RESUMO

Introdução: o câncer colorretal (CCR) apresenta importante impacto na saúde pública mundial. Segundo dados do INCA de 2018, o CCR representa a segunda e a terceira malignidades mais incidentes em mulheres e homens brasileiros, respectivamente. A ressecção cirúrgica é a única modalidade de tratamento com intuito curativo. A presença de metástase linfonodal representa um importante fator prognóstico sendo determinante na indicação de tratamento adjuvante. O conhecimento da anatomia da vascularização mesentérica pelo cirurgião é essencial na identificação intraoperatória dos vasos; conseqüentemente, na execução correta das ligaduras vasculares e linfadenectomia. Os exames de imagem são fundamentais no CCR, pois permitem o diagnóstico, estadiamento, planejamento cirúrgico e acompanhamento da doença. Dentre as modalidades de exames de imagem, a tomografia computadorizada (TC) é o método recomendado para o estadiamento abdominal do CCR sendo amplamente disponível e de rápida aquisição. A TC oferece recursos de reformação multiplanar (MPR) e projeção de intensidade máxima (MIP) que auxiliam na interpretação dos vasos mesentéricos. A ligadura dos vasos mesentéricos inferiores pode ser classificada em alta ou baixa. **Objetivo:** determinar a correlação entre o nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores descrita pelo cirurgião e aquela identificada pelo médico radiologista na TC pós-operatória em pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto. Adicionalmente, estudar o impacto do nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores no prognóstico desses pacientes. **Materiais e Metodologia:** estudo observacional, longitudinal, do tipo coorte retrospectivo. A amostra de estudo foi composta por pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto submetidos à ressecção cirúrgica e que realizaram TC de abdome e pelve pré e pós-operatórias no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). **Resultados:** cirurgiões e radiologistas concordam em relação ao nível de ligadura da artéria mesentérica inferior e da veia mesentérica inferior em 68,4% (Kappa = 0,431) e 64,3% (Kappa = 0,326) dos casos, respectivamente. A concordância entre os radiologistas quanto ao nível de ligadura da artéria mesentérica inferior ocorreu em 97,4% (Kappa: 0,945) dos casos. Não houve diferença na média de linfonodos removidos (21,5, 17 e 20; $p = 0,160$) em pacientes submetidos – respectivamente – à ligadura alta, ligadura baixa e preservação da artéria mesentérica inferior. Em pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto com estágio clínico I a III, não houve diferença em termos de sobrevida global em dois anos (85,7%, 91,9% e 100%; $p = 0,664$), de sobrevida livre de doença em dois anos (90%, 89,8% e 100%; $p = 0,656$), sobrevida livre de doença local em dois anos (100%, 92,4% e 100%; $p =$

0,495) e sobrevida livre de doença sistêmica em dois anos (90%, 93,2% e 100%; $p = 0,600$) em pacientes submetidos à ligadura alta, ligadura baixa e preservação da artéria mesentérica inferior, respectivamente. **Conclusões:** a TC com uso da ferramenta de projeção de intensidade máxima (MIP) é um método confiável para avaliação do nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores. O nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores é corretamente identificado pelo cirurgião em cerca de dois terços dos casos. O nível de ligadura da artéria mesentérica inferior não está associado ao número de linfonodos removidos e às taxas de sobrevida.

Palavras-chave: neoplasia do colon, neoplasias retais, artéria mesentérica inferior, ligadura, tomografia computadorizada por Raios X, análise de sobrevida.

ABSTRACT

Introduction: Colorectal cancer (CRC) has a strong impact on global public health. According to the Brazilian National Institute of Cancer/*INCA*, CRC is the third and second most common malignancy in men and women, respectively. Surgical resection is the only treatment modality with curative intent. The presence of lymph node metastasis is an important determinant of prognosis and indication of adjuvant treatment. Knowledge of the anatomy of the mesenteric vasculature is essential for the surgeon in the intra-operative identification of the vessels, and consequently, in the correct performance of vascular ligatures and lymphadenectomy. Imaging exams play an important role in primary diagnostics, staging, surgical planning, and follow-up of CRC. Among the imaging modalities for abdominal staging of CRC, the CT is widely available and enables fast acquisition of images. It also displays techniques, such as multiplanar reformation (MPR) and thin-slab maximum intensity projection (MIP), which help analyze the mesenteric vessels. **Objective:** To determine the correlation between the level of inferior mesenteric artery ligation described by the surgeon and that identified in postoperative CT of patients with left colon cancer and rectal cancer, and to study the effect of this level on the prognosis of CRC patients. **Materials and Methods:** Observational, longitudinal, cohort study retrospective. The study sample consisted of patients with left colon and rectal who underwent surgical resection and pre and postoperative CT of the abdomen and pelvis at the Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

Results: surgeons and radiologists agreed in relation to the level of ligation of the inferior mesenteric artery (IMA) and inferior mesenteric vein (IMV) respectively in 68.4% (Kappa = 0.431) and 64.3% (Kappa = 0.326) of the cases. Inter-radiologists agreement on the level of ligation of the IMA occurred in 97.4% (Kappa: 0.945) of the cases. There were no differences in the median number of lymph nodes harvested (21.5, 17 and 20; $p = 0.160$) in patients submitted respectively to high ligation, low ligation and preservation of the IMA. In patients with clinical stage I-III left colon and rectal cancer there were no differences in terms of 2-years overall survival (85.7%, 91.9% and 100%; $p = 0.664$), 2-years disease-free survival (90%, 89.8% and 100%; $p = 0.656$), 2-years local disease-free survival (100%, 92.4% and 100%; $p = 0.495$) and 2-years systemic disease-free survival (90%, 93.2% and 100%; $p = 0.600$) respectively for patients submitted to high ligation, low ligation and preservation of the IMA. **Limitations:** this study was limited by its retrospective nature, predominance of patients submitted to low ligation, small sample size and short postoperative

follow-up. **Conclusions:** MDCT-MIP is a reliable method for evaluation of the level of ligation of the inferior mesenteric vessels. The level of ligation of the inferior mesenteric vessels is correctly identified by the surgeon in around two thirds of cases. The level of ligation of the IMA is not associated with the number of lymph nodes harvested and the survival rates.

Keywords: colon cancer, rectal cancer, inferior mesenteric artery, ligation level, computed tomography, oncological outcome.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Diagrama das estratégias para localizar e selecionar as informações. 20
- Figura 2.** Enema opaco em duas incidências demonstra lesão estenosante no cólon. 22
- Figura 3.** Colonografia por TC mostra lesão polipóide colônica por visualização no plano axial e através de endoscopia virtual. 23
- Figura 4.** Ultrassonografia mostra espessamento parietal colônico e TC confirma a lesão relacionada ao CCR. 24
- Figura 5.** TC nos planos axial e coronal demonstrando espessamento parietal irregular e estenosante do cólon sigmoide relacionado ao CCR. 25
- Figura 6.** TC no plano axial mostra espessamento parietal do reto sem sinais de lesão extramural mensurável e outra TC com importante espessamento parietal irregular do reto com sinais de extensão neoplásica extramural, ambos CCR. 26
- Figura 7.** TC no plano axial mostra disseminação linfonodal e metástase hepática de CCR. 27
- Figura 8.** Ressonância nuclear magnética (RNM) mostra lesão expansiva no reto com sinais de extensão extramural, em sequências ponderadas em T2 em alta resolução, T1 após uso de gadolínio e difusão. 29
- Figura 9.** RNM nas sequências T2 em alta resolução, T1 após uso de gadolínio mostra espessamento parietal irregular do reto inferior, com sinais de extensão ao canal anal. A RNM também mostra metástase hepática e linfonodopatia na cadeia obturadora direita. 30
- Figura 10.** TC e tomografia por Emissão de Pósitrons / TC (PET/CT) mostram lesão hepática hipodensa hipercaptante, relacionada a implante neoplásico de CCR. Presença de linfonodo intercavaoárdico com aumento do metabolismo na PET/CT. Lesão parietal assimétrica no cólon direito demonstrado em TC, com aumento da captação na PET/CT, relacionada à neoplasia colônica primária. 32
- Figura 11.** TC mostra anatomia e trajeto da artéria cólica esquerda em relação à veia mesentérica inferior. 33
- Figura 12.** TC mostra anatomia e trajeto da artéria cólica esquerda em relação à veia mesentérica inferior. 33
- Figura 13.** TC demonstra padrões de ramificação da artéria mesentérica inferior (tipos I, II, III e IV). 35
- Figura 14.** Ilustração das cadeias linfáticas colorretais. 36
- Figura 15.** Ilustração dos níveis de ligadura da artéria mesentérica inferior. 37
- Figura 16.** TC mostra níveis de ligadura da artéria mesentérica inferior (alta e baixa). 38

Figura 17. TC mostra os vasos mesentéricos com e sem o uso de projeção de intensidade máxima.	43
Figura 18. Diagrama do marco conceitual.	53

FIGURAS DO ARTIGO

Figure 1. Patterns of division of the IMA.	73
Figure 2. Levels of vascular ligation.	75
Figure 3. Kaplan–Meier curves according to the level of ligation of the IMA.	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Padrões de ramificação da artéria mesentérica inferior	34
Tabela 2. Definições do tumor primário (T) segundo a AJCC, 8ª edição.	44
Tabela 3. Definições de linfonodos regionais (N) segundo a AJCC, 8ª edição.	45
Tabela 4. Definições de metástases à distância (M) segundo a AJCC, 8ª edição.	45

TABELAS DO ARTIGO

Table 1. Demographic, clinical, surgical, and pathological characteristics of patients with left colon or rectal cancer.	78
Table 2. Radio-surgical correlation of the level of ligation of the IMA in patients with left colon and rectal cancer.	81
Table 3. Radio-surgical correlation of the level of ligation of the IMV in patients with left colon and rectal cancer.	81
Table 4. Radiology consensus and inter-radiologist agreement of the level of ligation and the anatomy of the inferior mesenteric vessels.	82
Table 5. Comparative analysis between patient's characteristics and the radio-surgical correlation of the level of inferior mesenteric vessels ligation.	84
Table 6. Relationship of the number of lymph nodes harvested, presence of lymph node metastasis, and positive lymph node ratio with the level of ligation of the IMA in patients with left colon and rectal cancer.	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE	Artéria cólica esquerda
ACRS	<i>American Society of Colon and Rectal Surgeons</i>
ACS	<i>American Cancer Society</i>
AJCC	<i>American Joint Committee on Cancer</i>
AMI	Artéria mesentérica inferior
ANS	Agência Nacional de Saúde
AP	Anatomopatológico
AS	Artérias sigmoideanas
ASA	<i>American Association of Anesthesiologists</i>
CCR	Câncer colorretal
CEA	Antígeno carcinoembrionário
CO	Colonoscopia óptica
cm	Centímetro
CTC	Colonografia por tomografia computadorizada
DWI	Difusão (do inglês <i>diffusion-weighted</i>)
EO	Enema opaco
EUA	Estados Unidos da América
¹⁸ F-FDG	Fluordesoxiglicose
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
INCA	Instituto Nacional do Câncer
MIP	Projeção de intensidade máxima (do inglês <i>maximum-intensity projection</i>)
mm	Milímetro
MPR	Reformatação multiplanar (do inglês <i>multiplanar reconstruction</i>)
MRC	Margem de ressecção circunferencial
MRD	Margem de ressecção distal
NCCN	<i>National Comprehensive Cancer Network</i>
PET/CT	Tomografia por Emissão de Pósitrons / Tomografia computadorizada
RNM	Ressonância Nuclear Magnética
TC	Tomografia computadorizada
TCMD	Tomografia computadorizada com múltiplos canais de detectores
US	Ultrassonografia
USTR	Ultrassonografia Transretal

VMI	Veia mesentérica inferior
VCE	Veia cólica esquerda
3D	Tridimensional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	19
2.1 Estratégias para localizar e selecionar as informações	19
2.2 Epidemiologia do CCR.....	20
2.3 Papel dos Exames de Imagem no CCR.....	22
2.3.1 Enema Opaco (EO)	22
2.3.2 Colonografia por Tomografia Computadorizada (CTC).....	23
2.3.3 Ultrassonografia (US)	23
2.3.4 Ultrassonografia Transretal (USTR)	24
2.3.5 Tomografia Computadorizada (TC).....	24
2.3.6 Ressonância Nuclear Magnética (RNM)	28
2.3.7 Tomografia por Emissão de Pósitrons / Tomografia computadorizada (PET/CT) com fluorodesoxiglicose (¹⁸ F-FDG)	31
2.4 Anatomia da Artéria Mesentérica Inferior	32
2.5 Drenagem Linfática Colorretal	35
2.6 Tipos de Ligadura Vascular.....	37
2.6.1 Ligadura Alta	37
2.6.1.1 Arterial.....	37
2.6.1.2 Venosa	37
2.6.2 Ligadura Baixa	37
2.6.2.1 Arterial.....	37
2.6.2.2 Venosa	37
2.7 TC com Reformação Multiplanar e Projeção de Intensidade Máxima	42
2.8 Princípios Oncológicos do CCR.....	44
2.8.1 Margem de Ressecção Distal (MRD)	46
2.8.1.1 Cólon	46
2.8.1.2 Reto.....	46
2.8.2 Margem de Ressecção Circunferencial (MRC)	47
2.8.2.1 Cólon	47
2.8.2.2 Reto.....	47
2.8.3 Excisão do Tecido Perivisceral	48
2.8.3.1 Excisão Mesorreto	48

2.8.3.2	Excisão do Mesócolon.....	48
2.8.4	Qualidade de Excisão do Mesorreto	49
2.8.5	Linfadenectomia e Amostra Linfonodal	49
2.8.6	Tratamento Neoadjuvante no Câncer de reto.....	50
2.8.7	Quimioterapia Adjuvante no Câncer de Colon.....	50
2.8.8	Seguimento Oncológico Pós-Operatório.....	51
3.	MARCO CONCEITUAL	52
4.	JUSTIFICATIVA	54
5.	OBJETIVOS	55
5.1	Objetivo Primário	55
5.2	Objetivos Secundários	55
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
7.	ARTIGO	68
7.1	Introduction.....	71
7.2	Materials and Methods.....	71
7.2.1	Study Design and Patient Selection	71
7.2.2	Bifurcation of the Inferior Mesenteric Artery	72
7.2.3	Surgery	73
7.2.4	Neoadjuvant and Adjuvant Therapy	74
7.2.5	Follow-up	74
7.2.6	Abdominal and Pelvic MDCT Scan with Maximum Intensity Projection	74
7.2.7	Endpoints.....	76
7.2.8	Statistical Analysis	76
7.3	Results	78
7.4	Discussion	87
7.5	Conclusion	90
7.6	References.....	91
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
9.	ANEXOS	96
9.1	Anexo I.....	96
9.2	Anexo II	98

1. INTRODUÇÃO

Dados do Globocan demonstram a ocorrência de 1.360.602 casos de CCR no mundo em 2012.⁽¹⁾ Estimativas do Instituto Nacional do Câncer (INCA) projetam o câncer colorretal (CCR) como a segunda malignidade mais incidente em mulheres e a terceira em homens brasileiros no ano de 2018.⁽²⁾ Estudos internacionais recentes vêm demonstrando um aumento do número de casos de CCR em indivíduos com idade abaixo dos 50 anos, salientando a necessidade de maior adesão a programas de prevenção com o intuito de reduzir a incidência desta doença e a mortalidade dela decorrente.⁽³⁾ O adenocarcinoma constitui o tipo histológico mais comum de CCR, correspondendo a 97% dos casos.⁽⁴⁾ A ressecção cirúrgica representa a única modalidade de tratamento com intuito curativo em pacientes com CCR. Nos pacientes com doença localizada, o tratamento cirúrgico compreende a ressecção do tumor com margens cirúrgicas livres e a remoção em bloco dos linfonodos locorregionais.⁽⁵⁾ A drenagem linfática do cólon esquerdo e do reto ocorre em sentido ascendente em direção aos linfonodos dispostos ao longo dos vasos mesentéricos inferiores. A presença de metástase linfonodal representa um importante fator prognóstico⁽⁶⁾, sendo uma condição determinante na indicação de tratamento adjuvante.⁽⁵⁾ Dentre as modalidades de imagem para o estadiamento abdominal do CCR, a TC é – em razão da sua boa acurácia diagnóstica, alta disponibilidade e rápida aquisição – o exame recomendado pela *National Comprehensive Cancer Network* (NCCN). A TC é útil tanto na avaliação da doença local (identificação de lesão parietal intestinal) quanto da doença regional (detecção de linfonodos com características suspeitas) e doença sistêmica (visualização de metástases a distância).⁽⁷⁾ Na prática clínica, a contribuição da TC para o estadiamento T é na diferenciação dos tumores de reto T3 avançados e T4 (que podem ser candidatos à quimioterapia neoadjuvante) daqueles T3 menos extensos e dos T1/T2.⁽⁸⁾ A TC – com o auxílio de ferramentas como reformação multiplanar (MPR) e projeção de intensidade máxima (MIP) – também pode auxiliar na caracterização da circulação mesentérica⁽⁹⁾, definindo padrões de ramificação arterial, variantes anatômicas e eventual invasão neoplásica vascular, contribuindo no planejamento cirúrgico dos pacientes com CCR. O conhecimento da anatomia da vascularização mesentérica inferior pelo cirurgião é essencial para a identificação intraoperatória dos vasos, elemento fundamental para a correta execução das ligaduras vasculares em pacientes com CCR.⁽¹⁰⁻¹⁴⁾ Tais fatores são determinantes na adequada perfusão da anastomose colorretal⁽¹⁵⁻¹⁶⁾ e na realização de uma linfadenectomia locorregional de acordo com os parâmetros oncológicos atualmente preconizados.⁽¹³⁾ Existem dois principais níveis de

ligadura dos vasos mesentéricos inferiores: alta e baixa. Na ligadura arterial alta, a artéria mesentérica inferior (AMI) é seccionada junto a sua origem na aorta, proximal a artéria cólica esquerda (ACE). Na ligadura venosa alta, a veia mesentérica inferior é seccionada acima da desembocadura da veia cólica esquerda (VCE), habitualmente junto ao bordo inferior do pâncreas. Na ligadura baixa dos vasos mesentéricos inferiores, a artéria e a veia são seccionadas distal à origem e desembocadura dos vasos cólicos esquerdos, respectivamente.^(11, 14)

Ainda não há consenso na literatura em relação ao nível ideal de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores. Cabe destacar, no entanto, que a grande maioria dos estudos que investigou as diferenças entre os níveis de ligadura vascular, tanto em relação aos desfechos oncológicos quanto em relação às suas potenciais complicações, baseou-se – exclusivamente – na avaliação intraoperatória realizada pelo cirurgião. Ou seja, sem a confirmação pós-operatória desta intervenção por métodos de imagem; sujeitos, portanto, de possíveis erros de julgamento.

Em um estudo único na literatura, *Prevot et al.* investigaram a correlação existente entre o nível de ligadura descrita pelo cirurgião e o de ligadura vascular visualizada através da TC de abdome e pelve pós-operatória em pacientes submetidos à ressecção de câncer de cólon sigmoide. Uma taxa de concordância de apenas 41% foi demonstrada entre o nível descrito pelo cirurgião e aquele identificado na TC pelo radiologista. Entre os pacientes com achados discordantes, foi observada uma superestimativa de 70% do nível de ligadura relatado pelo cirurgião.⁽¹⁷⁾

Não encontramos – até o presente momento – um estudo que tenha avaliado a correlação radiocirúrgica dos níveis de ligadura arterial e venosa em pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto.

2. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

2.1 Estratégias para localizar e selecionar as informações

A revisão da literatura foi focada na anatomia vascular do intestino grosso no contexto do tratamento cirúrgico do câncer de cólon esquerdo e de reto. Foram revisados aspectos relacionados à avaliação anatômica da circulação mesentérica inferior por meio de tomografia computadorizada, nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores, linfadenectomia e sobrevida de pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto. A estratégia de busca envolveu as bases de dado do *PubMed* e *Embase*. Foi empregada a nova ferramenta de pesquisa *Best match search information*. Foram realizadas buscas a partir da combinação de termos de cinco domínios relacionados ao assunto da pesquisa: *colorectal cancer* (*MeSH term: colorectal neoplasms*), *computed tomography* (*MeSH term: tomography x ray computed*), *vascular ligation* (*MeSH terms: blood vessels; ligation*), *lymphadenectomy* (*MeSH term: lymph node excision*) e *survival* (*MeSH terms: survival; subheading: mortality*). As combinações de busca foram as seguintes:

- a) *colorectal neoplasms; tomography x ray computed; splanchnic circulation*: 26 referências.
- b) *colorectal neoplasms; tomography x ray computed; blood vessels; ligation*: 38 referências.
- c) *colorectal neoplasms; tomography x ray computed; lymph node excision*: 206 referências.
- d) *colorectal neoplasms; blood vessels; ligation; lymph node excision*: 99 referências.
- e) *colorectal neoplasms; blood vessels; ligation; survival (subheading: mortality)*: 171 referências.

Para busca das referências bibliográficas, foram utilizados filtros de idiomas (inglês, espanhol, francês, italiano e português), população de estudo (humanos) e tipo de artigo (estudo clínico, ensaio clínico, estudo comparativo, ensaio clínico controlado, diretrizes, meta-análise, estudo multicêntrico, estudo observacional, diretrizes práticas, ensaio controlado randomizado, revisão, revisão sistemática e relato técnico). Não houve restrição quanto à data de publicação dos artigos; identificados 540 artigos no total. Foram excluídos aqueles que não se enquadravam no foco de interesse deste estudo (n = 480) ou em duplicidade (n = 18). Ao final, foram selecionados 52 artigos para leitura na íntegra; outras 59 publicações adicionais foram identificadas a partir das referências bibliográficas dos artigos

revisados. Ainda foram pesquisados os sites do GLOBOCAN (www.globocan.iarc.fr/), INCA (www.inca.gov.br) e NCCN (www.nccn.org), diretrizes de Câncer de Cólon e Reto da *American Society of Colon and Rectal Surgeon (ASCRS)*, os livros “Cólon, Reto e Apêndice, do Colégio Brasileiro de Radiologia” e o “*Traité d’Anatomie*”, de Testut L e Latarjet A e uma recente publicação norte-americana a respeito da epidemiologia atual do câncer colorretal publicada em maio de 2018. A seguir, encontra-se o diagrama da seleção dos estudos utilizados nesta revisão sistemática (Figura 1).

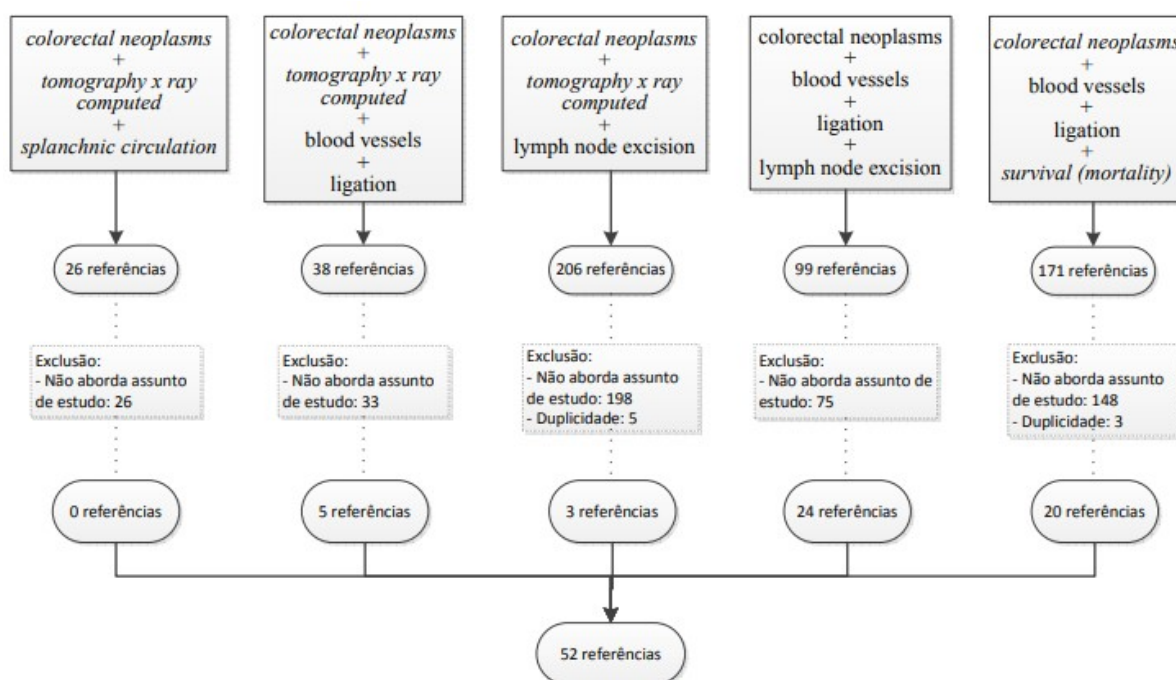


Figura 1. Diagrama das estratégias para localizar e selecionar as informações. Fonte: autora.

2.2 Epidemiologia do CCR

A incidência mundial de CCR – segundo dados do Globocan de 2012 – é de 1.360.602 casos, correspondendo a 9,7% das neoplasias. No mesmo ano, foram registrados 693.933 casos de morte por esta neoplasia no mundo.⁽¹⁾ Estes dados demonstram o impacto significativo do CCR na saúde pública mundial.

Nos EUA, *Siegel et al* estimam 75.610 novos casos de CCR em homens e 64.640 novos casos em mulheres em 2018. A estimativa de morte por esta neoplasia foi de 27.390 e 23.240 em homens e mulheres – respectivamente – neste ano.⁽¹⁸⁾ Estes dados fazem do CCR a segunda neoplasia mais letal nos EUA.⁽¹⁹⁾

Conforme o Instituto Nacional de Câncer (INCA), no Brasil são estimados 17.380 novos casos de CCR em homens e 18.980 em mulheres para cada ano do biênio 2018 – 2019, correspondendo a 8,1% e 9,4% das neoplasias, respectivamente.⁽²⁾

Na região Sul, o CCR é a terceira neoplasia mais frequente em homens (22.17 / 100 mil) e a segunda mais frequente em mulheres (22.92 / 100 mil); quando os tumores de pele não melanoma não são considerados.⁽²⁾

Recentemente tem sido observado um aumento da incidência do CCR em jovens. Registros norte-americanos mostram um aumento de quase 2% ao ano da taxa de incidência de CCR em indivíduos com idade abaixo dos 55 anos entre 1990 e 2014. Este fenômeno pode ser justificado – em parte – pela não realização de colonoscopia e conseqüentemente não excisão de lesões potencialmente malignas nesta faixa etária.⁽¹⁸⁾ O número de colonoscopias triplicou em adultos americanos a partir dos 50 anos, passando de 21% em 2000 para 60% em 2015. Este dado justifica – pelo menos em parte – a estabilidade ou um pequeno declínio da incidência de CCR observado em indivíduos com faixa etária mais avançada.⁽¹⁸⁾

O mesmo fenômeno tem sido documentado em outros países; em estudo australiano, *Gandhi et al* também evidenciaram aumento dos casos de CCR – sobretudo de câncer de reto – em pacientes mais jovens. As causas deste aumento seguem especuladas, sendo necessários mais estudos epidemiológicos para justificar tal achado.⁽²⁰⁾

Diante dos dados recentes, as diretrizes da *American Cancer Society (ACS)* foram atualizadas em 2018, recomendando exames de rastreamento para CCR a partir dos 45 anos em adultos de risco médio. São considerados indivíduos de alto risco aqueles com: antecedente pessoal ou familiar de polipose adenomatosa; doença inflamatória intestinal; CCR em familiar abaixo dos 60 anos; história de irradiação abdominal ou pélvica por câncer.⁽²¹⁾ A ACS reforça a sua expectativa de um grande impacto na incidência e na mortalidade por CCR com a adoção generalizada desta medida de triagem.⁽²¹⁾

Cerca de 97% dos CCRs têm origem em glândulas do epitélio da mucosa colorretal; sendo – portanto – classificados como adenocarcinomas. Os demais carcinomas colorretais (tais como neuroendócrino, células escamosas e indiferenciados) são considerados raros. A grande maioria dos adenocarcinomas é diagnosticada por biópsia endoscópica ou polipectomia.⁽⁴⁾ Os CCR são distribuídos da seguinte maneira: cólon sigmoide (30%), reto (25%), ceco e cólon ascendente (25%) e nos cólons transversos e descendentes (20%).⁽²²⁾

2.3 Papel dos Exames de Imagem no CCR

Os exames de imagem apresentam importante papel no CCR, sendo fundamentais no diagnóstico, estadiamento, planejamento cirúrgico e acompanhamento da doença. Entre as modalidades de imagem existentes, citam-se: radiografia contrastada (enema opaco), colonografia por tomografia computadorizada (CTC), ultrassonografia (US), tomografia computadorizada (TC), ressonância nuclear magnética (RNM) e tomografia por emissão de pósitrons / tomografia computadorizada (PET/CT).

2.3.1 Enema Opaco (EO)

O enema opaco (EO) é realizado em um equipamento de raio-x com fluoroscopia – sendo utilizado bário, com ou sem ar por via retal (se utilizado ar, chama-se técnica de duplo contraste) – após o cólon limpo por preparo intestinal. Este exame apresenta boa sensibilidade para a detecção do CCR variando entre 85 a 97% em lesões maiores de 1,0 cm. A sensibilidade é mais baixa para detecção de pequenos pólipos, especialmente em torno de 1,0 cm (variando entre 48 a 81%). É um método pouco utilizado, principalmente por não ser útil no estadiamento da doença e por não diagnosticar lesões infracentimétricas precursoras do CCR. Atualmente, a sua principal indicação é em pacientes com colonoscopia óptica (CO) incompleta ou quando há falta de acesso à CO.⁽²³⁾

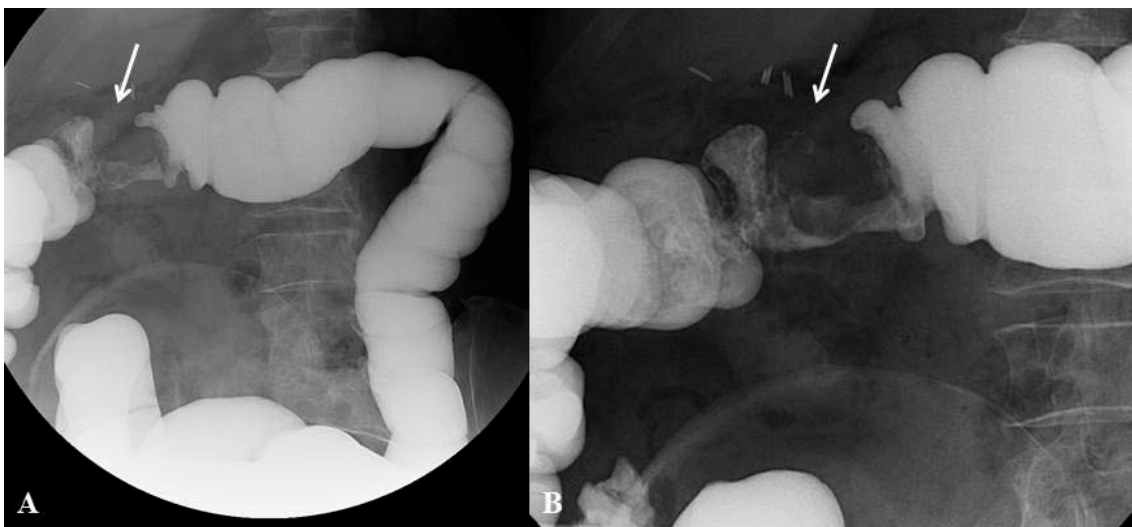


Figura 2. Enema opaco em duas incidências (A e B) demonstra lesão estenosante no cólon (setas), com aspecto típico de “mordida de maçã”. Fonte: arquivo da autora.

2.3.2 Colonografia por Tomografia Computadorizada (CTC)

A CTC deve ser realizada em tomógrafo de multidetectores (TCMD), com distensão do cólon limpo por gás (gás ambiente ou gás carbônico). Após, é realizado pós-processamento com *software* sendo possível a navegação no interior dos cólons ("endoscopia virtual"). A sensibilidade para detecção de pólipos maiores que 1,0 cm é semelhante à CO, sendo hoje a opção preferida para avaliar o cólon quando a CO for incompleta, substituindo o EO. Em um estudo de 2010 – com 3.888 pacientes – *M. Sabanli et al.* demonstraram que a CTC apresentou sensibilidade de 95% para o diagnóstico do CCR, comparado com 92% do EO e 94% da CO.⁽²⁴⁾

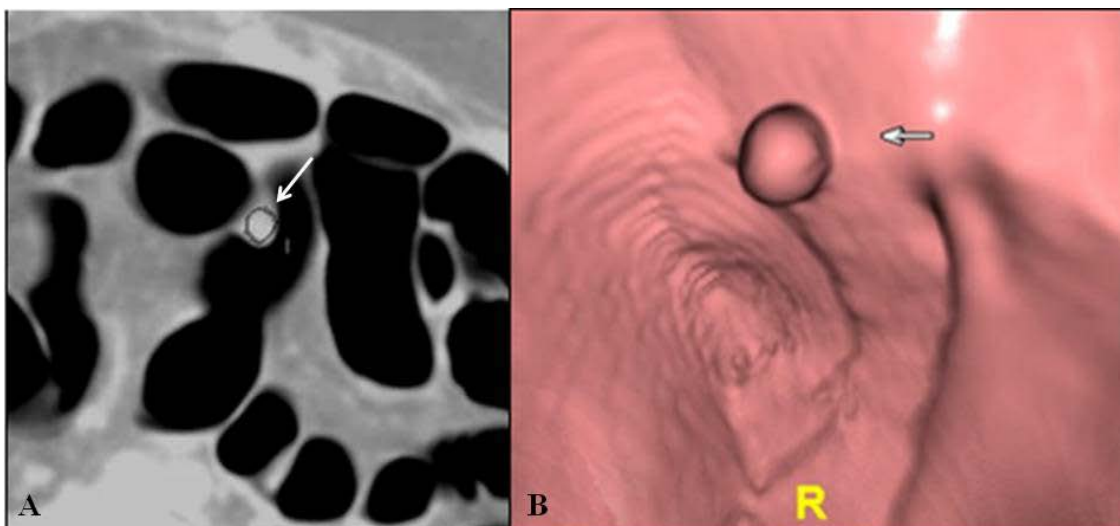


Figura 3. CTC mostra lesão polipoide colônica (setas) por visualização no plano axial de TCMD (A) e através de endoscopia virtual (B). Fonte: arquivo da autora.

2.3.3 Ultrassonografia (US)

A US é um método não invasivo, com ampla disponibilidade, baixo custo e ausência de radiação ionizante. Pode oferecer informações úteis na avaliação inicial de pacientes sintomáticos, podendo identificar tumores localizados acima da junção retossigmoide (sensibilidade de 79%). A US não é indicada, no entanto, como método de rastreamento ou de estadiamento de CCR.^(25,26) A sensibilidade da US para detecção de metástases a distância é variável na literatura (50% a 76%). Possui limitações – ainda – referentes à compleição física do paciente e ao fato de ser “examinador-dependente”.

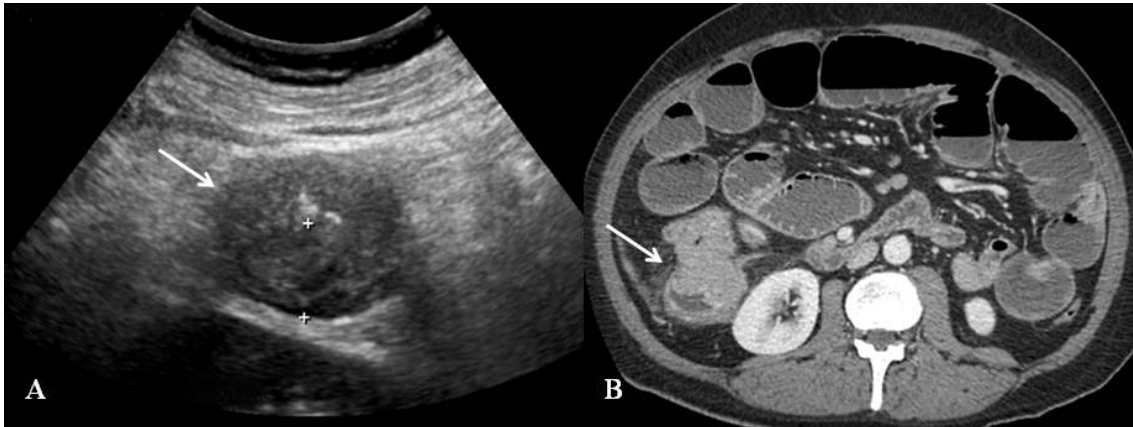


Figura 4. US (A) mostra importante espessamento parietal colônico (seta), determinando redução luminal. TC (B) do mesmo paciente confirma a lesão parietal colônica (seta), relacionada ao CCR. Fonte: arquivo da autora.

2.3.4 Ultrassonografia Transretal (USTR)

A USTR é um excelente método para avaliar tumores retais iniciais, especialmente na diferenciação de tumores em níveis de estadiamento T1 e T2, pois permite excelente detalhamento das camadas parietais retais, inclusive superior à TC e à RNM. No entanto, em virtude da utilização de transdutores de alta frequência, não é possível uma visibilidade pélvica mais profunda, não sendo factível – geralmente – a demonstração da fásia mesorretal e de seu comprometimento, e de lesões à distância, fatores esses considerados primordiais para a tomada de decisão terapêutica. A USTR tem razoável acurácia na avaliação linfonodal do mesorreto, permitindo – eventualmente – a realização de punção aspirativa por agulha fina para obter material para análise citológica; possui, entretanto, desvantagens por não avaliar os linfonodos das demais cadeias pélvicas.⁽²⁷⁾

2.3.5 Tomografia Computadorizada (TC)

As diretrizes do NCCN recomendam o uso da TC de abdome, pelve e tórax no estadiamento inicial de pacientes com CCR. A TC é um método amplamente disponível, de rápida aquisição, elevada resolução temporal e espacial, sendo a modalidade de imagem mais utilizada para estadiamento de pacientes com CCR em estádios II, III e IV.⁽²⁸⁾

No exame abdominal, a TC possibilita avaliar a localização e a extensão do tumor primário, o comprometimento linfático regional e metástases à distância. A sensibilidade da TC em detectar o CCR primário é variável, dependendo do tamanho e da localização do

tumor.⁽²⁸⁾ Em um estudo com 158 pacientes, *Kerner BA et al* identificaram o CCR primário por TC em 75% dos casos.⁽²⁹⁾ Em metanálise, *Bipat S. et al* estimaram sensibilidade da TC na detecção do CCR primário em 70 a 90%.⁽³⁰⁾

A TC é útil, ainda, para avaliar complicações relacionadas ao tumor, tais como obstrução, perfuração e trajetos fistulosos. A sensibilidade da TC em detectar obstrução intestinal é alta (90 – 94%).⁽³¹⁾ A TC também apresenta boa acurácia para detectar complicações relacionadas ao tratamento, como deiscência anastomótica, obstrução intestinal, perfuração e efeitos relacionados a radio e quimioterapia.⁽²⁸⁾

A neoplasia primária colorretal pode se apresentar sob diversas formas nos métodos seccionais de imagem, sendo os achados mais frequentes os seguintes:

- Massa ou lesão vegetante no interior da luz intestinal;
- Espessamento parietal focal irregular e assimétrico;
- Espessamento parietal circunferencial e simétrico, com estreitamento luminal.⁽³²⁾



Figura 5. TC nos planos axial (A) e coronal (B) do mesmo paciente demonstrando espessamento parietal irregular, concêntrico e estenosante do colon sigmoide (setas) relacionado ao CCR. Fonte: arquivo da autora.

Para adequada avaliação do tumor primário, sugere-se distensão do cólon com contraste iodado diluído ou, ainda, com água ou ar. Após, são realizadas imagens contrastadas dinâmicas (fases simples, arterial, venosa e tardia). O padrão de realce típico do adenocarcinoma colorretal é hipovascular e heterogêneo.

A TC não é capaz de distinguir as camadas submucosa e muscular, portanto não permite diferenciar os tumores em estágio T1 dos T2, mas tem acurácia satisfatória na diferenciação entre os tumores nos estádios T1/T2, T3 e T4. Em uma metanálise publicada em 2016, *Nerad E et al* mostraram que a TC é capaz de detectar invasão tumoral além da parede

intestinal (T1-T2 *versus* T3-T4), com sensibilidade e especificidade de 90% (IC 95%, 83 – 95%) e 69% (IC 95% 62 – 75%), respectivamente. No entanto, a detecção pela TC de invasão tumoral além da parede intestinal de 5 mm ou mais e o comprometimento linfonodal apresentaram sensibilidades de 77% e 71% e especificidades de 70% e 67%, respectivamente.⁽⁸⁾

Na prática clínica, o papel da TC quanto ao estágio T é a diferenciação dos tumores T3 avançados e T4 (que podem ser candidatos a tratamento neoadjuvante), daqueles T3 menos extensos (menos de 5mm de invasão da gordura do mesorreto) e dos T1/T2.⁽³²⁾

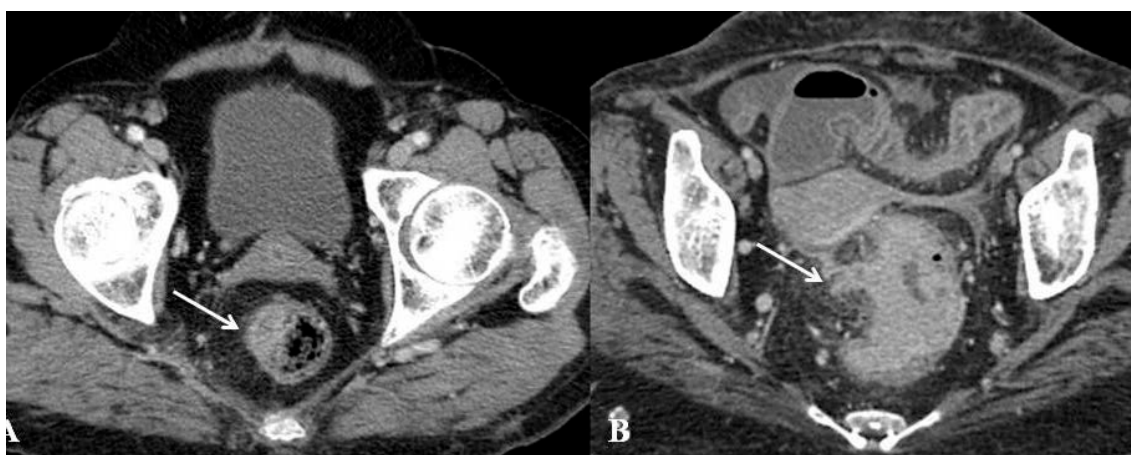


Figura 6. TC no plano axial mostra espessamento parietal assimétrico do reto (seta), sem sinais de lesão extramural mensurável, caracterizando estadiamento T1/T2 (A). TC no plano axial mostra importante espessamento parietal irregular do reto com sinais de extensão neoplásica extramural (seta), caracterizando estadiamento T3 (B). Fonte: arquivo da autora.

A detecção de linfonodos metastáticos é um desafio diagnóstico em todos os métodos de imagem. Utiliza-se o critério de tamanho para linfonodos maiores que 1,0 cm no mesentério, retroperitônio, cadeias ilíacas e inguinais e mais de 0,5 cm no mesorreto. Outros critérios morfológicos, como o formato mais arredondado, os contornos irregulares e a impregnação heterogênea pelo contraste intravenoso também podem ser utilizados. Há – também – o critério de mais de três linfonodos agrupados como achado suspeito de disseminação linfática.⁽⁸⁾

As principais limitações dos métodos convencionais na avaliação linfonodal são a impossibilidade de identificar pequenos linfonodos acometidos por metástases e a diferenciação entre um linfonodo de dimensões aumentadas por processo inflamatório ou por infiltração neoplásica.⁽³²⁾ A acurácia da TC na avaliação linfonodal é variável nos estudos.

Uma revisão sistemática – publicada em 2016 – demonstrou sensibilidade de 71% e especificidade de 67% da TC na detecção de linfonodos metastáticos.⁽⁸⁾

A sensibilidade da TC para detectar metástases à distância é alta (entre 75 a 87%). A detecção de lesões peritoneais depende da localização e do tamanho dos implantes neoplásicos. Um estudo demonstrou sensibilidade de 11% para nódulos menores que 0,5 cm e 37% para implantes entre 0,5 e 5,0 cm.⁽³³⁾ A TC apresenta sensibilidade superior a 85% na detecção de metástases hepáticas.⁽³²⁾

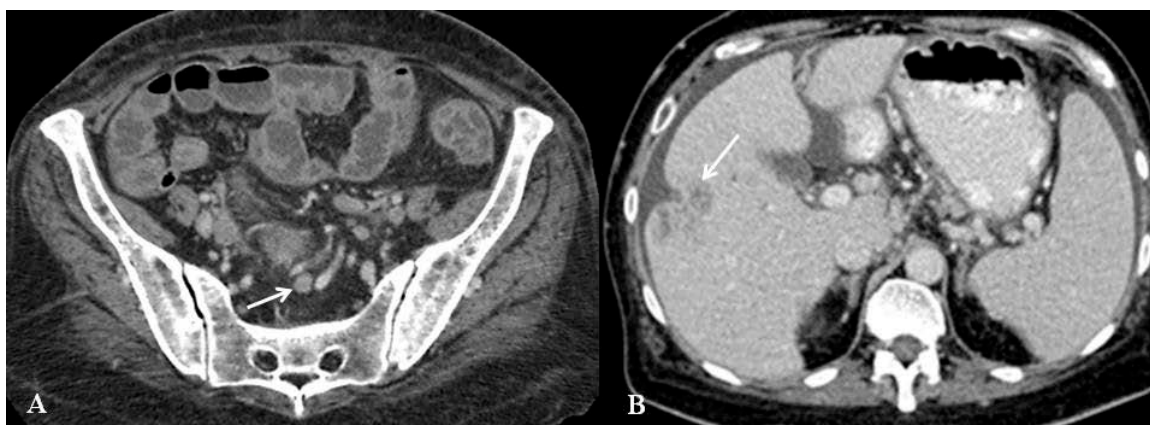


Figura 7. TC no plano axial mostra linfonodo de aspecto arredondado e com realce levemente heterogêneo (seta) em paciente com CCR, relacionado a disseminação linfonodal (A). TC no plano axial mostra lesão nodular hepática (seta), com padrão de realce hipovascular e heterogêneo, determinando retração capsular adjacente, relacionada à metástase de CCR (B). Fonte: arquivo da autora.

Destaca-se, ainda, o papel da TC no planejamento pré-operatório devido a sua alta capacidade em detalhar a vascularização mesentérica através de aquisições rápidas, fornecendo dados importantes ao cirurgião como variantes anatômicas e invasão vascular.⁽⁹⁾

A TC possui limitações relacionadas à presença de radiação ionizante, o que exige o seu uso racional, especialmente em pacientes jovens e naqueles com necessidade de repetir periodicamente o exame no controle da doença; e riscos relacionados ao uso do meio de contraste iodado intravenoso (perda de função renal e reação alérgica).

2.3.6 Ressonância Nuclear Magnética (RNM)

Embora não exista padronização das técnicas de RNM na avaliação de CCR, a maioria dos protocolos inclui: (a) sequências ponderadas em T2, sem saturação de gordura, de alta resolução focadas na lesão, sem espaçamento; (b) sequências gradiente-eco ponderadas em T1 com saturação de gordura antes e após o uso de gadolínio (estudo dinâmico); e (c) sequência difusão (DWI, do inglês *diffusion-weighted*) para avaliar celularidade.⁽³⁴⁾

A ausência de radiação ionizante e a menor toxicidade do gadolínio em relação aos contrastes iodados contribuem para o maior uso do método, sobretudo em jovens, gestantes e em pacientes com necessidade de acompanhamento radiológico por longo período.

Nos tumores de reto médio e inferior – em que é fundamental analisar a relação do tumor com marcos anatômicos como a junção anorretal, o complexo esfinteriano e a reflexão peritoneal – a RNM é o método de escolha na avaliação inicial do tumor primário. O sucesso da técnica de RNM depende – principalmente – da obtenção de imagens ponderadas em T2 de alta resolução orientadas para o tumor, permitindo avaliar a parede retal, a gordura e a fáscia do mesorreto, bem como linfonodos mesorretais e em demais cadeias pélvicas. Estudos recentes têm mostrado que esta técnica é acurada e replicável com alta especificidade (92%) na caracterização da profundidade de extensão radial do tumor além da muscular própria e também da margem de ressecção circunferencial.⁽²⁷⁾

Os exames de RNM com técnica de alta resolução têm papel muito importante na avaliação pré-tratamento do CCR. Existe outro papel importante da RNM na avaliação dos tumores de reto baixo, em que a preservação do canal anal é considerada um desafio. As avaliações detalhadas da anatomia e do comprometimento do complexo esfinteriano são fundamentais para se definir a técnica cirúrgica e a possibilidade de preservação esfinteriana. Em virtude do significativo afinilamento do mesorreto em direção ao canal anal, tumores do reto inferior podem facilmente invadir estruturas adjacentes, o que justifica um planejamento cuidadoso por meio da RM.⁽²⁷⁾

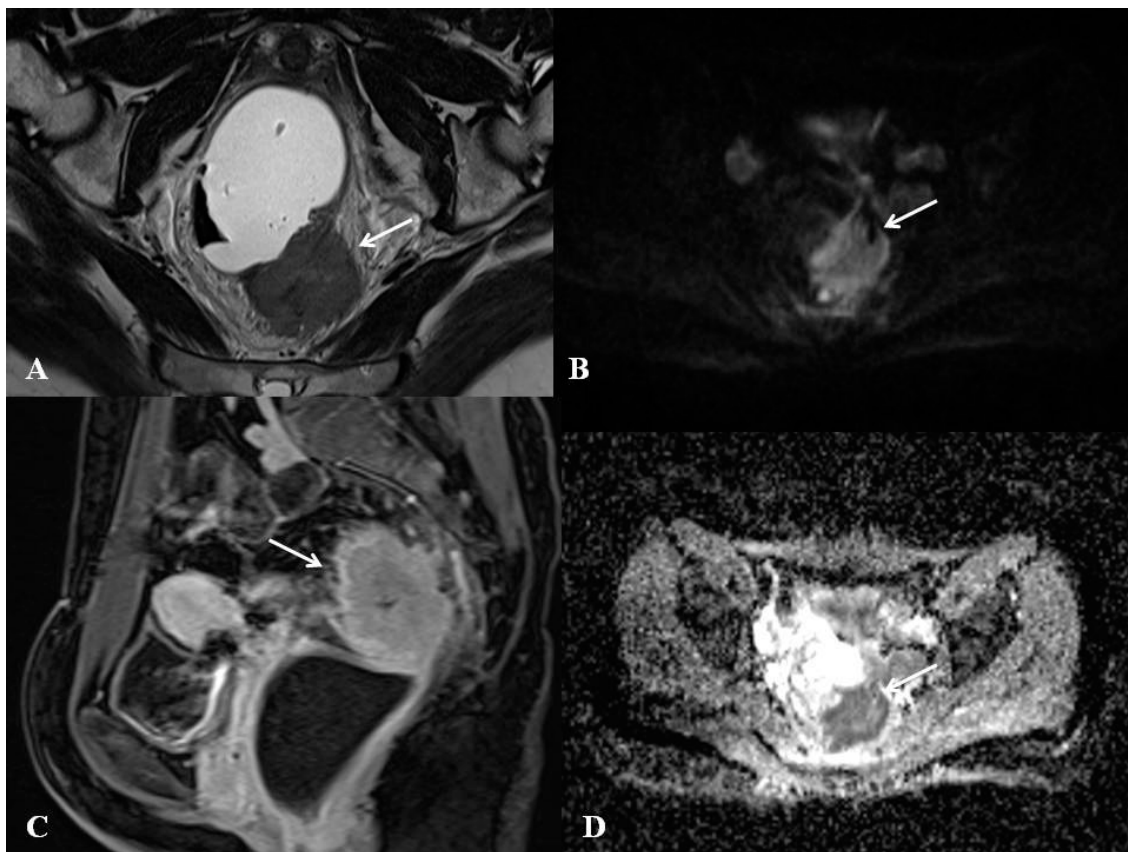


Figura 8. RNM mostra lesão expansiva na parede pótero-lateral esquerda do reto médio (setas) no plano axial em sequência ponderada em T2 em alta resolução (A) e no plano sagital em sequência ponderada em T1 após uso de gadolínio (C), com sinais de extensão extramural. A lesão retal apresenta marcada restrição à difusão da água, representada por alto sinal na sequência difusão (B) e baixo sinal no mapa de ADC (D). Fonte: arquivo da autora.

Na avaliação de resposta ao tratamento neoadjuvante – além da avaliação morfológica através das imagens ponderadas em T2 de alta resolução – são importantes também os parâmetros funcionais como a difusão da água (demonstra aumento da celularidade em caso de neoplasia viável) e a perfusão ou imagens contrastadas dinâmicas (demonstra se há tecido com neovascularização).⁽²⁷⁾

Para avaliação de metástases hepáticas, a RNM apresenta elevada acurácia, sendo considerada o método de escolha em pacientes que apresentam lesões indeterminadas pela TC e nos pacientes que serão submetidos à ressecção cirúrgica.⁽³⁵⁾ Embora a acurácia de detecção de metástase colorretal seja superior com o uso de contraste hepatoespecífico na RNM, um estudo retrospectivo com 690 pacientes questiona o seu uso de rotina em todos os pacientes, tendo em vista que a RNM detectou apenas 3 (0,6%) metástases adicionais em relação à TC em um total de 496 lesões.⁽³⁶⁾ Este mesmo estudo mostrou, no entanto, que 17,2% dos nódulos foram interpretados como indeterminados pela TC e apenas 4,5% pela RNM com

contraste hepatoespecífico, reforçando o seu melhor desempenho no diagnóstico de metástase colorretal hepática.⁽³⁶⁾

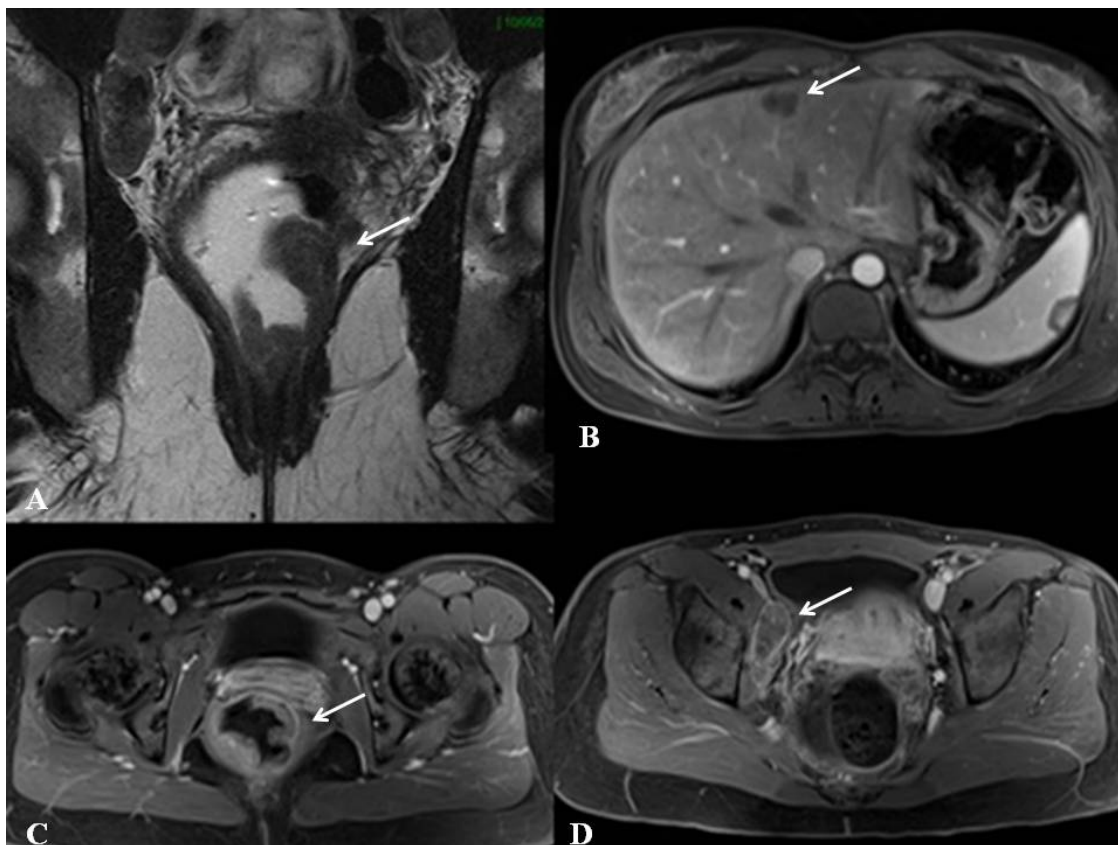


Figura 9. RNM na sequência T2 em alta resolução no plano coronal (A) e na sequência T1 após uso de gadolínio no plano axial (D) mostra espessamento parietal irregular do reto inferior (setas), com sinais de extensão ao canal anal. Em B, define-se nódulo hepático com padrão de realce hipovascular no plano axial (seta), relacionado a metástase do câncer do reto. Em D, observa-se linfonodomegalia heterogênea na cadeia obturadora direita (seta) por disseminação da neoplasia. Fonte: arquivo da autora.

Estudos que comparam custo-efetividade entre RNM (com o uso de contrastes extracelular e hepatoespecífico) e TC na avaliação de metástase hepática de CCR, tendem a mostrar maior benefício no uso da RNM com contraste hepatoespecífico, por menor necessidade de exames adicionais e tratamentos desnecessários.⁽³⁷⁾

Na RNM, as metástases hepáticas geralmente apresentam leve hipsinal em T2 e baixo em T1, podendo ser observado halo de hipsinal em T2 circunjacente à lesão (sinal do halo).⁽³²⁾ As imagens com sequência difusão merecem destaque na detecção de diminutas lesões. O estudo com contraste hepatoespecífico também aumenta a sensibilidade para a detecção e – principalmente – a especificidade na avaliação de lesões hepáticas menores que

1,0cm. Uma metanálise publicada em 2016 demonstrou que a combinação da DWI com o meio de contraste hepatoespecífico é mais sensível para detecção de metástases hepáticas (sensibilidade de 87,1% na DWI, 90,6% na fase hepatobiliar do contraste hepatoespecífico e de 95,5% na combinação de ambos).⁽³⁸⁾ Assim, sugere-se a realização destas técnicas em pacientes candidatos à ressecção de metástases hepáticas com o objetivo de detectar maior número de lesões, inclusive as com menores dimensões.

2.3.7 Tomografia por Emissão de Pósitrons / Tomografia computadorizada (PET/CT) com fluordesoxiglicose (¹⁸F-FDG)

Não existem dados suficientes que indiquem custo-efetividade para a utilização de PET/CT com o radiofármaco ¹⁸F-FDG (fluordesoxiglicose) na avaliação inicial / estadiamento do CCR.⁽³²⁾ Este método apresenta baixa acurácia para determinar a extensão do tumor primário nas camadas parietais. Para detecção de linfonodos regionais menores que 1,0 cm, apresenta baixa sensibilidade (29%) e alta especificidade (96%).⁽³⁹⁾

A PET/CT vem ganhando espaço no estadiamento do CCR com o objetivo de detectar lesões ocultas em outros sítios nos pacientes que serão submetidos à ressecção de metástases hepáticas. *O'Connor et al* identificaram sítios adicionais de doença extra-hepática em 11-32% dos pacientes, mudando a conduta terapêutica em aproximadamente 35 a 40% e reduzindo intervenção cirúrgica sem ganhos de sobrevida (“cirurgia fútil”) de 45% para 28%.⁽³⁹⁾

A PET/CT também tem sido utilizada para avaliação / predição de resposta pós-neoadjuvância em pacientes com câncer de reto ou com doença sistêmica em uso de quimioterapia.⁽³²⁾

As situações aprovadas pela Agência Nacional de Saúde (ANS) para utilização de PET/CT em CCR são:

- a) Câncer recidivado potencialmente ressecável;
- b) CEA elevado sem evidência de lesão por métodos de imagem convencionais;
- c) Recidiva com achados radiológicos inconclusivos com ou sem CEA elevado.⁽⁴⁰⁾

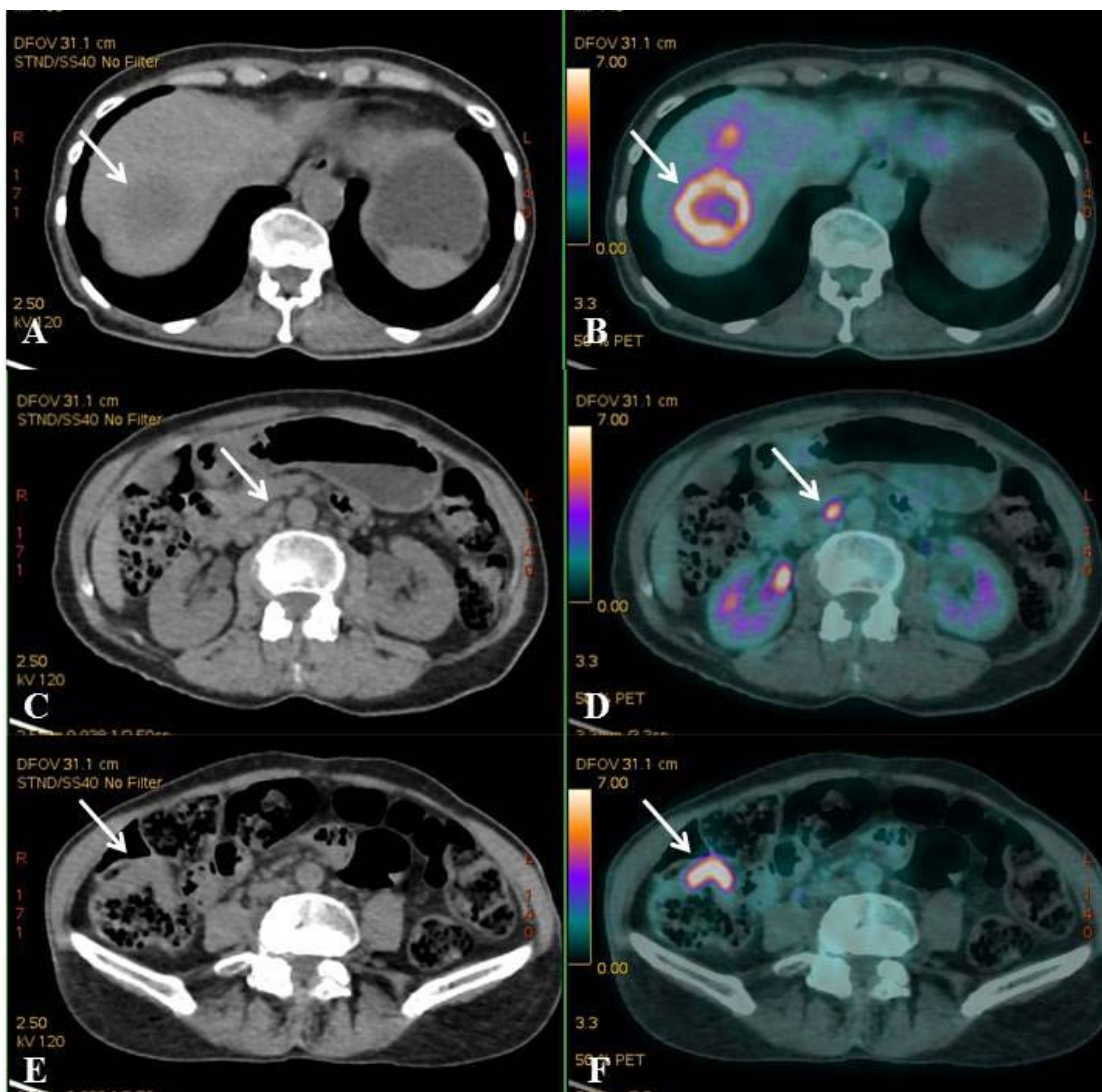


Figura 10. TC mostra lesão hepática hipodensa (seta) (A) hipercaptante na PET/CT (seta) (B), relacionada a implante neoplásico. Em C, TC mostra linfonodo intercavaoáortico (seta) com aumento do metabolismo na PET/CT (seta) (D). Há lesão parietal assimétrica no cólon direito na TC (seta) (E), com aumento da captação na PET/CT (seta) (F), relacionada à neoplasia colônica primária. Fonte: imagens gentilmente cedidas pela Dra Alice Schuch.

2.4 Anatomia da Artéria Mesentérica Inferior

A artéria mesentérica inferior (AMI) é o terceiro ramo não pareado da aorta, emergindo na sua parede anterior.⁽⁴¹⁾ Origina-se ao nível dos corpos vertebrais de L2 ou L3, distando de 13 a 74 mm acima da bifurcação aórtica. Apresenta trajeto no retroperitônio no sentido caudal, levemente à esquerda da linha média.⁽⁴¹⁻⁴³⁾ O seu calibre varia de 4 a 7 mm e o comprimento varia de 10 a 82 mm.⁽⁴²⁻⁴⁴⁾

O primeiro ramo da AMI é a artéria cólica esquerda (ACE), que se dirige superiormente em direção ao ângulo esplênico do cólon e se divide nos ramos ascendente (para a flexura esplênica) e descendente (para o cólon descendente).^(41,45) Ao nível da origem da AMI na aorta, a ACE pode estar situada medialmente ou lateralmente à veia mesentérica inferior (VMI). O padrão de intersecção da ACE em relação à VMI pode ser anterior ou posterior. Na maioria dos casos, a ACE se localiza lateralmente à VMI ao nível da origem da AMI na aorta e geralmente transita anteriormente à VMI.⁽⁴⁴⁾

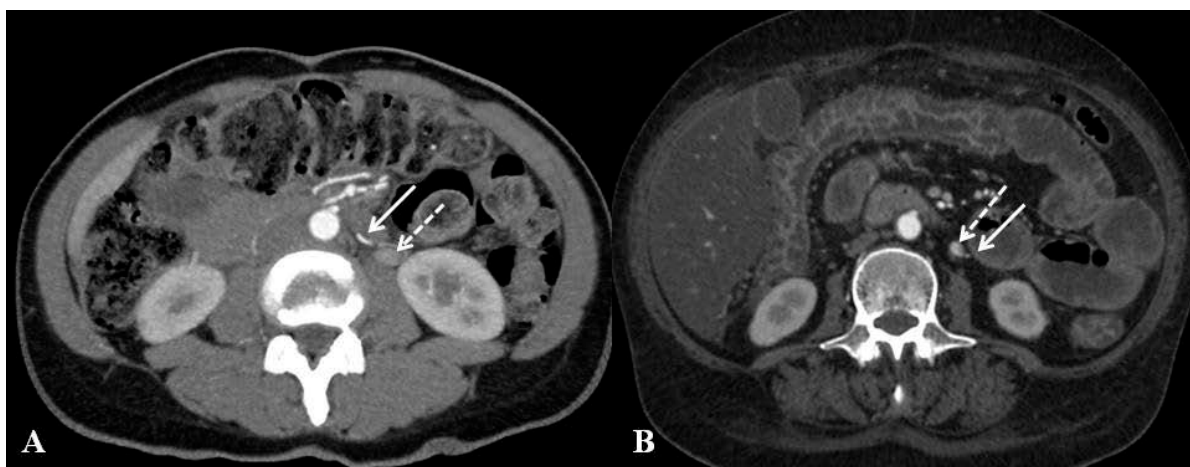


Figura 11. TC no plano axial demonstra, ao nível da origem da AMI, a ACE (seta) situada medialmente à VMI (seta vazada) (A) e a ACE (seta) situada lateralmente à VMI (seta vazada) (B). Fonte: arquivo da autora.

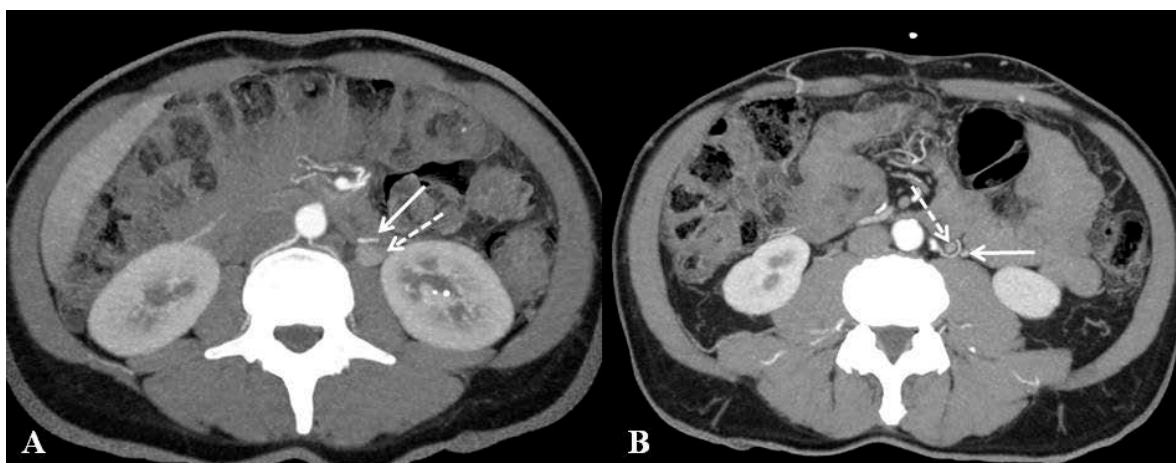


Figura 12. TC no plano axial demonstra a ACE (seta) com trajeto anterior à VMI (seta vazada) (A) e a ACE (seta) com trajeto posterior à VMI (seta vazada) (B). Fonte: arquivo da autora.

Os ramos seguintes da AMI são as artérias sigmoideanas (AS), que apresentam número variável e formam uma arcada no mesocólon sigmóide que supre este segmento colônico. Finalmente, a AMI cruza anteriormente a artéria ilíaca comum esquerda onde passa a se chamar artéria retal superior (ou artéria hemorroidea superior), correspondendo – normalmente – ao nível do promontório sacral. Esta artéria percorre trajeto dentro do mesorreto posterior e se bifurca em dois ramos direitos (anterior e posterior) e um ramo esquerdo, que nutrem o reto.⁽⁴¹⁾

Segundo *Yada H el at*, a AMI pode apresentar quatro diferentes padrões de ramificação⁽⁴⁵⁾:

Tabela 1. Padrões de ramificação da artéria mesentérica inferior

Padrões de Ramificação da Artéria Mesentérica Inferior	
Tipo I	A ACE origina-se diretamente da AMI, independente da origem das artérias sigmoideanas.
Tipo II	A ACE e as artérias sigmoideanas originam-se através de um ramo comum da AMI.
Tipo III	A ACE e as artérias sigmoideanas originam-se a partir de um tronco comum a partir da AMI.
Tipo IV	A ACE está ausente.

Fonte: (45).

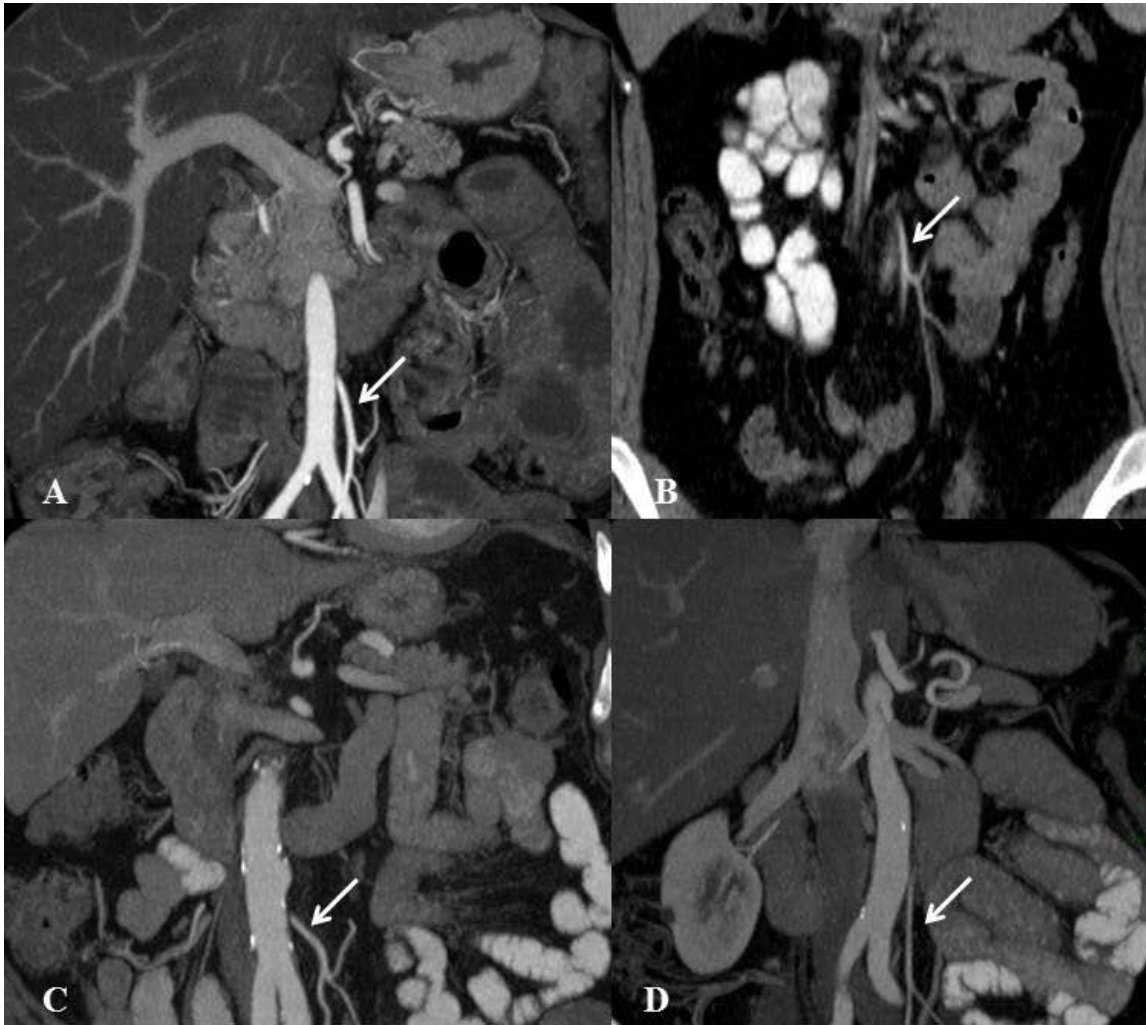


Figura 13. TC no plano coronal demonstrando os padrões de ramificação da AMI (setas): tipo I (A), tipo II (B), tipo III (C) e tipo IV (D). Fonte: arquivo da autora.

2.5 Drenagem Linfática Colorretal

A drenagem linfática do cólon ocorre no sentido ascendente para os linfonodos dispostos ao longo dos vasos cólicos e mesentéricos.⁽⁴⁷⁾ De acordo com a sua localização, os linfonodos são classificados em: (a) epicólicos, localizados na subserosa colônica, em íntimo contato com a parede do cólon; (b) paracólicos, localizados no tecido adiposo mesocólico, entre a parede do cólon e as arcadas vasculares; (c) intermediários, localizados no retroperitônio junto aos pedículos vasculares mesentéricos; e (d) centrais ou apicais, localizados no retroperitônio junto à raiz dos vasos mesentéricos.⁽⁴⁸⁾

Aproximadamente metade dos pacientes com câncer de cólon possui metástases linfáticas no momento da cirurgia, dos quais cerca de um terço apresenta comprometimento dos linfonodos intermediários e 4 a 8% dos linfonodos apicais.^(49,50)

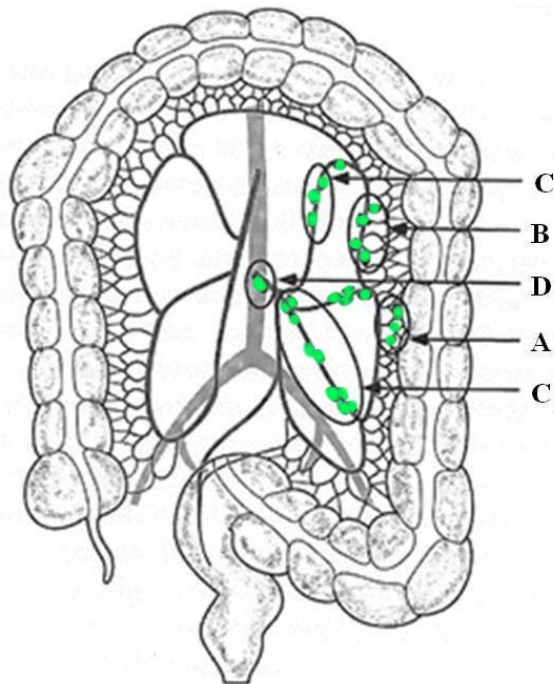


Figura 14. Adaptada de Maurer CA (47). Ilustração das categorias de linfonodos locorreionais do cólon esquerdo: epicólicos (A), paracólicos (B), intermediários (C) e apicais (D).

A presença de metástase linfonodal representa um importante fator prognóstico⁽⁶⁾, sendo uma condição determinante na indicação de tratamento adjuvante.⁽⁵⁾ A remoção de um número mínimo de linfonodos é considerada um parâmetro de qualidade relacionado à adequação da ressecção cirúrgica, uma vez que a amostragem linfonodal insuficiente implica nos riscos de subestadiamento patológico, maior taxa de recorrência locorreional e privação dos benefícios do tratamento adjuvante.⁽⁵⁰⁻⁵⁶⁾

2.6 Tipos de Ligadura Vascular

Existem dois principais níveis de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores: alta e baixa, definidos a seguir^(11,57):

2.6.1 Ligadura Alta

2.6.1.1 Arterial

A secção da AMI é realizada proximalmente à origem da ACE, junto à sua origem na aorta.

2.6.1.2 Venosa

A secção da VMI é realizada proximalmente à desembocadura da VCE, junto ao bordo inferior do pâncreas.

2.6.2 Ligadura Baixa

2.6.2.1 Arterial

A AMI é seccionada distalmente à emergência da ACE.

2.6.2.2 Venosa

A VMI é seccionada distalmente à desembocadura da VCE.

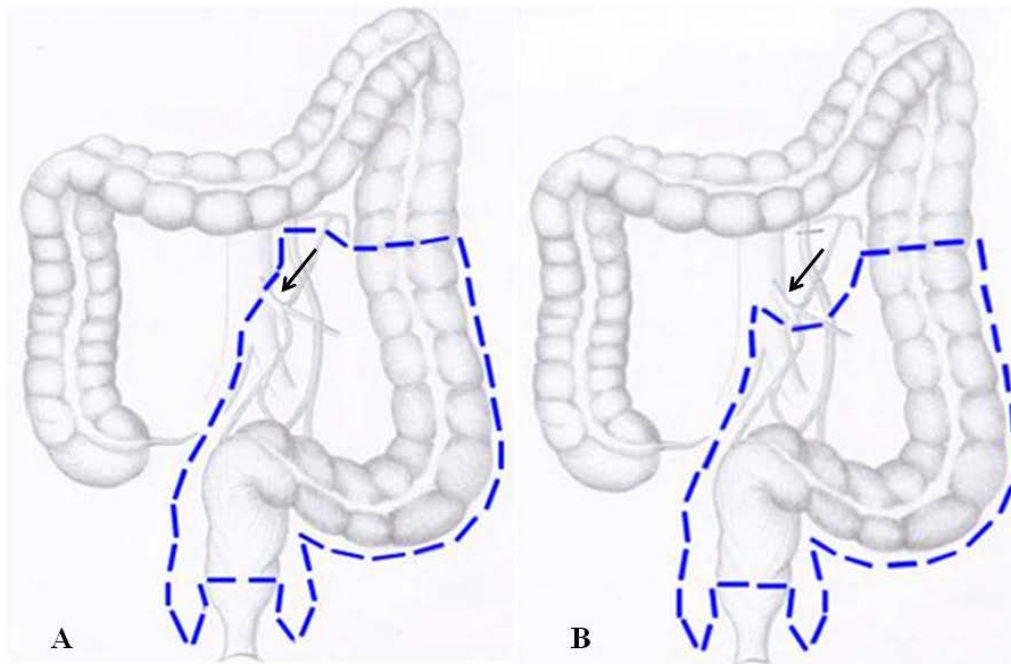


Figura 15. Adaptada de Cirocchi R et al (14). Ilustração dos níveis de ligadura da AMI (setas): alta (A) e baixa (B).



Figura 16. TCMD no plano coronal com uso de MIP mostra os níveis de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores. Em A, há ausência de opacificação da AMI (seta) desde a sua origem, relacionada a ligadura alta. Em B, há ligadura alta da VMI (seta), com clipe cirúrgico situado junto ao bordo inferior do pâncreas. Em C, há ligadura baixa da AMI (seta), distal a origem da ACE. Em D, há ligadura baixa da VMI (seta), distalmente à desembocadura da veia cólica esquerda. Fonte: arquivo da autora.

Considerando-se que a disseminação linfática do câncer de cólon esquerdo e do reto se dá para os linfonodos situados ao longo do trajeto da circulação mesentérica inferior, o nível de ligadura vascular apresenta potencial impacto na amostragem de linfonodos em pacientes submetidos à ressecção de CCR, sendo – historicamente – um assunto de debate entre os cirurgiões colorretais.

Em 1908, *Moynihan* propôs a ligadura alta dos vasos mesentéricos inferiores em pacientes com CCR submetidos à ressecção cirúrgica, com o intuito de remover os linfonodos mais proximais. *Miles* – no entanto – defendia a ligadura baixa destes vasos, relatando proporcionar uma linfadenectomia suficiente e com menor morbidade. Desde então, iniciou um

longo debate entre os cirurgiões com o intuito de definir qual nível de ligadura vascular de fato seria ideal para os pacientes com CCR.

Há muitos anos, *Gabriel et al e Morgan et al* relataram que a sobrevida dos pacientes foi maior quando realizada linfadenectomia estendida às cadeias apicais se comparada aos pacientes que realizaram ligadura baixa, apoiando a teoria de *Moynihan*. Entretanto, apesar dos esforços para padronizar as ressecções cirúrgicas do CCR, passaram-se 110 anos desde as primeiras publicações, e ainda não há consenso em relação ao melhor nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores.^(11,58-60,14,15)

Estudos mostram que a ligadura alta garante a ressecção em bloco dos linfonodos adjacentes à origem da artéria mesentérica inferior na aorta, levando a uma possível maior amostragem linfonodal, e permite uma maior mobilização do cólon esquerdo para realizar uma anastomose sem tensão.^(11,61,62) No entanto, não há evidência clínica de benefício oncológico utilizando-se esta técnica^(11,63), podendo – ainda – aumentar os riscos de complicações como: disfunção urogenital secundária ao dano do plexo hipogástrico superior⁽⁶⁴⁾ e deiscência anastomótica devido a potencial desvascularização do cólon⁽⁶⁵⁻⁶⁶⁾

Estudo de *Hinoi T et al*, que investigaram 888 pacientes submetidos à ressecção anterior laparoscópica para câncer de reto médio e inferior, demonstraram que a preservação da ACE está associada a menores taxas de deiscência anastomótica (7,1% em ligadura baixa versus 14,5% em ligadura alta, $p=0,024$).⁽⁶⁷⁾ Por sua vez, metanálise de *Hida J et al*, publicada em 2013, demonstrou que a ligadura alta dos VMI determina o aumento da amostra linfonodal, permitindo um estadiamento mais preciso; sem – no entanto – acarretar aumento da taxa de deiscência anastomótica.⁽⁶⁸⁾ Este dado é corroborado pelo estudo de *Bostrom P et al*, com 2.673 pacientes operados com ressecção anterior para câncer de reto, que mostrou a ocorrência de deiscência anastomótica sintomática em 12,3% dos pacientes com ligadura alta dos vasos mesentéricos inferiores e 10,6% com ligadura baixa destes vasos, concluindo que a ligadura alta não é considerada um fator independente de aumento do risco de deiscência anastomótica sintomática nestes pacientes.⁽⁶⁹⁾

Segundo a revisão sistemática de *Guraya SY*, a ligadura alta dos vasos mesentéricos inferiores melhora o rendimento da amostra linfonodal permitindo um estadiamento preciso da neoplasia e estimativa de prognóstico mais acurada. Nessa revisão, não foi encontrado aumento de deiscência anastomótica ou comprometimento da função genitourinária por lesão nervosa na ligadura alta. Mostrou, ainda, que não houve diferença significativa nas taxas de sobrevida em cinco anos para os níveis de ligadura vascular. Contudo, a ligadura alta exige

maior habilidade cirúrgica e maior tempo de cirurgia, podendo apresentar maiores taxas de complicações como necrose intestinal proximal.⁽⁷⁰⁾

Estudo observacional de *Charan I et al*, com 60 pacientes submetidos à ressecção de câncer de cólon esquerdo e reto, demonstrou maior amostragem linfonodal (33 vs. 25; $p = 0,048$) em favor da ligadura alta da AMI, sem, no entanto, apresentar diferença significativa em relação ao tempo de sobrevida global (62 meses vs. 42 meses; $p = 0,190$) em comparação à ligadura baixa da AMI.⁽⁷¹⁾

Lee KH et al avaliaram – retrospectivamente – 134 pacientes submetidos à ressecção de câncer de sigmoide em estágio T3N0M0, comparando desfechos oncológicos e fatores clínico-patológicos entre as ligaduras alta e baixa da AMI. Os seus resultados mostraram tempo cirúrgico menor ($212,74 \pm 59,92$ minutos na ligadura alta *versus* $183,20 \pm 53,91$ minutos na ligadura baixa, $p=0,004$) em pacientes com ligadura baixa da AMI, sem diferença significativa nas complicações pós-operatórias (incluindo deiscência anastomótica, abscesso, colite isquêmica, obstrução intestinal e pneumonia), no número de linfonodos removidos ($13,65 \pm 7,33$ na ligadura alta *versus* $14,40 \pm 5,76$ na ligadura baixa, $p=0,509$) ou no número de linfonodos metastáticos ($0,84 \pm 1,73$ na ligadura alta *versus* $0,61 \pm 1,36$ na ligadura baixa, $p=0,397$). Não houve – também – diferença na sobrevida global (84,1% na ligadura alta *versus* 87,5% na ligadura baixa, $p=0,906$); sobrevida livre de doença (92,6% na ligadura alta *versus* 91,1% na ligadura baixa, $p=0,906$); na recidiva local (0% na ligadura alta *versus* 1,3% na ligadura baixa, $p=0,440$) ou recidiva sistêmica (7,4% na ligadura alta *versus* 7,5% na ligadura baixa, $p=0,725$) entre os dois grupos.⁽⁷²⁾

Metanálise de *Fan et al*, publicada em 2018, incluindo 6.247 pacientes, revelou que a preservação da ACE foi associada à redução da taxa de deiscência anastomótica (OR: 0,78; IC 95%, 0,62 - 0,98; $p = 0,03$). Não houve diferença significativa entre os níveis de ligadura vascular em relação à mortalidade em cinco anos (OR 1.17; IC 95%, 0,96 – 1.42; $p=0,12$); ao número de linfonodos removidos (OR 1.17; IC 95%, - 5.56 – 3.22; $p=0,60$); ao número de pacientes com linfonodos metastáticos positivos (OR 0.87; IC 95%, 0.39 – 1,97; $p=0,74$); à morbidade (OR 0.98; IC 95%, 0.82 – 1.18; $p=0,87$); à mortalidade (OR 1.18; IC 95%, 0.78 – 1.78; $p=0,43$) à recorrência locorregional (OR 1.02; IC 95%, 0.63 – 1.63; $p=0,94$) à obstrução intestinal (OR 1.07; IC 95%, 0.61 – 1.87; $p=0,12$); à perda sanguínea intraoperatória (OR 0.34; IC 95%, - 5.12 – 5.81; $p=0,90$); à infecção do sítio cirúrgico (OR 1.23; IC 95%, 0.73 – 2.08; $p=0,43$), nem ao sangramento pós-operatório (OR 1.34; IC 95%, 0.33 – 5.52; $p=0,68$).⁽⁷³⁾

Estudo randomizado com 100 pacientes que avaliou a função defecatória após ressecção anterior para câncer de reto comparando as ligaduras alta e baixa da AMI, mostrou que o nível de ligadura não influenciou na função defecatória nem na incidência de complicações pós-operatórias.⁽⁷⁴⁾

Revisão sistemática de *Cirocchi R et al* com 8.666 pacientes avaliou cinco desfechos em pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto submetidos a ligaduras alta e baixa da AMI: morbidade 30 dias após cirurgia, mortalidade 30 dias após cirurgia, deiscência anastomótica, taxa de sobrevida em cinco anos e taxa de recorrência geral. Não houve diferenças estatisticamente significativas em todos os desfechos avaliados quando comparados os níveis de ligadura da AMI.⁽⁷⁵⁾

Em metanálise publicada por *Yang Y et al* – que comparou os níveis de ligadura da AMI com desfechos como deiscência anastomótica (OR 1.20; IC 0.95 a 1.51, $p=0,12$), número de linfonodos removidos (média de diferença de 0.14; IC – 1.83 a 2.11, $p=0,89$) e taxa de sobrevida em cinco anos (OR 0.86; IC 0.49 a 1.50 $p=0,59$) – não demonstrou diferença significativa entre as técnicas de ligadura alta e baixa.⁽⁷⁶⁾

Hultberg et al avaliaram o efeito funcional do nível de ligadura da AMI, dois anos após ressecção anterior para câncer de reto em 805 pacientes, não demonstrando influência entre as técnicas alta e baixa de ligadura vascular no risco de distúrbios evacuatório (incontinência fecal), urinário (incontinência urinária) ou sexual (disfunção erétil e dispareunia).⁽⁷⁷⁾

Fica claro, portanto, não haver consenso em relação ao melhor nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores em pacientes submetidos à ressecção de CCR. Também – neste contexto – ressalta-se que a grande maioria dos estudos que investigou as diferenças entre os níveis de ligadura vascular, tanto em relação ao benefício oncológico, quanto em relação às suas potenciais complicações, baseiou-se exclusivamente na avaliação intraoperatória do nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores realizada pelo cirurgião. Ou seja, não houve confirmação pós-operatória dessa intervenção por métodos de imagem; portanto, com possíveis erros de interpretação.

2.7 TC com Reformaço Multiplanar e Projeço de Intensidade Máxima

A reformataço multiplanar (MPR, do inglês *multiplanar reconstruction*) e a projeço de intensidade máxima (MIP, do inglês *maximum-intensity projection*) são ferramentas pós-processamento das imagens obtidas por TCMD amplamente utilizadas pelo médico radiologista. A primeira permite a visualizaço de imagens isotrópicas em múltiplos planos, permitindo reconstruçoes não apenas nos planos sagital e coronal, mas em qualquer plano anatmico, proporcionando uma avaliaço personalizada da anatomia única do paciente.⁽⁷⁸⁾ A segunda destaca *voxels* com alta atenuaço, como os vasos opacificados, aumentando a representaço de estruturas vasculares.⁽⁷⁹⁾ Dessa forma, são instrumentos de renderizaço muito úteis no maior detalhamento das estruturas vasculares, possibilitando o seu destaque nas imagens, bem como reconstruçoes de maneira rápida, de fácil aplicaço, em método não invasivo, com alta resoluço espacial.⁽⁷⁹⁾ Em relaço  análise vascular, as principais limitaçoes da técnica MIP referem-se:  sobreposiço de outros *voxels* de alta atenuaço, como, por exemplo, em doença aterosclerótica, podendo obscurecer as margens dos vasos e prejudicar a análise de estenose luminal; e ao fato de fornecer imagens bidimensionais, sem a precisão das reconstruçoes tridimensionais (3D). Mesmo com estas limitaçoes, estudos mostram que a capacidade da ferramenta MIP em visualizar as estruturas hiperatenuantes determina um maior detalhamento da anatomia vascular e maior sensibilidade em detectar vasos pequenos; sendo, portanto, um recurso valioso, especialmente na avaliaço vascular por TC.⁽⁷⁹⁾

Existem diversas aplicaçoes clínicas para o uso de técnicas de renderizaço MPR e MIP em pacientes submetidos à TCMD do abdome com uso de contraste intravenoso. A TCMD – com o uso destas ferramentas – mostrou-se útil na avaliaço de síndromes compressivas vasculares, tais como as síndromes do ligamento arqueado mediano, da artéria mesentérica superior e de May-Thurner, na medida em que fornece detalhamento anatmico dos vasos e de alteraçoes morfológicas relevantes em casos de estenose e/ou trombose vasculares.⁽⁷⁸⁾ Outra aplicaço importante destas técnicas se dá no contexto de isquemia intestinal. A TCMD pode auxiliar no diagnóstico da doença, caracterizaço da extensão da estenose ou oclusão (pela análise da anatomia mesentérica) e detectar possíveis complicaçoes, sendo útil, portanto, tanto na fase aguda como crnica da doença, e podendo direcionar o manejo do paciente.⁽⁸⁰⁾ O papel da TCMD com estas ferramentais é bem estabelecido nas vasculites mesentéricas, em que os achados podem ser sutis e somente vistos por este método.

Nesses pacientes, a TCMD pode auxiliar no diagnóstico, definição da extensão do território vascular afetado e identificação de atividade inflamatória da doença. A TCMD pode, ainda, detectar outras anormalidades vasculares, como aneurismas da circulação mesentérica, desempenhando um importante papel não só no diagnóstico desses pacientes, mas também fornecendo mapas vasculares para definir o fluxo colateral adequado antes do tratamento cirúrgico ou percutâneo.⁽⁸⁰⁾

Estudo retrospectivo de *Myamoto R et al* avaliou o papel da TCMD com reconstrução 3D na avaliação da anatomia vascular do território da AMI em 46 pacientes submetidos à cirurgia colorretal laparoscópica, mostrando que este método pode facilitar o reconhecimento da anatomia vascular da AMI e ACE na dissecação linfonodal com preservação da ACE em câncer de cólon esquerdo.⁽⁸¹⁾

Sendo assim – a análise conjunta das imagens tomográficas utilizando-se recursos de renderização como MPR, MIP e volume 3D – possui aplicações angiográficas, destacando-se o detalhamento da vascularização mesentérica, podendo, conseqüentemente, assumir um importante papel no planejamento pré-operatório de pacientes com CCR.^(79,9)

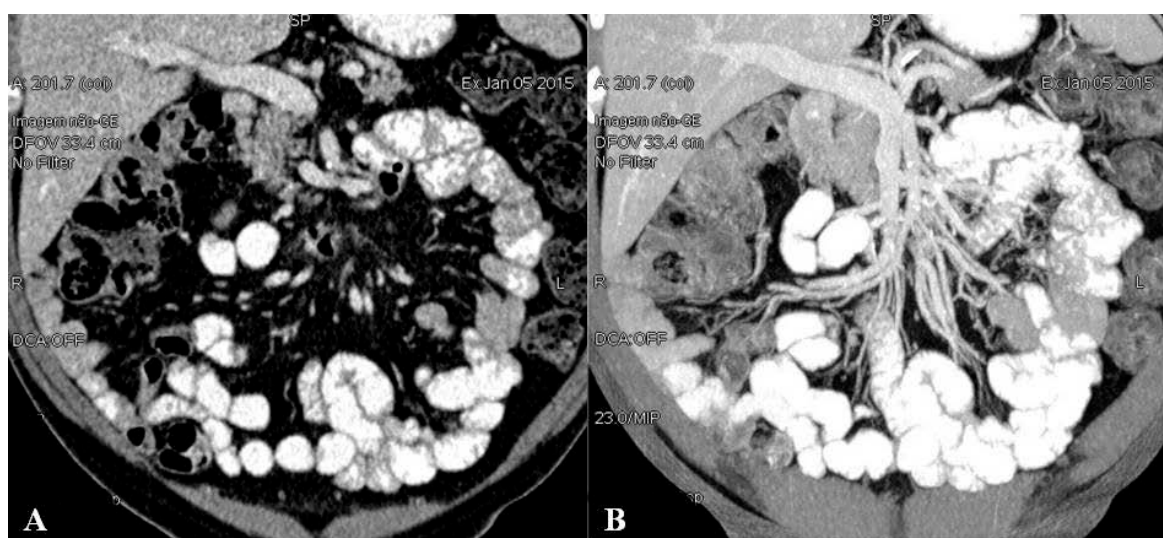


Figura 17. TCMD no plano coronal ilustra a visualização dos vasos mesentéricos sem o uso da ferramenta MIP (A) e com o uso de MIP (B). Fonte: arquivo da autora.

2.8 Princípios Oncológicos do CCR

O tratamento cirúrgico do CCR tem como principais objetivos o controle local da doença e o reestabelecimento do trânsito intestinal. Para que isso seja alcançado, é necessária a observação de princípios oncológicos que norteiam a ressecção do tumor primário e dos linfonodos locorregionais.

O tratamento e prognóstico dos pacientes com CCR são baseados no sistema de estadiamento TNM da AJCC.⁽¹⁹⁾

Tabela 2. Definições do tumor primário (T).

Categoria T	Critérios T
Tx	Tumor primário não pode ser acessado.
T0	Ausência de tumor primário.
Tis	Carcinoma <i>in situ</i> , carcinoma intramucoso (envolvimento da lâmina própria, sem extensão através da muscular da mucosa).
T1	Tumor invade a submucosa (pela muscular da mucosa, mas não invade a muscular própria).
T2	Tumor invade a muscular própria.
T3	Tumor ultrapassa a muscular própria, invadindo tecidos adiposos pericólicas.
T4	Tumor invade o peritônio visceral ou invade órgãos / estruturas adjacentes.
T4a	Tumor invade o peritônio visceral.
T4b	Tumor invade ou adere diretamente órgãos / estruturas adjacentes.

Fonte: AJCC (19).

Tabela 3. Definições de linfonodos regionais (N).

Categoria N	Critérios N
Nx	Linfonodos regionais não podem ser acessados.
N0	Ausência de linfonodos regionais metastáticos.
N1	Um a três linfonodos regionais são positivos (tumor em linfonodo medindo $\geq 0,2\text{mm}$), ou linfonodos negativos na presença de depósito tumoral.
N1a	Um linfonodo regional é positivo.
N1b	Dois linfonodos regionais são positivos.
N1c	Ausência de linfonodos regionais positivos, mas presença de depósitos tumorais em: subserosa, mesentério ou mesorreto / tecido pericólico não peritonizado.
N2	Quatro ou mais linfonodos regionais são positivos.
N2a	Quatro a seis linfonodos regionais são positivos.
N2b	Sete ou mais linfonodos regionais são positivos.

Fonte: AJCC (19).

Tabela 4. Definições de metástases à distância (M).

Categoria M	Critérios M
M0	Ausência de metástase e distância por imagem.
M1	Metástase em um ou mais sítios / órgãos à distância ou metástase peritoneal.
M1a	Metástase em um sítio / órgão à distância, sem metástase peritoneal.
M1b	Metástase em dois ou mais sítios / órgãos à distância, sem metástase peritoneal.
M1c	Metástase peritoneal isolada ou com metástases em outros sítios / órgãos.

Fonte: AJCC (19).

2.8.1 Margem de Ressecção Distal (MRD)

2.8.1.1 Cólon

Estudos de anatomia patológica envolvendo pacientes com câncer de cólon demonstraram a possibilidade de ocorrência de duas formas de disseminação tumoral distal ao bordo inferior do tumor: (a) disseminação intramural, habitualmente no plano submucoso, podendo ser contínua ou descontínua ao tumor; (b) disseminação mesocólica, por linfonodos metastáticos (ex: epicólicos ou paracólicos) ou depósitos tumorais. Assim sendo, para garantir uma MRD segura no câncer do cólon, é necessária a ressecção de 5 cm de margem livre de doença distal e proximal em relação ao tumor.^(82,83)

2.8.1.2 Reto

No câncer do reto, a MRD é mais crítica em função da barreira anatômica e funcional representada pelo aparelho esfinteriano anal. A exemplo do câncer de cólon, no câncer de reto também foi demonstrada a ocorrência de disseminação intramural distal bem como a ocorrência de depósitos tumorais e linfonodos metastáticos no tecido adiposo perirretal distal ao bordo inferior do tumor.^(84,85)

De acordo com as recomendações atuais, pacientes com câncer do terço superior do reto necessitam de uma MRD de 4 a 5 cm abaixo do limite inferior do tumor. Em pacientes com câncer dos terços médio e inferior do reto (câncer de reto extraperitoneal), a recomendação é de que a MRD seja de 2 cm, podendo ser aceita MRD de até 1 cm nos tumores de terço inferior quando se objetiva a preservação esfinteriana.^(86,5)

Sabemos – no entanto –, que, em pacientes submetidos a tratamento neoadjuvante (radioquimioterápico de longa duração ou radioterápico de curta duração), a taxa e a extensão de disseminação intramural e a presença de implantes mesorretais distais é bastante reduzida, tornando segura uma MRD de 0,5 a 1 cm a fim de permitir a preservação esfinteriana e o reestabelecimento do trânsito intestinal.⁽⁸⁷⁾

2.8.2 Margem de Ressecção Circunferencial (MRC)

2.8.2.1 Cólon

A MRC é definida como a menor distância em milímetros entre o tecido tumoral e a margem de ressecção cirúrgica: a superfície de dissecção cirúrgica radial.⁽⁸⁸⁾ Segundo a AJCC, o *status* da MRC é considerado um dos mais importantes fatores de controle local do CCR, sendo um marcador prognóstico. Pacientes com MRC inferior a 1 mm apresentam alto risco de recorrência local; portanto, possuem menor taxa de sobrevida livre de doença.⁽¹⁹⁾

Nos segmentos peritonizados do cólon (exemplos: cólon transversal e cólon sigmoide), a MRC – na ausência da invasão de órgãos ou estruturas adjacentes – é representada pela superfície serosa do intestino e do mesocólon. Nos segmentos de cólon extraperitoneal (parede posterior dos cólons ascendente e descendente), o limite circunferencial é dado pelo plano embriológico representado pela fáscia retroperitoneal.⁽⁸⁹⁾

2.8.2.2 Reto

A MRC do câncer de reto é um fator crítico, uma vez que o seu envolvimento é associado ao aumento da taxa de recorrência local e à redução da sobrevida livre de doença. Estudos observacionais demonstraram que uma MRC circunferencial igual ou inferior a 1 mm se associa ao aumento da taxa de recorrência locorregional.⁽⁸⁸⁾ Com a padronização da técnica de tratamento cirúrgico do câncer de reto por *Bill Heald* – na década de 1980 – a MRC ótima passou a ser considerada a fáscia própria do reto.⁽⁹⁰⁾ Desta forma, a ressecção do envelope mesorretal íntegro assegura a negatividade da MRC na ausência de sua invasão direta pelo tumor, linfonodo metastático ou depósito tumoral. Este dado é corroborado pelo estudo MERCURY que demonstrou – através de RNM – que o comprometimento da MRC no estadiamento pré-operatório de pacientes com câncer de reto se associa a uma maior taxa de recorrência local e menor sobrevida livre de doença, quando comparado a pacientes com MRC livre.⁽⁹¹⁾ Neste estudo, a taxa de sobrevida livre de doença em 5 anos foi de 67,2% (95% CI, 61,4% a 73%) nos casos em que a RNM mostrou MRC livre, comparada à taxa de 47,3% (95% CI, 33,7% a 60,9%) quando a RNM mostrou comprometimento da MRC.⁽⁹¹⁾

2.8.3 Excisão do Tecido Perivisceral

2.8.3.1 Excisão Mesorreto

O mesorreto é o tecido adiposo que circunda o reto circunferencialmente e contém linfonodos, vasos linfáticos e vasos sanguíneos, sendo revestido externamente pela fáscia própria do reto. A remoção completa do mesorreto é capaz de reduzir as taxas de recidiva locorregional que anteriormente eram de aproximadamente 30% para índices que atualmente atingem valores inferiores a duas casas decimais.⁽⁹²⁾

Com base nos estudos de *Scott et al* e *Zhao et al* – que demonstraram a ocorrência de disseminação mesorretal até 4 cm distalmente ao bordo inferior do tumor – a ACRS recomenda o que se chama “excisão tumor específica do mesorreto”.^(93,84,86) De acordo com esta proposta, pacientes com tumor do terço superior do reto (reto intraperitoneal) devem ser submetidos à excisão parcial do mesorreto, com a remoção de todo tecido adiposo perirretal até 4 a 5 cm abaixo do tumor. Já em pacientes com tumor dos terços médio e inferior do reto (reto extraperitoneal), deve ser realizada a ressecção total do mesorreto, que se constitui na remoção de todo tecido adiposo perirretal com a preservação da fáscia própria do reto até o nível do assoalho pélvico.⁽⁸⁶⁾

2.8.3.2 Excisão do Mesócolon

Mais recentemente, foi proposta a aplicação do conceito da excisão do mesorreto ao tratamento dos tumores do cólon, sob a denominação de excisão mesocólica total. O conceito de excisão total do mesocólon compreende a ressecção de todo tecido adiposo ao redor do cólon, respeitando o plano embriológico da fáscia mesocólica. Associa-se a este princípio, a ressecção de grupos linfonodais que se localizam junto à origem dos vasos mesentéricos superior no câncer de direito; dos vasos mesentéricos inferiores no câncer de cólon esquerdo (linfadenectomia D3).⁽⁹⁴⁾ A combinação da excisão do mesocólon com a linfadenectomia D3 possivelmente melhora os desfechos oncológicos pela redução da taxa de recorrência locorregional e do aumento da sobrevida livre de doença, assunto ainda hoje em debate.⁽⁸⁹⁾

2.8.4 Qualidade de Excisão do Mesorreto

Estudos de *Nagtegaal e Quirke* demonstraram que a violação da fásia própria do mesorreto se associa a um aumento da taxa de recidiva locorregional em pacientes operados com intenção curativa para câncer de reto.⁽⁸⁸⁾ A partir dessa premissa, foi proposta a classificação da qualidade de ressecção do mesorreto baseada em três parâmetros macroscópicos de avaliação do espécime cirúrgico, a saber: presença de conização do espécime cirúrgico, profundidade de violação da gordura mesorretal e integridade da fásia própria do mesorreto. Com a avaliação desses três fatores, é possível classificar o espécime de ressecção mesorretal em três categorias: ressecção completa do mesorreto, ressecção parcial do mesorreto e ressecção incompleta do mesorreto. A qualidade de ressecção do mesorreto é – atualmente – considerada um parâmetro, não apenas com importância oncológica, mas também como tradução da qualidade oferecida de tratamento cirúrgico pela equipe multimodal.⁽⁹⁵⁾

2.8.5 Linfadenectomia e Amostra Linfonodal

O comprometimento linfonodal metastático é um dos principais fatores prognósticos em pacientes com CCR^(96,97) e a sua identificação é decisiva para selecionar os pacientes que deverão receber tratamento complementar.^(98,99) Estudos mostram que, quanto maior o número de linfonodos removidos, mais preciso será o estadiamento linfonodal no CCR.^(100,101) Este dado é válido principalmente para pacientes em estágio clínico II, em que a baixa contagem de linfonodos ressecados associa-se a um prognóstico desfavorável.⁽¹⁰²⁻¹⁰⁶⁾

O número de linfonodos varia de acordo com fatores relacionados ao paciente, cirurgião e patologista. As diretrizes atuais do TNM recomendam remover, no mínimo, 12 linfonodos para que o paciente com CCR possa ser classificado como N0 (ausência de metástase linfonodal).⁽¹⁰⁷⁾ Esta recomendação baseia-se em estudos que avaliaram conjuntamente pacientes com neoplasia de cólon e de reto. Deve-se atentar que pacientes submetidos à radioterapia ou à radio e quimioterapia neoadjuvantes, apresentam uma menor contagem de linfonodos do que aqueles submetidos à cirurgia sem tratamento neoadjuvante.⁽¹⁰⁸⁾ O impacto deste fenômeno não aparenta; no entanto, interferir nos desfechos oncológicos destes pacientes, embora seja controverso.⁽¹⁰⁹⁾

2.8.6 Tratamento Neoadjuvante no Câncer de reto

Até meados de 1990, sabia-se que pacientes com câncer de reto beneficiavam-se do tratamento adjuvante radio e quimioterápico com o intuito de esterilização de focos microscópicos residuais na pelve por meio da radioterapia e através da esterilização de focos microscópicos sistêmicos por meio da quimioterapia. Este tratamento era indicado para pacientes com tumor de reto com estadiamento patológico no mínimo T3 ou com presença de metástase linfonodal.⁽¹¹⁰⁾

Em um ensaio clínico randomizado pivotal, *Sauer et al (German Rectal Cancer Study Group)*, propuseram a comparação da radioquimioterapia pós-operatória com o mesmo protocolo aplicado no período pré-operatório. Observaram a redução significativa da taxa de recorrência locorregional (13% vs. 6%; $p = 0,006$) bem como das taxas de toxicidade aguda graus 3 e 4 (40 vs. 27%; $p = 0,001$) e tardia (24% vs. 14%; $p = 0,01$) relacionadas à radioterapia. Não houve – no entanto – um ganho em termos de sobrevida livre de doença (65% vs. 68%, $p = 0,32$) nem mesmo sobrevida global (74% vs. 76%, $p = 0,80$).⁽¹¹¹⁾ Resultados semelhantes aos encontrados no estudo alemão foram observados por grupos da Escandinávia por meio de protocolos de radioterapia neoadjuvante de curta-duração.

Desta forma, os protocolos alemão (quimiorradioterapia neoadjuvante de longa duração) e escandinavo (radioterapia neoadjuvante de curta duração) consagraram-se, com as modalidades de escolha para tratamento neoadjuvante de pacientes com câncer de reto T3 ou T4 ou com presença de metástase linfonodal. Em ambos protocolos de tratamento neoadjuvante (longa e curta duração), ainda é contemplada a administração de quimioterapia sistêmica adjuvante conforme o estadiamento patológico.^(112, 113)

2.8.7 Quimioterapia Adjuvante no Câncer de Colon

A administração de quimioterapia sistêmica baseada em esquema de 5-fluoracil, leucovorin e oxaliplatina é indicada para pacientes com câncer de cólon portadores de metástase linfonodal (estádio clínico III) com o intuito de esterilização de eventuais focos microscópicos sistêmicos da doença.⁽¹¹⁴⁻¹¹⁷⁾

Mais recentemente, a aplicação da quimioterapia sistêmica adjuvante também foi estendida para pacientes em estágio clínico II portadores de fatores de mau prognóstico (estadiamento patológico T4, obstrução ou perfuração intestinal, histologia pouco

diferenciada, amostragem linfonodal inferior a 12 gânglios, invasão angiolinfática ou perineural) e sem instabilidade microssatélite (proficientes para os genes de reparo MMR).^(117,118)

2.8.8 Seguimento Oncológico Pós-Operatório

Existem diversos protocolos diferentes para seguimento oncológico pós-operatório de pacientes com CCR. Embora não exista consenso quanto à intensidade de vigilância (periodicidade de realização dos exames e tipo de exames realizados) e de individualização do seguimento conforme o estadiamento da doença, o seguinte esquema é aceito universalmente:

- História e exame físico: a cada três a seis meses nos primeiros dois anos e a cada seis meses até o quinto ano;
- CEA: a cada três a seis meses nos primeiros dois anos e a cada seis meses até o quinto ano;
- Colonoscopia: um ano (após três a seis meses no caso de colonoscopia pré-operatória incompleta), três anos e cinco anos depois da cirurgia;
- Tomografia computadorizada de tórax sem contraste intravenoso: a cada seis a doze meses por cinco anos;
- Tomografia computadorizada de abdome e pelve com contraste intravenoso: a cada seis a doze meses por cinco anos. Recomenda-se RNM de abdome e pelve nos pacientes que não podem utilizar contraste iodado intravenoso e/ou nos casos de dúvida diagnóstica.⁽⁵⁾

3. MARCO CONCEITUAL

Pacientes com CCR possuem indicação de realizar exames de imagem radiológicos, nos quais se incluem: EO, CTC, US, TC, RNM e PET/TC. Dentre as modalidades de exames de imagem, a TC é o método recomendado para o estadiamento abdominal do CCR sendo amplamente disponível e de rápida aquisição. Os exames radiológicos podem ser úteis para o paciente com CCR no seu diagnóstico, estadiamento, planejamento terapêutico e seguimento. A partir do diagnóstico e estadiamento, é possível decidir a terapêutica mais adequada para esses pacientes. Após a definição da necessidade de tratamento neoadjuvante e o seu término (quando necessário), o próximo passo é o tratamento cirúrgico, que representa a única modalidade com finalidade curativa para estes pacientes. No procedimento cirúrgico, devem ser observados os princípios oncológicos que norteiam a ressecção do tumor primário e dos linfonodos locorregionais, destacando-se: MRD, MRC, excisão do mesocólon / mesorreto e linfadenectomia. Ainda neste contexto, a ligadura vascular assume importante papel na técnica cirúrgica, havendo dois tipos principais de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores: alta e baixa. A TC com uso de MIP desempenha importante papel na avaliação da anatomia vascular mesentérica e na identificação do nível de ligadura vascular. Após tratamento cirúrgico, os pacientes com CCR são estratificados quanto à necessidade de terapia adjuvante; posteriormente, iniciam seu seguimento oncológico.

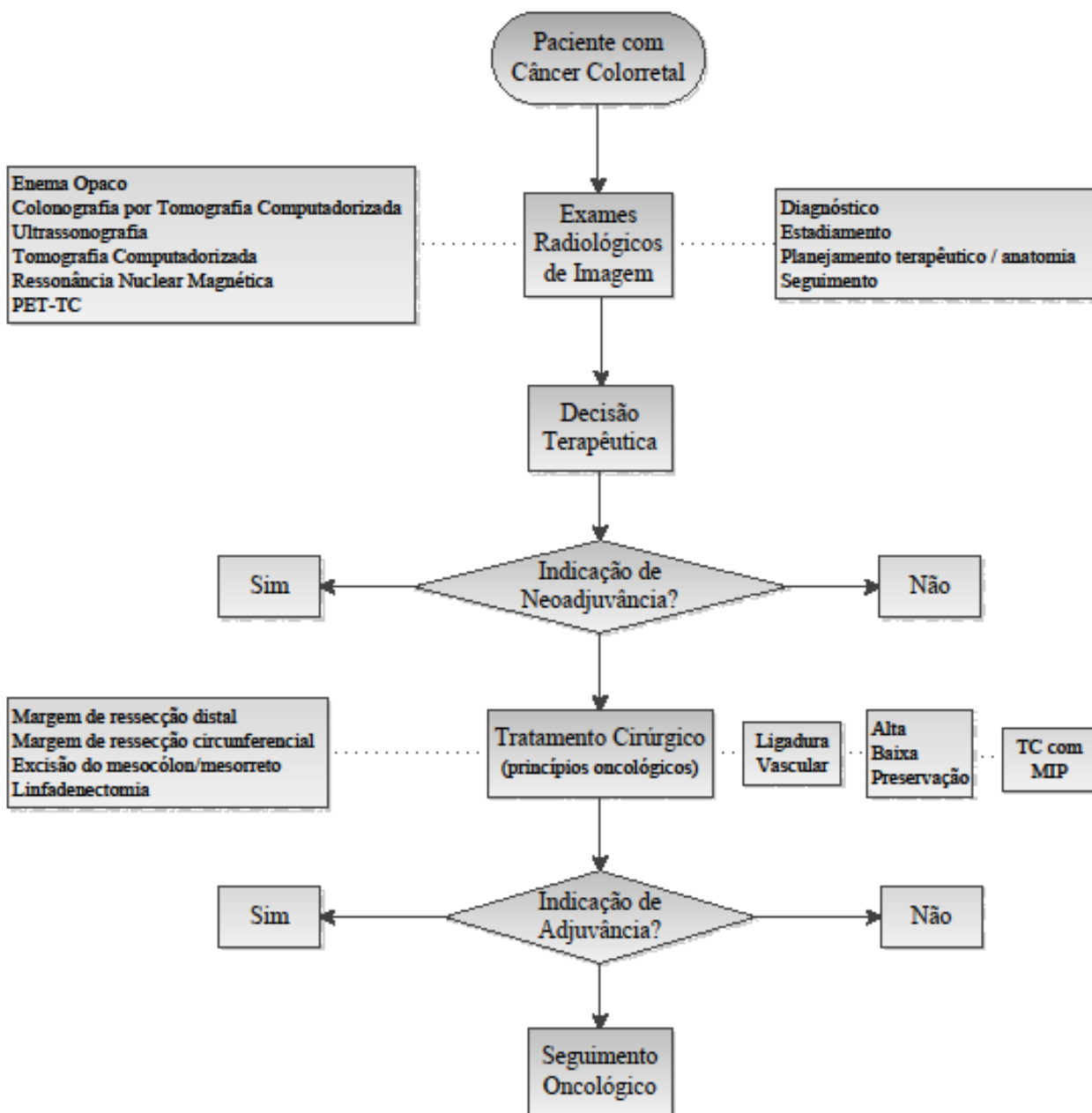


Figura 18. Diagrama do marco conceitual.

4. JUSTIFICATIVA

A elevada incidência do CCR no mundo e no Brasil e o seu consequente impacto na morbimortalidade populacional tornam muito relevantes os estudos que buscam aprimorar o conhecimento na área, especialmente aqueles que auxiliam no planejamento terapêutico dos pacientes acometidos por esta doença.

Existem diversas modalidades de imagem para estadiamento abdominal do CCR, sendo que a TC é o método recomendado pela NCCN. A TC – com o auxílio de ferramentas como reformação multiplanar (MPR) e projeção de intensidade máxima (MIP) – também pode auxiliar na caracterização da circulação mesentérica.

O conhecimento da anatomia da vascularização mesentérica pelo cirurgião é essencial na identificação intraoperatória dos vasos e na execução correta das ligaduras vasculares no tratamento cirúrgico de pacientes com CCR, que corresponde à única modalidade de tratamento com intuito curativo.

Há muitos anos existe um debate entre os cirurgiões para se definir qual nível de ligadura vascular (alta ou baixa) seria de fato ideal para os pacientes com CCR; no entanto, ainda não há consenso – na literatura – em relação ao melhor nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores para se obter o maior benefício oncológico. Cabe salientar que a grande maioria dos estudos que investigou as diferenças de desfechos entre os níveis de ligadura vascular baseou-se exclusivamente na avaliação intraoperatória realizada pelo cirurgião: sem confirmação pós-operatória desta intervenção por métodos de imagem.

Não existia – até o presente momento – um estudo que tivesse avaliado a correlação radiocirúrgica dos níveis de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores em pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto. Estes dados reforçam a importância do objetivo primário do presente estudo.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo Primário

Determinar a correlação existente entre o nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores descrito pelo cirurgião e aquele identificado pelo médico radiologista na tomografia computadorizada pós-operatória em pacientes com câncer de cólon esquerdo e reto.

5.2 Objetivos Secundários

São objetivos secundários deste estudo os seguintes:

- Descrever os principais padrões anatômicos da AMI e seus ramos;
- Determinar a concordância entre os médicos radiologistas quanto aos níveis de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores;
- Determinar a concordância entre os médicos radiologistas quanto aos diferentes padrões anatômicos da AMI e seus ramos;
- Investigar a existência de associação entre fatores epidemiológicos, clínicos tomográficos, cirúrgicos e anatomopatológicos e a correlação radiocirúrgica do nível de ligaduras dos vasos mesentéricos inferiores;
- Avaliar dados relacionados à amostragem linfonodal nos diferentes níveis de ligadura da AMI;
- Investigar a associação do nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores com desfechos oncológicos (sobrevida global em dois anos, sobrevida livre de doença em dois anos, sobrevida livre de doença local em dois anos e sobrevida livre de doença sistêmica em dois anos).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Estimativa mundial de incidência do CCR [Internet]. Lyon: IARC; c2018 [citado 2018 Maio 21]. Disponível em: <http://globocan.iarc.fr/>
2. Estimativa brasileira de incidência do CCR [Internet]. Rio de Janeiro: INCA, Ministério da Saúde; c1996-2018 [citado 2018 Jun 04]. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2018>
3. Siegel RL, Fedewa SA, Anderson WF, Miller KD, Ma J, Rosenberg PS, Jemal A. Colorectal cancer incidence patterns in the United States, 1974–2013. *JNCI J Natl Cancer Inst* 2017;109(8):322.
4. Fleming M, Ravula S, Tatishchev SF, Wang HL. Colorectal carcinoma: pathologic aspects. *J Gastrointest Oncol*. 2012 Sep;3(3):153–73.
5. NCCN Clinical practice guidelines in oncology [Internet]. Fort Washington (PA): National Comprehensive Cancer Network; c2018 [citado 2018 Jun 07]. Disponível em: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/default.aspx
6. Cohen AM, Tremterra S, Candela F, Thaler HT, Sigurdson ER. Prognosis of node-positive colon cancer. *Cancer* 1991;67(7):1859-61.
7. Tiferes DA, Jayanthi SK, Liguori AA. Cólon, reto e apêndice. In: D'Ippolito G, Caldana RP, editores associados. *Gastrointestinal*. (Silva CIS, D'Ippolito G, Rocha AJ, editores. Série Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem). Rio de Janeiro: Elsevier; c2011. p. 203-51.
8. Nerad E, Lahaye MJ, Maas M, Nelemans P, Bakers FC, Beets GL, Beets-Tan RG. Diagnostic accuracy of CT for local staging of colon cancer: a systematic review and meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2016 Nov; 207(5):984-95.
9. Horton KM, Fishman EK. CT angiography of the mesenteric circulation. *Radiol Clin North Am* 2010 Mar; 48(2):331-45.
10. Rossi H, Rothenberger DA. Surgical treatment of colon cancer. *Surg Oncol Clin N Am* 2006 Jan;15(1):109-27.
11. Chin CC, Yeh CY, Tang R, Changchien CR, Huang WS, Wang JY. The oncologic benefit of the high ligation of the inferior mesenteric artery in the surgical treatment of rectal or sigmoid colon cancer. *Int J Colorectal Dis* 2008 Aug; 23(8):783-8.
12. Kanemitsu Y, Hirai T, Komori K, Kato T. Survival benefit of high ligation of the inferior mesenteric artery in sigmoid colon and rectal cancer. *Br J Surg* 2006 May;93(8):609-15.

13. Alici A, Kement M, Gezen C, Akin T, Vural S, Okkabaz N, Basturk E, Yegenoglu A, Oncel M. Apical lymph nodes at the root of the inferior mesenteric artery in distal colorectal cancer: an analysis of the risk of tumor involvement and the impact of high ligation on anastomotic integrity. *Tech Coloproctol* 2010 Mar;14 (1):1-8.
14. Cirocchi R, Farinella E, Trastulli S, Desiderio J, Di Rocco G, Covarelli P, Santoro A, Giustozzi G, Redler A, Avenia N, Rulli A, Nova G, Boselli C. High tie versus low tie of the mesenteric artery: a protocol for a systematic review. *World J Surg Oncol* 2011 Nov;9(1):147-51.
15. Lange MM, Buunen M, van de Velde CJ, Lange JF. Level of the arterial ligation in rectal cancer surgery: low tie preferred over high tie: a review. *Dis Colon Rectum* 2008 Jul;51(7):1139-45.
16. Nano M, Dal Corso H, Ferronato M, Solej M, Hornung JP, Dei Poli M. Ligation of the inferior mesenteric artery in the surgery of rectal cancer: anatomical considerations. *Dig Surg* 2004;21(2):123-6.
17. Prevot F, Sabbagh C, Deguines JB, Potier A, Cosse C, Yzet T, Regimbeau JM. Are there any surgical and radiological correlations to the level of ligation of the inferior mesenteric artery after sigmoidectomy for cancer? *Ann Anat* 2013 Oct;195(5):467-74.
18. Siegel RL, Miller KD, Jemal, A. Cancer statistics, 2018. *CA Cancer J Clin* 2018 Jan;68(1):7-30.
19. AJCC cancer staging manual [Internet]. Chicago: American Joint Committee on Cancer; c2018 [acessado 2018 Jun 05]. Disponível em: <https://cancerstaging.org/Pages/default.aspx>
20. Gandhi J, Davidson C, Hall C, Pearson J, Eglinton T, Wakeman C, Frizelle F. Population-based study demonstrating an increase in colorectal cancer in young patients. *Br J Surg* 2017 Jul;104(8):1063-68.
21. Wolf AM; Fontham ET, Church TR, Flowers CR, Guerra CE, LaMonte SJ, Etzioni R, McKenna MT, Oeffinger KC, Shih YT, Walter LC, Andrews KS, Brawley OW, Brooks D, Fedewa SA, Manassaram-Baptiste D, Siegel RL, Wender RC, Smith RA. Colorectal cancer screening for average-risk adults: 2018 guideline update from the American Cancer Society. *CA Cancer J Clin* 2018 May 30.
22. Iyer RB, Silverman PM, DuBrow RA, Charnsangavej C. Imaging in the diagnosis, staging, and follow-up of colorectal cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2002 Jul;179(1):3-13.

23. Winawer SJ, Stewart ET, Zauber AG, Bond JH, Ansel H, Wave JD, Hall D, Hamlin JA, Schapiro M, O'Brien MJ, Sternberg SS, Gottlieb LS. A comparison of colonoscopy and double-contrast barium enema for surveillance after polypectomy: National Polyp Study Work Group. *N Engl J Med* 2000 Jun 15;342(24):1766–72.
24. Sabanli M, Balasingam A, Bailey W, Eglinton T, Hider P, Frizelle FA. Computed tomographic colonography in the diagnosis of colorectal cancer. *Br J Surg* 2010 Aug;97(8):1291-94.
25. Martínez-Ares D, Martín-Granizo Barreneachea B, Souto-Ruzo J, Yáñez López J, Pallarés Peral A, Vázquez-Iglesias JL. The value of abdominal ultrasound in the diagnosis of colon cancer. *Rev Esp Enferm Dig* 2005 Dec;97(12):877-86.
26. Cantisani V, Grazhdani H, Fioravanti C, Rosignuolo M, Calliada F, Messineo D, Bernieri MG, Redler A, Catalano C, D'Ambrosio F. Liver metastases: contrast-enhanced ultrasound compared with computed tomography and magnetic resonance. *World J Gastroenterol* 2014 Aug;20(29):9998–10007.
27. Costa-Silva L, Brown G. Reto. In: Guimarães MD, Chojniak R, editores associados. (Müller CI, D'Ippolito G, Rocha AJ, editores. Série Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem). *Oncologia*. Rio de Janeiro: Elsevier; c2015. p. 569-83.
28. Horton KM, Abrams RA, Fishman EK. Spiral CT of colon cancer: imaging features and role in management. *Radiographics* 2000 Mar-Apr;20(2):419-30.
29. Kerner BA, Oliver GC, Eisenstat TE, Rubin RJ, Salvati EP. Is preoperative computerized tomography useful in assessing patients with colorectal carcinoma? *Dis Colon Rectum* 1993 Nov;36(11):1050-3.
30. Bipat S, Van Leeuwen MS, Comans EF, et al. Colorectal liver metastases: CT, MR imaging, and PET for diagnosis: meta-analysis. *Radiology* 2005 Oct;237(1):123-31.
31. Megibow AJ, Balthazar EJ, Cho KC, Medwid SW, Birnbaum BA, Noz ME. Bowel obstruction: evaluation with CT. *Radiology* 1991 Aug;180(2):313-8.
32. Fonte AC. Cólon. In: Guimarães MD, Chojniak R, editores associados. *Oncologia*. (Müller CI, D'Ippolito G, Rocha AJ, editores. Série Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem). Rio de Janeiro: Elsevier; c2015. p. 547-67.
33. Koh JL, Yan TD, Glenn D, Morris DL. Evaluation of preoperative computed tomography in estimating peritoneal cancer index in colorectal peritoneal carcinomatosis. *Ann Surg Oncol*. 2009 Feb;16(2):327-33.

34. Iafrate F, Laghi A, Paolantonio P, Rengo M, Mercantini P, Ferri M, Ziparo V, Passariello R. Preoperative staging of rectal cancer with MR imaging: correlation with surgical and histopathologic findings. *Radiographics* 2006 May-Jun;26(3):701–14.
35. Niekel MC, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment. *Radiology* 2010 Dec;257(3):674-84.
36. Kang SI, Kim DW, Cho JY, Park J, Lee KH, Son IT, Oh HK, Kang SB. Is MRI of the liver needed during routine preoperative workup for colorectal cancer? *Dis Colon Rectum* 2017 Sep;60(9): 936-44.
37. Zech CJ, Justo N, Lang A, et al. Cost evaluation of gadoxetic acid-enhanced magnetic resonance imaging in the diagnosis of colorectal-cancer metastasis in the liver: results from the VALUE trial. *Eur Radiol* 2016 Nov;26(11):4121-30.
38. Vilgrain V, Esvan M, Ronot M, Caumont-Prim A, Aubé C, Chatellier G. A meta-analysis of diffusion-weighted and gadoxetic acid-enhanced MR imaging for the detection of liver metastases. *Eur Radiol* 2016 Dec;26(12):4595-615.
39. O'Connor OJ, McDermott S, Slattery J, Sahani D, Blake MA. The use of PET-CT in the assessment of patients with colorectal carcinoma. *Int J Surg Oncol* 2011;2011:846512.
40. Site ANS [Internet]. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Saúde Suplementar; c2018 [citado 2018 Jan 08]. Disponível em: http://www.ans.gov.br/images/stories/a_ans/transparencia_institucional/consulta_despachos_poder_judiciario/2014-petscan.pdf
41. Carmichael JC, Mills S. Anatomy and embryology of the colon, rectum, and anus. In: Steele SR, Hull TL, Read TE, Saclarides TJ, Senagore AJ, Whitlow CB, editors. *The ASCRS textbook of colon and rectal surgery*. 3rd ed. New York: Springer; 2016. p. 17.
42. Bertelli L, Lorenzini L, Bertelli E. The arterial vascularization of the large intestine: anatomical and radiological study. *Surg Radiol Anat* 1996;8 Suppl 1:A1-6, S1-S59.
43. Panagouli E, Lolis E, Venieratos D. A morphometric study concerning the branching points of the main arteries in humans: relationships and correlations. *Ann Anat* 2011 Mar;193(2):86-99.
44. Murono K, Kawai K, Kazama S, Ishihara S, Yamaguchi H, Sunami E, Kitayama J, Watanabe T. Anatomy of the inferior mesenteric artery evaluated using 3-dimensional CT angiography. *Dis Colon Rectum* 2015 Feb;58(2):214-9.

45. Griffiths JD. Surgical anatomy of the blood supply of the distal colon. *Ann R Coll Surg Engl* 1956 Oct;19(4):241-56.
46. Yada H, Sawai K, Taniguchi H, Hoshima M, Katoh M, Takahashi T. Analysis of vascular anatomy and lymph node metastases warrants radical segmental bowel resection for colon cancer. *World J Surg* 1997 Jan;21(1):109–15.
47. Testut L, Latarjet A. *Traité d'anatomie humaine. Tome quatrième, Appareil de la digestion.* Paris: Librairie Octave Doin.; Paris; c1923. p. 232.
48. Maurer CA. Colon cancer: resection standards. *Tech Coloproctol* 2004 Nov;8(Suppl1):s29-32.
49. Rao X, Zhang J, Liu T, Wu Y, Jiang Y, Wang P, Chen G, Pan Y, Wu T, Liu Y, Wan Y, Huang S, Wang X. Prognostic value of inferior mesenteric artery lymph node metastasis in cancer of the descending colon, sigmoid colon and rectum. *Colorectal Dis* 2018;20(6):O135-O142.
50. Sindhu RS, Natesh B, Rajan R, Shanavas K, Sukumaran G, Gayathri LK. Low-tie IMA and selective D3 lymph node sampling in laparoscopic rectal resection for carcinoma rectum: comparison of surgical and oncological outcomes with the open technique. *J Gastrointest Oncol* 2017 Oct;8(5):850-7.
51. Joseph NE, Sigurdson ER, Hanlon AL, Wang H, Mayer RJ, MacDonald JS, Catalano PJ, Haller DG. Accuracy of determining nodal negativity in colorectal cancer on the basis of the number of nodes retrieved on resection. *Ann Surg Oncol* 2003 Apr;10(3):213-8.
52. Wong JH, Severino R, Honnebler MB, Tom P, Namiki TS. Number of nodes examined and staging accuracy in colorectal carcinoma. *J Clin Oncol* 1999 Sep;17(9):2896-900.
53. Bilchik A. More (nodes) + more (analysis) = less (mortality): challenging the therapeutic equation for early-stage colon cancer. *Ann Surg Oncol* 2003 Apr;10(3):203-5.
54. Tepper JE, O'Connell MJ, Niedzwiecki D, Hollis D, Compton C, Benson AB 3rd, Cummings B, Gunderson L, Macdonald JS, Mayer RJ. Impact of number of nodes retrieved on outcome in patients with rectal cancer. *J Clin Oncol* 2001 Jan;19(1):157-63.
55. Goldstein NS, Sanford W, Coffey M, Layfield LJ. Lymph node recovery from colorectal resection specimens removed for adenocarcinoma: trends over time and a recommendation for a minimum number of lymph nodes to be recovered. *Am J Clin Pathol* 1996 Aug;106(2):209-16.

56. Cserni G, Vinh-Hung V, Burzykowski T. Is there a minimum number of lymph nodes that should be histologically assessed for a reliable nodal staging of T3N0M0 colorectal carcinomas? *J Surg Oncol* 2002 Oct;81(2):63-9.
57. Lowry AC, Simmang CL, Boulos P, Farmer KC, Finan PJ, Hyman N, Killingback M, Lubowski DZ, Moore R, Penfold C, Savoca P, Stitz R, Tjandra JJ. Consensus statement of definitions for anorectal physiology and rectal cancer. *Colorectal Dis* 2001 Jan;3(4):272-5.
58. Titu LV, Tweedle E, Rooney PS. High tie of the inferior mesenteric artery in curative surgery for the left colonic and rectal cancers: a systematic review. *Dig Surg* 2008;25(2):148-57.
59. Miles WE. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon (1908). *CA Cancer J Clin* 1971 Nov-Dec;21(6):361-4.
60. Moynihan BG. The surgical treatment of cancer of the sigmoid flexure and rectum. *Surg Gynecol Obstet* 1908;6(1):463-6.
61. Bacon E. Rationale of lymphadenectomy concomitant with curative resection. In: Bacon E, editor. *Cancer of the colon, rectum, and anal canal*. London: JB Lippincot Company; c1964. p. 549-70.
62. Bruch HP, Schwandner O, Schiedeck TH, Roblick UJ. Actual standards and controversies on operative technique and lymph node dissection in colorectal cancer. *Langenbecks Arch Surg* 1999 Apr;384(2):167-75.
63. Chen SC, Song XM, Chen ZH, Li MZ, He YL, Zhan WH. [Role of different ligation of the inferior mesenteric artery in sigmoid colon or rectal cancer surgery: a meta-analysis]. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi* 2010 Sep;13(9):674-7.
64. Dobrowolski S, Hać S, Kobiela J, Sledziński Z. Should we preserve the inferior mesenteric artery during sigmoid colectomy? *Neurogastroenterol Motil* 2009 Dec;21(12):1288-e123.
65. Park MG, Hur H, Min BS, Lee KY, Kim NK. Colonic ischemia following surgery for sigmoid colon and rectal cancer: a study of 10 cases and a review of the literature. *Int J Colorectal Dis* 2012 May;27(5):671-5.
66. Seike K, Koda K, Saito N, Oda K, Kosugi C, Shimizu K, Miyazaki M. Laser Doppler assessment of the influence of division at the root of the inferior mesenteric artery on

- anastomotic blood flow in rectosigmoid cancer surgery. *Int J Colorectal Dis* 2007;22(1):689-97.
67. Hinoi T, Okajima M, Shimomura M, Egi H, Ohdan H, Konishi F, Sugihara K, Watanabe M. Effect of left colonic artery preservation on anastomotic leakage in laparoscopic anterior resection for middle and low rectal cancer. *World J Surg* 2013 Dec;37(12):2935-43.
68. Hida J, Okuno K. High ligation of the inferior mesenteric artery in rectal cancer surgery. *Surg Today* 2013 Jan;43(1):8-19.
69. Boström P, Haapamäki MM, Matthiessen P, Ljung R, Rutegård J, Rutegård M. High arterial ligation and risk of anastomotic leakage in anterior resection for rectal cancer in patients with increased cardiovascular risk. *Colorectal Disease* 2015 Nov;17(11):1018-27.
70. Guraya SY. Optimum level of inferior mesenteric artery ligation for the left-sided colorectal cancer. *Saudi Med J* 2016 Jul;37(7):731-6.
71. Charan I, Kapoor A, Singhal MK, Jagawat N, Bhavsar D, Jain V, Kumar V, Kumar HS. High ligation of inferior mesenteric artery in left colonic and rectal cancers: lymph node yield and survival benefit. *Indian J Surg* 2015Dec;77(Suppl3):1103-8.
72. Lee KH, Kim JS, Kim JY. Feasibility and oncologic safety of low ligation of inferior mesenteric artery with D3 dissection in cT3N0M0 sigmoid colon cancer. *Ann Surg Treat Res* 2018 Apr;94(4):209-15.
73. Fan YC, Ning FL, Zhang CD, Dai DQ. Preservation versus non-preservation of left colic artery in sigmoid and rectal cancer surgery: a meta-analysis. *Int J Surg* 2018 Apr;52:269-77.
74. Matsuda K, Hotta T, Takifuji K, Yokoyama S, Oku Y, Watanabe T, Mitani Y, Ieda J, Mizumoto Y, Yamaue H. Randomized clinical trial of defaecatory function after anterior resection for rectal cancer with high versus low ligation of the inferior mesenteric artery. *Br J Surg*. 2015 Apr;102(5):501-8.
75. Cirocchi R, Trastulli S, Farinella E, Desiderio J, Vettoretto N, Parisi A, Boselli C, Noya G. High tie versus low tie of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer: a RCT is needed. *Surg Oncol* 2012 Sep;21(3):e111-23.
76. Yang Y, Wang G, He J, Zhang J, Xi J, Mang F. High tie versus low tie of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer: a meta-analysis. *Int J Surg* 2018 Apr;52:20-4.

77. Hultberg DK, Afshar AA, Rutegård J, Lange M, Haapamäki MM, Matthiessen P, Rutegård M. Level of vascular tie and its effect on functional outcome 2 years after anterior resection for rectal cancer. *Colorectal Dis* 2017 Nov;19(11):987-95.
78. Lamba R, Tanner DT, Sekhon S, McGahan JP, Corwin MT, Lall CG. Multidetector CT of vascular compression syndromes in the abdomen and pelvis. *RadioGraphics* 2014 Jan-Feb;34(1):93-115.
79. Fishman EK, Ney DR, Heath DG, Corl FM, Horton KM, Johnson PT. Volume rendering versus maximum intensity projection in CT angiography: what works best, when, and why. *Radiographics*. 2006 May-Jun;26(3):905-22.
80. Smith CL, Horton KM, Fishman EK. Mesenteric CT angiography: a discussion of techniques and selected applications. *Tech Vasc Interventional Rad* 2006 Dec;9(4):150-5.
81. Miyamoto R, Nagai K, Kemmochi A, Inagawa S, Yamamoto M. Three-dimensional reconstruction of the vascular arrangement including the inferior mesenteric artery and left colic artery in laparoscope-assisted colorectal surgery. *Surg Endosc* 2016 Oct;30(10):4400-4.
82. Hashiguchi Y, Hase K, Ueno H, Mochizuki H, Shinto E, Yamamoto J. Optimal margins and lymphadenectomy in colonic cancer surgery. *Br J Surg* 2011 Aug;98(8):1171-8.
83. Rorvig S, Schlesinger N, Martensson NL, Engel S, Engel U, Holck S. Is the longitudinal margin of carcinoma-bearing colon resections a neglected parameter? *Clin Colorectal Cancer* 2014 Mar;13(1):68-72.
84. Scott N, Jackson P, al-Jaberi T, Dixon MF, Quirke P, Finan PJ. Total mesorectal excision and local recurrence: a study of tumour spread in the mesorectum distal to rectal cancer. *Br J Surg* 1995 Aug;82(8):1031-3.
85. Guedj N, Maggiori L, Poté N, Norkowski E, Cros J, Bedossa P, Panis Y. Distal intramural and tumor spread in the mesorectum after neoadjuvant radiochemotherapy in rectal cancer: about 124 consecutive patients. *Hum Pathol* 2016 Jun;52:164-72.
86. Monson JR, Weiser MR, Buie WD, Chang GJ, Rafferty JF, Buie WD, Rafferty J; Standards practice task force of the American Society of Colon and Rectal Surgeons. Practice parameters for the management of rectal cancer (revised). *Dis Colon Rectum* 2013 May;56(5):535-50.
87. Bujko K, Rutkowski A, Chang GJ, Michalski W, Chmielik E, Kusnierz J. Is the 1-cm rule of distal bowel resection margin in rectal cancer based on clinical evidence? A systematic review. *Indian J Surg Oncol* 2012 Jun;3(2):139-46.

88. Nagtegaal ID, van de Velde CJ, van der Worp E, Kapiteijn E, Quirke P, van Krieken JH; Cooperative Clinical Investigators of the Dutch Colorectal Cancer Group. Macroscopic evaluation of rectal cancer resection specimen: clinical significance of the pathologist in quality control. *J Clin Oncol* 2002 Apr;20(7):1729-34.
89. Emmanuel A, Haji A. Complete mesocolic excision and extended (D3) lymphadenectomy for colonic cancer: is it worth that extra effort? A review of the literature. *Int J Colorectal Dis* 2016 Apr;31(4):797-804.
90. Heald RJ, Husband EM, Ryall RD. The mesorectum in rectal cancer surgery: the clue to pelvic recurrence? *Br J Surg* 1982 Oct;69(10):613-6.
91. Taylor FG, Quirke P, Heald RJ, Moran BJ, Blomqvist L, Swift IR, Sebag-Montefiore D, Tekkis P, Brown G; Magnetic Resonance Imaging in Rectal Cancer European Equivalence Study Study Group. Preoperative magnetic resonance imaging assessment of circumferential resection margin predicts disease-free survival and local recurrence: 5-year follow-up results of the MERCURY study. *J Clin Oncol* 2014 Jan;32(1):34-43.
92. Heald RJ, Moran BJ, Ryall RD, Sexton R, MacFarlane JK. Rectal cancer: the Basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978-1997. *Arch Surg* 1998 Aug;133(8):894-9.
93. Zhao GP, Zhou ZG, Lei WZ, Yu YY, Wang C, Wang Z, Zheng XL, Wang R. Pathological study of distal mesorectal cancer spread to determine a proper distal resection margin. *World J Gastroenterol* 2005 Jan;11(3):319-22.
94. Hohenberger W, Weber K, Matzel K, Papadopoulos T, Merkel S. Standardized surgery for colonic cancer: complete mesocolic excision and central ligation: technical notes and outcome. *Colorectal Dis* 2009 May;11(4):354-64.
95. Martling A, Singnomklao T, Holm T, Rutqvist LE, Cedermark B. Prognostic significance of both surgical and pathological assessment of curative resection for rectal cancer. *Br J Surg* 2004 Aug;91(8):1040-5.
96. Compton CC, Fielding LP, Burgart LJ, Conley B, Cooper HS, Hamilton SR, Hammond ME, Henson DE, Hutter RV, Nagle RB, Nielsen ML, Sargent DJ, Taylor CR, Welton M, Willett C. Prognostic factors in colorectal cancer: College of American Pathologists consensus statement 1999. *Arch Pathol Lab Med* 2000 Jul;124(7):979-94.
97. Baxter NN, Virnig DJ, Rothenberger DA, Morris AM, Jessurun J, Virnig BA. Lymph node evaluation in colorectal cancer patients: a population-based study. *J Natl Cancer Inst* 2005 Feb;97(3):219-25.

98. QUASAR Collaborative Group. Comparison of fluorouracil with additional levamisole, higher-dose folinic acid, or both, as adjuvant chemotherapy for colorectal cancer: a randomised trial. *Lancet* 2000 May;355(9215):1588-96.
99. Gray R, Barnwell J, McConkey C, Hills RK, Williams NS, Kerr DJ; QUASAR Collaborative Group. Adjuvant chemotherapy versus observation in patients with colorectal cancer: a randomised study. *Lancet* 2007 Dec;370(9604):2020-9.
100. O'Dwyer ST, Haboubi NY, Johson JS, Gardy R. Detection of lymph node metastases in colorectal carcinoma. *Colorectal Dis* 2001 Sep;3(5):288-94.
101. Schofield JB, Mounter NA, Mallett R, Haboubi NY. The importance of accurate pathological assessment of lymph node involvement in colorectal cancer. *Colorectal Dis* 2006 Jul;8(6):460-70.
102. Goldstein NS. Lymph node recoveries from 2427 pT3 colorectal resection specimens spanning 45 years: recommendations for a minimum number of recovered lymph nodes based on predictive probabilities. *Am J Surg Pathol* 2002 Feb;26(2):179-89.
103. Joseph NE, Sigurdson ER, Hanlon AL, Wang H, Mayer RJ, MacDonald JS, Catalano PJ, Haller DG. Accuracy of determining nodal negativity in colorectal cancer on the basis of the number of nodes retrieved on resection. *Ann Surg Oncol* 2003 Apr;10(3):213-8.
104. Sarli L, Bader G, Iusco D, Salvemini C, Mauro DD, Mazzeo A, Regina G, Roncoroni L. Number of lymph nodes examined and prognosis of TNM stage II colorectal cancer. *Eur J Cancer* 2005 Jan;41(2):272-9.
105. Tsai HL, Lu CY, Hsieh JS, Wu DC, Jan CM, Chai CY, Chu KS, Chan HM, Wang JY. The prognostic significance of total lymph node harvest in patients with T2-4N0M0 colorectal cancer. *J Gastrointest Surg* 2007 May;11(5):660-5.
106. Choi HK, Law WL, Poon JT. The optimal number of lymph nodes examined in stage II colorectal cancer and its impact of on outcomes. *BMC Cancer* 2010 Jun;10(1):267.
107. Sobin LH, Greene FL. TNM classification: clarification of number of regional lymph nodes for pNo. *Cancer*. 2001 Jul;92(2):452.
108. Doll D, Gertler R, Maak M, Friedrichs J, Becker K, Geinitz H, Kriner M, Nekarda H, Siewert JR, Rosenberg R. Reduced lymph node yield in rectal carcinoma specimen after neoadjuvant radiochemotherapy has no prognostic relevance. *World J Surg* 2009 Feb;33(2):340-7.
109. Kim YW, Kim NK, Min BS, Lee KY, Sohn SK, Cho CH, Kim H, Keum KC, Ahn JB. The prognostic impact of the number of lymph nodes retrieved after neoadjuvant

- chemoradiotherapy with mesorectal excision for rectal cancer. *J Surg Oncol* 2009 Jul;100(1):1-7.
110. NIH Consensus Conference. Adjuvant therapy for patients with colon and rectal cancer. *JAMA* 1990 Sep;264(11):1444-50.
111. Sauer R, Becker H, Hohenberger W, Rödel C, Wittekind C, Fietkau R, Martus P, Tschmelitsch J, Hager E, Hess CF, Karstens JH, Liersch T, Schmidberger H, Raab R; German Rectal Cancer Study Group. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer. *N Engl J Med* 2004 Oct;351(17):1731-40.
112. Cedermark B, Dahlberg M, Glimelius B, Pahlman L, Rutqvist LE, Wilking N; Swedish Rectal Cancer Trial. Improved survival with preoperative radiotherapy in resectable rectal cancer. *N Engl J Med* 1997 Apr;336(14):980-7.
113. Kapiteijn E, Marijnen CA, Nagtegaal ID, Putter H, Steup WH, Wiggers T, Rutten HJ, Pahlman L, Glimelius B, van Krieken JH, Leer W, van de Velde CJ; Dutch Colorectal Cancer Group. Preoperative radiotherapy combined with total mesorectal excision for resectable cancer. *N Engl J Med* 2001 Aug;345(9):638-46.
114. André T, Boni C, Navarro M, Tabernero J, Hickish T, Topham C, Bonetti A, Clingan P, Bridgewater J, Rivera F, de Gramont A. Improved overall survival with oxaliplatin, fluorouracil, and leucovorin as adjuvant treatment in stage II or III colon cancer in the MOSAIC trial. *J Clin Oncol* 2009 Jul;27(19):3109-16.
115. Kuebler JP, Wieand HS, O'Connell MJ, Smith RE, Colangelo LH, Yothers G, Petrelli NJ, Findlay MP, Seay TE, Atkins JN, Zapas JL, Goodwin JW, Fehrenbacher L, Ramanathan RK, Conley BA, Flynn PJ, Soori G, Colman LK, Levine EA, Lanier KS, Wolmark N. Oxaliplatin combined with weekly bolus fluorouracil and leucovorin as surgical adjuvant chemotherapy for stage II and III colon cancer: results from NSABP C-07. *J Clin Oncol* 2007 Jun;25(16):2198-204.
116. Schmoll HJ, Twelves C, Sun W, O'Connell MJ, Cartwright T, McKenna E, Saif M, Lee S, Yothers G, Haller D. Effect of adjuvant capecitabine or fluorouracil, with or without oxaliplatin, on survival outcomes in stage III colon cancer and the effect of oxaliplatin on post-relapse survival: a pooled analysis of individual patient data from four randomised controlled trials. *Lancet Oncol* 2014 Dec;15(13):1481-92.
117. Shah MA, Renfro LA, Allegra CJ, de Gramont A, Schmoll HJ, Haller DG, Alberts SR, Yothers G, Sargent DJ. Impact of patient factors on recurrence risk and time dependency of oxaliplatin benefit in patients with colon cancer: analysis from modern-era adjuvant

studies in the Adjuvant Colon Cancer End Points (ACCENT) database. *J Clin Oncol* 2016 Mar;34(8):843-53.

118. Sargent DJ, Marsoni S, Monges G, Thibodeau SN, Labianca R, Hamilton SR, French AJ, Kabat B, Foster NR, Torri V, Ribic C, Grothey A, Moore M, Zaniboni A, Seitz JF, Sinicrope F, Gallinger S. Defective mismatch repair as a predictive marker for lack of efficacy of fluorouracil-based adjuvant therapy in colon cancer. *J Clin Oncol* 2010 Jul;28(20):3219-26.

7. ARTIGO

Radio-surgical correlation of the level of ligation of the inferior mesenteric vessels in left colon and rectal cancer

Caroline L. A. Ghezzi, M.D.^{1,2}, Carolina Rahde³, Aline S. Casagrande, M.D.¹, Marino M. Bianchin, M.D., Ph.D., Prof.², Leonardo M. Vedolin, M.D., Ph.D.⁴, Oly C. Corleta, M.D., Ph.D., Prof.⁵, Tiago L. Ghezzi, M.D., Ph.D.⁶.

1 Radiology Service, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil.

2 Post-graduate Program in Medical Sciences, School of Medicine, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

3 School of Medicine, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

4 Division of Radiology and Diagnostic Imaging of the DASA Group, São Paulo, Brazil.

5 Division of General Surgery, Department of Surgery, Hospital de Clinicas de Porto Alegre, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

6 Division of Coloproctology, Hospital de Clinicas de Porto Alegre, Brazil.

Correspondence

Tiago Leal Ghezzi

e-mail: tlghezzi@terra.com.br

Division of Coloproctology, Hospital de Clinicas de Porto Alegre, Brazil.

2350 Ramiro Barcelos St, 600, Porto Alegre, RS, 90035-903, Brazil.

Telephone: +55-51-997256265

Fax: +55-51-33118151

Author contributions: Caroline L. A. Ghezzi (study conception and design, acquisition and interpretation of data, manuscript writing, critical revision, final approval, and agreement to be accountable for all aspects of the work), Carolina Rahde (acquisition of data, critical revision, final approval, and agreement to be accountable for all aspects of the work), Aline S. Casagrande (interpretation of data, critical revision, final approval, and agreement to be accountable for all aspects of the work), Marino M. Bianchin (study design, analysis and interpretation of data, statistical analysis, critical revision, final approval, and agreement to be accountable for all aspects of the work), Leonardo M. Vedolin (study conception, critical revision, final approval, and agreement to be accountable for all aspects of the work), Oly C. Corleta (study conception, critical revision, final approval, and agreement to be accountable

for all aspects of the work), Tiago L. Ghezzi (study conception and design, interpretation of data, statistical analysis, manuscript writing, critical revision, final approval, and agreement to be accountable for all aspects of the work).

Funding/Support: None reported

Financial Disclosure: None reported

Podium or Poster Presentation: None Reported

Word count (body text): 3.786

Word count (abstract): 300

Article category: Colorectal neoplasia

Abstract

Background: The optimal level of ligation of the inferior mesenteric vessels in patients with left colon and rectal cancer remains controversial. **Objective:** This study aimed to evaluate the level of ligation of the inferior mesenteric vessels using multidetector computed tomography with maximum intensity of projection, to compare the assessment between the radiologist and the surgeon, and the association of the level of ligation with the number of lymph nodes harvested and survival rates. **Design:** This was a retrospective cohort study.

Settings: This study was conducted at the Service of Radiology, Division of Coloproctology and Division of General Surgery of a tertiary hospital.

Patients: We included 115 patients with left colon or rectal cancer undergoing surgical resection between 2015 and 2017.

Mains Outcome Measures: The correlation of the level of ligation of the inferior mesenteric vessels intraoperatively by the surgeon with that postoperatively by the radiologist was the primary outcome. We also evaluated survival rates.

Results: Surgeons and radiologists agreed in relation to the level of ligation of the inferior mesenteric artery and inferior mesenteric vein in, respectively, 68.4 and 64.3% of the cases. No differences in the number of lymph nodes harvested were noted between high ligation, low ligation, and inferior mesenteric artery preservation ($p=0.16$). No differences in 2-year overall survival ($p=0.66$), 2-year disease-free survival ($p=0.66$), 2-year local disease-free survival ($p=0.50$), and 2-year systemic disease-free survival ($p=0.60$) were noted in patients with high ligation, low ligation, and inferior mesenteric artery preservation.

Limitations: This study was limited by its retrospective nature, small sample size, and short postoperative follow-up.

Conclusions: The level of ligation of the inferior mesenteric vessels was correctly identified by the surgeon in approximately two thirds of the cases. The level of ligation of the inferior mesenteric artery was not associated with the number of lymph nodes harvested and the survival rates.

7.1 Introduction

Despite the efforts towards colorectal cancer (CRC) resection standardization, no consensus regarding the optimal level of inferior mesenteric artery (IMA) ligation was made.⁽¹⁻⁵⁾ Nevertheless, two levels of ligation have been proposed: high ligation (ligation proximal to the origin of the left colic artery (LCA)) and low ligation (ligation distal to the origin of the LCA).^(1,6) The former ensures en bloc lymph node resection around the IMA origin and allows greater left colon mobilization for a tensionless anastomosis.^(1,7) However, it lacks clinical evidence of oncological benefit^(5,8) and may increase urogenital dysfunction risks secondary to superior hypogastric plexus damage⁽⁹⁾ and anastomotic leak due to potential colonic stump devascularization.⁽¹⁰⁾ Most of the previous relevant studies have been based exclusively on the surgeon's intraoperative assessment of the level of IMA ligation without adequate confirmation by any imaging method.⁽³⁻⁵⁾ Moreover, colorectal surgeons often have difficulties in recognizing the anatomy of the IMA intraoperatively, which in turn could result in misclassification of the level of IMA ligation and in a false negative results.⁽¹¹⁾

Computed tomography (CT) scan has been used for mesenteric circulation evaluation in patients submitted to CRC resection.⁽¹²⁾ Multidetector CT scan with maximum intensity projection (MDCT-MIP) may be useful for the postoperative assessment of the level of vascular ligation performed by the surgeon.

Our study aimed to determine the agreement between the radiologist and the surgeon regarding the level of ligation of the inferior mesenteric vessels in patients with left colon and rectal cancer. We also analyzed inter-radiologist agreement regarding the anatomy pattern and the level of ligation of the inferior mesenteric vessels using MDCT-MIP and investigated the association between the ligation level and patient's characteristics, lymph node-related data, and long-term oncological outcomes.

7.2 Materials and Methods

7.2.1 Study Design and Patient Selection

This was a retrospective cohort study of patients with CRC from a single tertiary hospital. All patients who performed contrast-enhanced pre and postoperative MDCT scan and underwent resection of adenocarcinoma of the left colon or rectum at Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) between February 2015 and January 2018 were included. Exclusion

criteria include prior left-sided colon or rectal resections, extended colorectal resections, multivisceral resections, absence of clear information regarding the level of IMA ligation and IMA thrombosis. Our study was in accordance with the STROBE requirements and was conducted according to the principles of the Declaration of Helsinki. The Research Ethics Committee of the HCPA approved this study.

7.2.2 Bifurcation of the Inferior Mesenteric Artery

Identifying the anatomy of the IMA is essential in left colon and rectal cancer resections. The IMA may have four different patterns of division⁽¹³⁾ (Figure 1): type 1, the LCA originates independently from the sigmoid arteries; type 2, the LCA and the sigmoid arteries arise together from the same point in the IMA; type 3, the LCA and sigmoid arteries originate from a common trunk; and type 4, the LCA is absent. At the origin of the IMA, the LCA may be located medially or laterally to the IMV. The intersection pattern of the LCA over the IMV could be anterior or posterior.

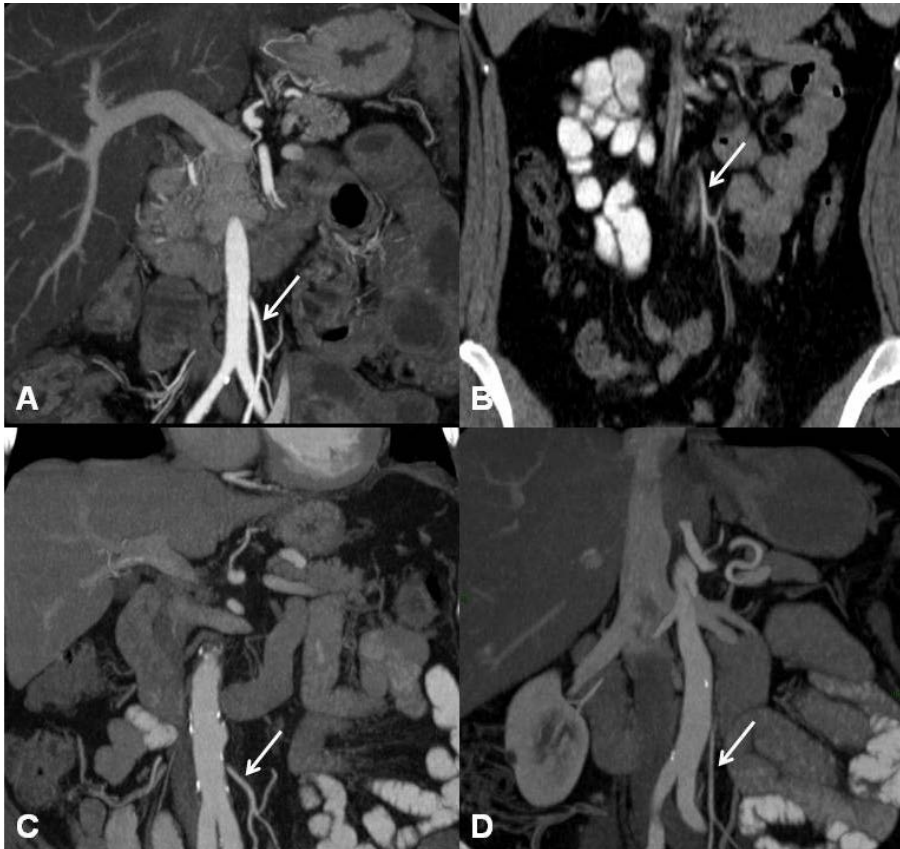


Figure 1. Patterns of division of the IMA. A Type 1, LCA originates independently from the sigmoid arteries. B Type 2, LCA and sigmoid arteries arise together from the same point. C Type 3, LCA and sigmoid arteries originate from a common trunk. D Type 4, LCA is absent.

7.2.3 Surgery

All surgical procedures were performed by a fourth-year resident of colorectal surgery under the supervision of a senior colorectal surgeon or by a second-year resident of general surgery under the supervision of a senior general surgeon. The surgical approach and the level of vascular ligation of the inferior mesenteric vessels were decided by the senior surgeon. In laparoscopic procedures, the surgical approach was from medial to lateral, beginning with inferior mesenteric vessel ligation by a metallic clip. Lateral-to-medial surgical approach was employed in open procedures, and the inferior mesenteric vessels were ligated by suture after left colon mobilization. Take down of the splenic flexure was selectively performed, according to the senior surgeon's judgment. In all cases, the ligation level was recorded by the resident in the surgical report.

7.2.4 Neoadjuvant and Adjuvant Therapy

Long-term neoadjuvant chemoradiotherapy for patients with extraperitoneal rectal cancer and postoperative adjuvant chemotherapy for both sigmoid colon cancer and rectal cancer were recommended in accordance with the National Comprehensive Cancer Network guidelines.

7.2.5 Follow-up

Patients were followed at a 3-month interval during the first 2 years. Subsequently, they were seen every 6 months until the fifth year after surgery. Each visit consisted of physical examination and serum carcinoembryonic antigen test. Colonoscopic examinations were performed at 1, 3, and 5 years postoperatively. Patients operated for obstructive tumors or with incomplete preoperative colonoscopy underwent examination 3 to 6 months after the index surgery. Contrast-enhanced abdominal pelvic MDCT and chest CT or chest radiography were performed annually. Recurrence was diagnosed radiologically based on lesion size that increased over time or pathologically by biopsy or surgical resection.

7.2.6 Abdominal and Pelvic MDCT Scan with Maximum Intensity Projection

Preoperative assessment of the inferior mesenteric vessels was performed through a retrospective review of the abdominopelvic CT_{3mm} scan for preoperative staging, which allowed the examination of the anatomy of the inferior mesenteric vessels and their main branches. Postoperative evaluation of the level of IMA and IMV ligation (Figure 2) was performed through a retrospective review of CT_{3mm} scan for either follow-up or investigation of postoperative complications. The level of ligation was assessed by examining the postoperative anatomy of the inferior mesenteric vessels and comparing the pre- and postoperative CT images of the vessels. All images were reviewed independently by two senior radiologists (CLAG and ASC). Radiological consensus was defined as the agreement between both radiologists.

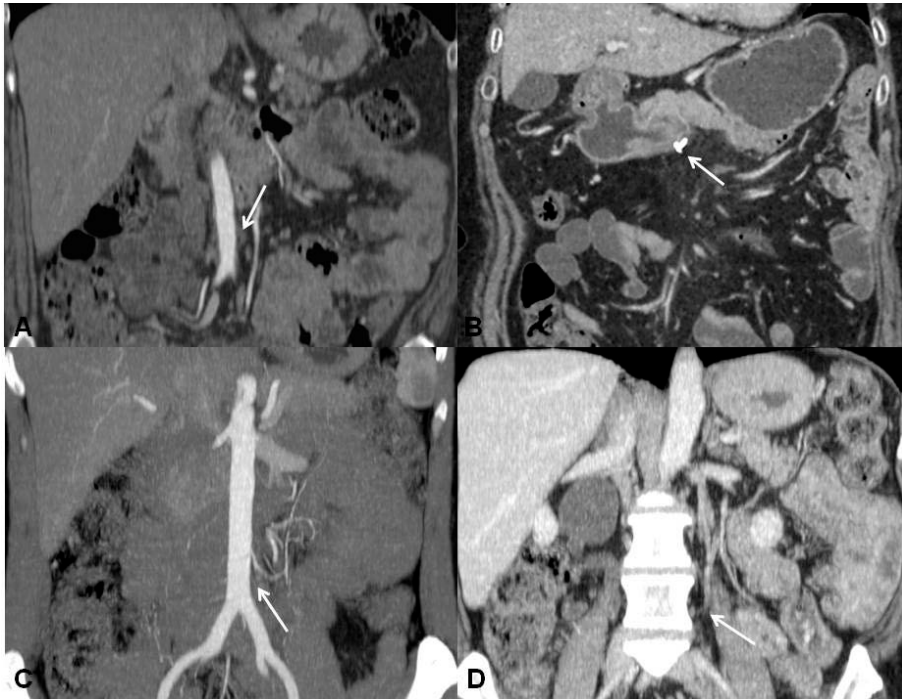


Figure 2. Levels of vascular ligation. A High ligation of the IMA. B High ligation of the IVM. C Low ligation of the IMA. D Low ligation of the IVM.

All CT scans were performed with one of the following scanners: GE BrightSpeed 8 channels (GE Healthcare, Milwaukee, USA; acquisition parameters: helicoidal scan 120 kVp Z-DOM mA modulation, 0.5 s gantry rotation time, 16×1.5 mm collimation, 0.938 rotation pitch), Philips Brilliance Power 16 channels (Koninklijke Philips N.V., Amsterdam, Netherlands; acquisition parameters: helicoidal scan 120 kVp Auto mA (Smart mA) modulation, 0.8 s gantry rotation, 8×2.5 mm collimation, 1.375 rotation pitch), or Aquilion 64 channels (Toshiba Medical Systems, Otawara, Japan; acquisition parameters: helicoidal scan 120 kVp SureIQ 3D mA modulation, 0.5 s gantry rotation, 64×0.5 mm collimation, 1.109 rotation pitch). A three-phase (arterial phase: 30 s after bolus tracking; late portal phase: 65–80 s after bolus tracking; delayed phase: 180–300 s after bolus tracking) or two-phase (non-enhanced and late portal phase: 65–80 s after bolus tracking) abdominal and pelvic CT protocol was adopted. Arterial and delayed phases were analyzed to assess the level of arterial ligation in three-phase and two-phase CT scans, respectively. Delayed phase was used to evaluate the level of IMV ligation in both three- and two-phase CT scans. Iopexol (Omnipaque® 300 mg I/mL; GE Healthcare, Shanghai, China) or iopromide (Ultravist® 370 mg I/mL; Bayer Pharma, Berlin, Germany) was used as the contrast agent. The protocol included the administration of the contrast agent (1.5–2 ml/kg of body weight at 3–5 ml/s) using an automatic injector. The bolus tracking method was used to determine the scanning

time. The initial series was obtained when the abdominal aorta (above the renal arteries) had reached 100 Hounsfield units. Image processing analysis was performed with the IMPAX 6.6.1.3525 picture archiving and communication system workstation (AGFA HealthCare NV®, Morstel, Belgium).

7.2.7 Endpoints

The correlation of the level of ligation of the inferior mesenteric vessels intraoperatively by the surgeon with that postoperatively by the radiologist was the primary outcome. Secondary endpoints included inter-radiologist agreement (anatomy pattern and level of ligation of the inferior mesenteric vessels), patient's characteristics (demographic, clinical, surgical, pathological), lymph node-related data (number of lymph nodes harvested, presence of lymph node metastasis, positive lymph node ratio), and oncological outcomes (overall survival, disease-free survival, local disease-free survival, distant disease-free survival). Local recurrence was defined as disease recurrence at the site of the primary tumor; systemic recurrence, recurrence at any other site; disease-free survival, the time from index surgery to disease recurrence or death from any cause; and overall survival, the time from the index surgery to death.

7.2.8 Statistical Analysis

Quantitative variables were described as mean and standard deviation or median and interquartile range. Qualitative variables were described as frequencies and percentages. Student's t-test, Mann-Whitney U test, and Kruskal-Wallis test were used to compare quantitative variables, and Pearson's chi-square test, Fisher's exact test, or Yates's correction for continuity was used to compare qualitative variables. Cohen's kappa coefficient was employed to analyze the inter-radiologists agreement for qualitative variables. Kaplan-Meier curves were used to estimate survival rates. Survival distributions between the groups were compared using the log-rank test. Statistical analyses were performed using SPSS software (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA, version 19.0). A p value <0.05 was considered statistically significant.

7.3 Results

Of the 145 patients with adenocarcinoma of the left colon or rectum who performed contrast-enhanced pre and postoperative MDCT scan and underwent operation between February 2015 and January 2018, 30 were excluded. A total of 115 patients were included in the analysis (70 male and 45 female, mean age 64.8 years). Rectal cancer was the main indication of surgery in 66 cases (57.4%), of which 40 (60.6%) underwent long-term neoadjuvant chemoradiotherapy. Most of the surgeries were performed by colorectal surgeons (80%). Thirty five patients (30.4%) had systemic disease (cM+) at the time of the surgery. Three-phase protocol was used in 73 and 27.8% of the pre- and postoperative CT scans, respectively. Inferior mesenteric artery preservation was statistically associated with operations performed by general surgeons (43.5% vs. colorectal surgeons: 4.5%; $p < 0.05$), left colon cancer (29.8% vs. rectal cancer: 0%; $p < 0.05$), and left hemicolectomy (56.6% vs. other resections: 31.6%; $p < 0.05$). Low ligation of the IMA was statistically associated with colorectal surgeons (79.5% vs. general surgeons: 39.1%; $p < 0.05$), cancer of the rectum (85.9% vs. left colon cancer: 51.1%; $p < 0.05$), and rectal resection (abdominoperineal resection 90% and low anterior resection 81.8% vs. sigmoidectomy 42.9% and left colectomy 22.2%; $p < 0.05$). No other statistically significant differences were observed. Four patients (3.5%) who were classified by the radiologists as having no LCA were excluded from the analyses of the level of ligation and of the radio-surgical correlation of the level of IMA ligation with the survival curves. Patient's characteristics are detailed in Table 1.

Table 1. Demographic, clinical, surgical, and pathological characteristics of patients with left colon or rectal cancer.

Characteristics	IMA - Radiological consensus			Overall n = 115
	High ligation n = 18	Low ligation n = 79	Preservation n = 14	
Age (years)	64 (12.66)	65.44 (11.08)	64.21 (7.83)	64.84(10.93)
Gender (male)	9 (13)	48 (69.6)	12 (17.4)	70 (60.9)
Ethnicity (Caucasian)	18 (18.4)	67 (68.4)	13 (13.3)	102 (88.7)
BMI (kg/m ²)	24.86 (4.47)	26.24 (5.04)	28.24 (3.4)	26.35 (4.81)
ASA score				
1	1 (33.3)	2 (66.7)	0 (0)	3 (2.6)

2	13 (15.5)	62 (73.8)	9 (10.7)	88 (76.5)
3	4 (16.7)	15 (62.5)	5 (20.8)	24 (20.9)
Prior abdominal surgery	5 (13.2)	30 (78.9)	3 (7.9)	39 (33.9)
Tumor location				
Rectum	9 (14.1)	55 (85.9) ^a	0 (0)	66 (57.4)
Left colon	9 (19.1)	24 (51.1)	14 (29.8) ^a	49 (42.6)
Neoadjuvant CRT	6 (15.4)	33 (84.6)	-	40 (60.6)
Adjuvant chemotherapy	13 (18.1)	52 (72.2)	7 (9.7)	74 (64.3)
Type of surgery				
Elective	18 (17.5)	74/5 (71.8)	11(10.7)	107 (93)
Urgent	0 (0)	5 (62.5)	3 (37.5)	8 (7)
Surgical approach				
Laparotomy	10 (11.8)	62 (72.9)	13 (15.3)	88 (76.5)
Laparoscopic	8 (30.8)	17 (65.4)	1 (3.8)	27 (23.5)
Surgeon specialization				
Colorectal	14 (15.9)	70 (79.5) ^a	4 (4.5)	92 (80)
General	4 (17.4)	9 (39.1)	10 (43.5) ^a	23 (20)
Type of operation				
APR	2 (10)	18 (90) ^a	0 (0)	20 (17.4)
LAR	10 (15.2)	54 (81.8) ^a	2 (3)	68 (59.1)
Sigmoidectomy	2 (28.6)	3 (42.9)	2 (28.6)	7 (6.1)
Left colectomy	4 (22.2)	4 (22.2)	10 (56.6) ^a	20 (17.4)
Pathological T stage				
T0	1 (14.3)	5 (71.4)	1 (14.3)	7 (6.1)
T1	0 (0)	3 (100)	0 (0)	5 (4.3)
T2	3 (20)	11 (73.3)	1 (6.7)	16 (13.9)
T3	13 (16.3)	56 (70)	11 (13.8)	80 (69.6)
T4	1 (16.7)	4 (66.7)	1 (16.7)	7 (6.1)
Pathological N stage				
N0	9 (14.1)	48 (75)	7 (10.9)	67 (58.3)
N1	5 (15.2)	22 (66.7)	6 (18.2)	34 (29.6)
N2	4 (28.6)	9 (64.3)	1 (7.1)	14 (12.2)

Clinical M stage				
M0	10 (13.2)	58 (76.3)	8 (10.5)	80 (69.6)
M1	8 (22.9)	21 (60)	6 (17.1)	35 (30.4)
Preoperative CT scan				
Three-phase	13 (16)	59 (72.8)	9 (11.1)	84 (73)
Two-phase	5 (16.7)	20 (66.7)	5 (16.7)	31 (27)
Postoperative CT scan				
Three-phase	3 (10)	23 (76.7)	4 (13.3)	732 (27.8)
Two-phase	15 (18.5)	56 (69.1)	10 (12.3)	83 (72.2)

Data presented as number of cases (%) or mean (\pm SD).

^aStatistically significant ($p < 0.05$)

Abbreviations: IMA, inferior mesenteric artery; BMI, body mass index; ASA, American Society of Anesthesiologists; CRT, chemoradiotherapy (only for patients with rectal cancer); APR, abdominoperineal resection; LAR, low anterior resection

Overall, surgeons and radiologists agreed in relation to the level of IMA ligation in 76 patients (68.4%) ($\kappa = 0.431$; $p < 0.0001$). Low ligation of the IMA had the highest radio-surgical correlation (69.7%) (Table 2). The most frequent type of discordance was the overestimation of the level of IMA ligation by the surgeons, which occurred in 28 patients (25.2%), corresponding to 77.7% of the cases of disagreement.

Table 2. Radio-surgical correlation of the level of ligation of the IMA in patients with left colon and rectal cancer.

Surgeon	Radiologist – Consensus			Overall
	High ligation	Low ligation	Preservation	
High ligation	13 (11.7)	24 (21.6)	4 (3.6)	41 (36.9)
Low ligation	5 (4.5)	53 (47.7)	0 (0)	58 (52.3)
Preservation	0 (0)	2 (1.8)	10 (9)	12 (10.8)
Overall	18 (16.2)	79 (71.2)	14 (12.6)	111 (100)

Kappa=0.431; $p=0.0001$

Correlation=68.4%, no correlation=31.6%

Surgeons and radiologists agreed in 74 patients (64.3%) regarding the level of IMV ligation (kappa=0.326; $p<0.0001$). For the low ligation of the IMV, surgeons and radiologists agreed in 58 patients (78.4%) (Table 3). The level of IMV ligation was overestimated by the surgeons in 34 patients (29.5%), corresponding to 82.9% of the cases of disagreement.

Table 3. Radio-surgical correlation of the level of ligation of the IMV in patients with left colon and rectal cancer.

Surgeon	Radiologist – Consensus			Overall
	High ligation	Low ligation	Preservation	
High ligation	7 (6.1)	32 (27.8)	2 (1.7)	41 (35.7)
Low ligation	1 (0.9)	58 (50.4)	2 (1.7)	61 (53)
Preservation	0 (0)	4 (3.5)	9 (7.8)	13 (11.3)
Overall	8 (7)	94 (81.7)	13 (11.3)	115 (100)

Kappa=0.326; $p=0.0001$

Correlation=64.3%, no correlation=35.7%

Inter-radiologist agreement regarding the level of IMA ligation was noted in 112 patients (97.4%) (kappa=0.945; $p<0.0001$). Radiologists and surgeons showed a good agreement regarding the level of IMV ligation; agreement was noted in 106 patients (92.2%) (kappa=0.757; $p=0.0001$). For the pattern of IMA bifurcation, the inter-radiologist agreement was also very good (kappa=0.932; $p<0.0001$). Similar findings were observed with respect to the pattern of intersection of the LCA and IMV (kappa=1.000; $p<0.0001$) and to the relationship between the LCA and IMV at the origin of the IMA (kappa=1.000; $p<0.0001$) (Table 4).

Table 4. Radiology consensus and inter-radiologist agreement of the level of ligation and the anatomy of the inferior mesenteric vessels.

	Observer 1	Observer 2	Kappa	p	Consensus
IMA ligation level					
High ligation	18 (15.7)	15 (13)	0.945	<0.0001	18 (15.7)
Low ligation	79 (68.7)	82 (71.3)			79 (68.7)
Preservation	14 (12.2)	14 (12.2)			14 (12.2)
Absence of LCA	4 (3.5)	4 (3.5)			4 (3.5)
IMV ligation level					
High ligation	10 (8.7)	10 (8.7)	0.757	<0.0001	8 (7)
Low ligation	93 (80.9)	94 (81.7)			94 (81.7)
Preservation	12 (10.4)	11 (9.6)			13 (11.3)
IMA bifurcation pattern					
Type 1	59 (51.3)	57 (49.6)	0.932	<0.0001	57 (49.6)
Type 2	29 (25.2)	31 (27)			32 (27.8)
Type 3	21 (18.3)	21 (18.3)			20 (17.4)
Type 4	4 (3.5)	4 (3.5)			4 (3.5)
N/C	2 (1.7)	2 (1.7)			2 (1.7)
LCA-IMVr					
Lateral	74 (64.3)	74 (64.3)	1.000	<0.0001	74 (64.3)
Medial	35 (30.4)	35 (30.4)			35 (30.4)
N/C	6 (5.2)	6 (5.2)			6 (5.2)
LCA-IMVi					
Anterior	83 (72.2)	83 (72.2)	1.000	<0.0001	83 (72.2)
Posterior	26 (22.6)	26 (22.6)			26 (22.6)
N/C	6 (5.2)	6 (5.2)			6 (5.2)

Data are presented as n (%).

Abbreviations: IMA, inferior mesenteric artery; LCA, left colic artery; LCA-IMVr, relationship between left colic artery and inferior mesenteric vein at the level of IMA origin; LCA-IMVi, left colic artery and inferior mesenteric vein intersection pattern; N/C, not classifiable.

Comparison between patients with rectal cancer and those with left colon cancer showed that the radio-surgical correlation was slightly better for the level of IMA ligation (71.9 vs. 63.8%; $p=0.48$) than for the level of IMV ligation (60.6 vs. 69.4%; $p=0.44$). No differences in radio-surgical correlation were observed between colorectal and general surgeons (IMA correlation=70.5 vs. 60.9%, $p=0.53$; IMV correlation=66.3 vs. 56.5%, $p=0.53$) or urgent and elective surgery (IMA correlation=75 vs. 68%, $p=1.000$; IMV correlation=75 vs. 63.6%, $p=0.71$). Patients with pathological stage N1 had the highest radio-surgical correlation rate of the level of IMV ligation (N0=56.7%, N1=82.4%, and N2=57.1; $p=0.03$). No other significant differences in the level of ligation of the inferior mesenteric vessels and patient's characteristics were observed (Table 5). No differences in the anatomy of the inferior mesenteric vessels were detected.

Table 5. Comparative analysis between patient's characteristics and the radio-surgical correlation of the level of inferior mesenteric vessels ligation.

Characteristics	Level of ligation of the IMA			Level of ligation of the IMV		
	Correlation n = 76	No correlation n = 35	p	Correlation n = 74	No correlation n = 41	p
Age (years)	65.42 (11.1)	64.26 (10.65)	0.60	65.46 (10.56)	63.73 (11.61)	0.42
Male	45 (65.2)	24 (34.8)	0.46	44 (62.9)	26 (37.1)	0.83
Caucasian	70 (71.4)	28 (28.6)	0.11	68 (66.7)	34 (33.3)	0.23
BMI (kg/m ²)	26.71 (4.17)	25.49 (5.99)	0.20	26.91 (4.16)	25.34 (5.73)	0.09
ASA score						
1	1 (33.3)	2 (66.7)		2 (66.7)	1 (33.3)	
2	62 (73.8)	22 (26.2)	0.08	60 (68.2)	28 (31.8)	0.26
3	13 (54.2)	11 (45.8)		12 (50)	12 (50)	
History of prior abdominal surgery	31 (81.6)	7 (18.4)	0.054	30 (76.9)	9 (23.1)	0.07
Tumor location						
Rectum	46 (71.9)	18 (28.1)	0.49	40 (60.6)	26 (39.4)	0.44
Left colon	30 (63.8)	17 (36.2)		34 (69.4)	15 (30.6)	
Neoadjuvant CRT	25 (64.1)	14 (35.9)	0.15	23 (57.5)	17 (42.5)	0.70
Adjuvant CT	52 (72.2)	20 (27.8)	0.35	50 (67.6)	24 (32.4)	0.44
Type of surgery						
Elective	70 (68)	33 (32)	1.00	68 (63.6)	39 (36.4)	0.71
Urgent	6 (75)	2 (25)		6 (75)	2 (25)	
Surgical approach						
Laparotomy	61 (71.8)	24 (28.2)	0.38	61 (69.3)	27 (30.7)	0.13
Laparoscopy	9 (60)	6 (40)		7 (46.7)	8 (53.3)	
Conversion	6 (54.5)	5 (45.5)		6 (50)	6 (50)	
Specialization						
Colorectal	62 (70.5)	26 (29.5)	0.53	61 (66.3)	31 (33.7)	0.53
General	14 (60.9)	9 (39.1)		13 (56.5)	10 (43.5)	
Type of operation						
APR	11 (55)	9 (45)	0.24	11 (55)	9 (45)	0.34
LAR	50 (75.8)	16 (24.2)		42 (61.8)	26 (38.2)	
Sigmoidectomy	4 (57.1)	3 (42.9)		6 (85.7)	1 (14.3)	
Left colectomy	11 (61.1)	7 (38.9)		15 (75)	5 (25)	
pT stage						
0	6 (85.7)	1 (14.3)	0.46	7 (100)	0 (0)	0.30
1	3 (100)	0 (0)		3 (60)	2 (40)	
2	11 (73.3)	4 (26.7)		11 (68.8)	5 (31.3)	
3	53 (66.3)	27 (33.8)		48 (60)	32 (40)	
4	3 (50)	3 (50)		5 (71.4)	2 (28.6)	
pN stage						
0	40 (62.5)	24 (37.5)	0.28	38 (56.7)	29 (43.3)	0.03
1	25 (75.8)	8 (24.2)		28 (82.4)	6 (17.6)	
2	11 (78.6)	3 (21.4)		8 (57.1)	6 (42.9)	
Clinical M stage						
0	53 (69.7)	23 (30.3)	0.90	50 (62.5)	30 (37.5)	0.88
1	24 (68.6)	11 (31.4)		24 (68.6)	11 (31.4)	
IMA bifurcation						
Type 1	39 (68.4)	18 (31.6)	0.17	32 (56.1)	25 (43.9)	0.19
Type 2	24 (75)	8 (25)		26 (81.3)	6 (18.8)	
Type 3	13 (65)	7 (35)		12 (60)	8 (40)	
Type 4	0 (0)	0 (0)		3 (75)	1 (25)	
N/C	0 (0)	2 (100)		1 (50)	1 (50)	
LCA-IMVr						
Lateral	52 (70.3)	22 (29.7)	0.11	47 (63.5)	27 (36.5)	0.97
Medial	24 (68.6)	11 (31.4)		23 (65.7)	12 (34.3)	
N/C	0 (0)	2 (100)		4 (66.7)	2 (33.3)	
LCA-IMVi						
Anterior	60 (72.3)	23 (27.7)	0.06	57 (68.7)	26 (31.3)	0.22
Posterior	16 (61.5)	10 (38.5)		13 (50)	13 (50)	
N/C	0 (0)	2 (100)		4 (66.7)	2 (33.3)	
Preoperative CT						
Three-phase	55 (67.9)	26 (32.1)	1.00	55 (65.5)	29 (34.5)	0.84
Two-phase	21 (70)	9 (30)		19 (61.3)	12 (38.7)	
Postoperative CT						
Three-phase	21 (70)	9 (30)	1.00	19 (59.4)	13 (40.6)	0.64
Two-phase	55 (67.9)	26 (32.1)		55 (66.3)	28 (33.7)	

Data presented as number of cases (%) or mean (\pm SD).

Abbreviations: BMI, body mass index; ASA, American Society of Anesthesiologists; CRT, chemoradiotherapy; CT, chemotherapy; APR, abdominoperineal resection; LAR, low anterior resection; IMA, inferior mesenteric artery; LCA-IMV_r, relationship between left colic artery and inferior mesenteric vein at the level of IMA origin; LCA-IMV_i, left colic artery and inferior mesenteric vein intersection pattern; N/C, not classifiable.

Moreover, no differences in the median number of lymph nodes harvested (21.5, 17, and 20; $p=0.16$), the mean rate of patients with node-positive tumors (50, 39.2, and 50%; $p=0.58$), and the mean positive lymph node ratio (nil for all; $p=0.90$) among patients with high ligation, low ligation, and IMA preservation were found (Table 6).

Table 6. Relationship of the number of lymph nodes harvested, presence of lymph node metastasis, and positive lymph node ratio with the level of ligation of the IMA in patients with left colon and rectal cancer.

Ligation level	n	Number of		pN+	p	Lymph	
		lymph nodes	p			node ratio	p
		harvested					
High ligation	18	21.5 (16.7–36.5)		9 (50)		0 (0–7.3)	
Low ligation	79	17 (10–26)		0.11	31 (39,2)	0.58	0 (0–11.1) 0.90
Preservation	14	20 (13.7–24.2)		7 (50)		0 (0–6.3)	

Data are presented as median (interquartile range 25th–75th) or number of cases (%)

The mean time of postoperative follow-up was 20.5 months (95% confidence interval (CI) 20.36–24.64), 22.72 months (95%CI 21.68–23.78), and 24 months (all patients were alive at 24 months) for patients with high ligation, low ligation, and IMA preservation, respectively. Classification of the level of vascular ligation according to radiological consensus was adopted to compare the survival curves of patients diagnosed as having stage I–III left colon or rectal cancer. No differences in 2-year overall survival (85.7, 91.9, and 100%; $p=0.66$), 2-year disease-free survival (90, 89.8, and 100%; $p=0.66$), 2-year local disease-free survival (100, 92.4, and 100%; $p=0.50$), and 2-year systemic disease-free survival (90, 93.2, and 100%; $p=0.60$) in patients with high ligation, low ligation, and IMA preservation of the IMA were found (Figure 3). Moreover, no differences in 2-year overall survival (100, 90.8, and 100%; $p=0.55$), 2-year disease-free survival (100, 87.9, and 100%; $p=0.42$), 2-year local disease-free survival (100, 91.9, and 100%; $p=0.56$), and 2-year

systemic disease-free survival (100, 89, and 100%; $p=0.47$) among patients with high ligation, low ligation, and IMV preservation were observed.

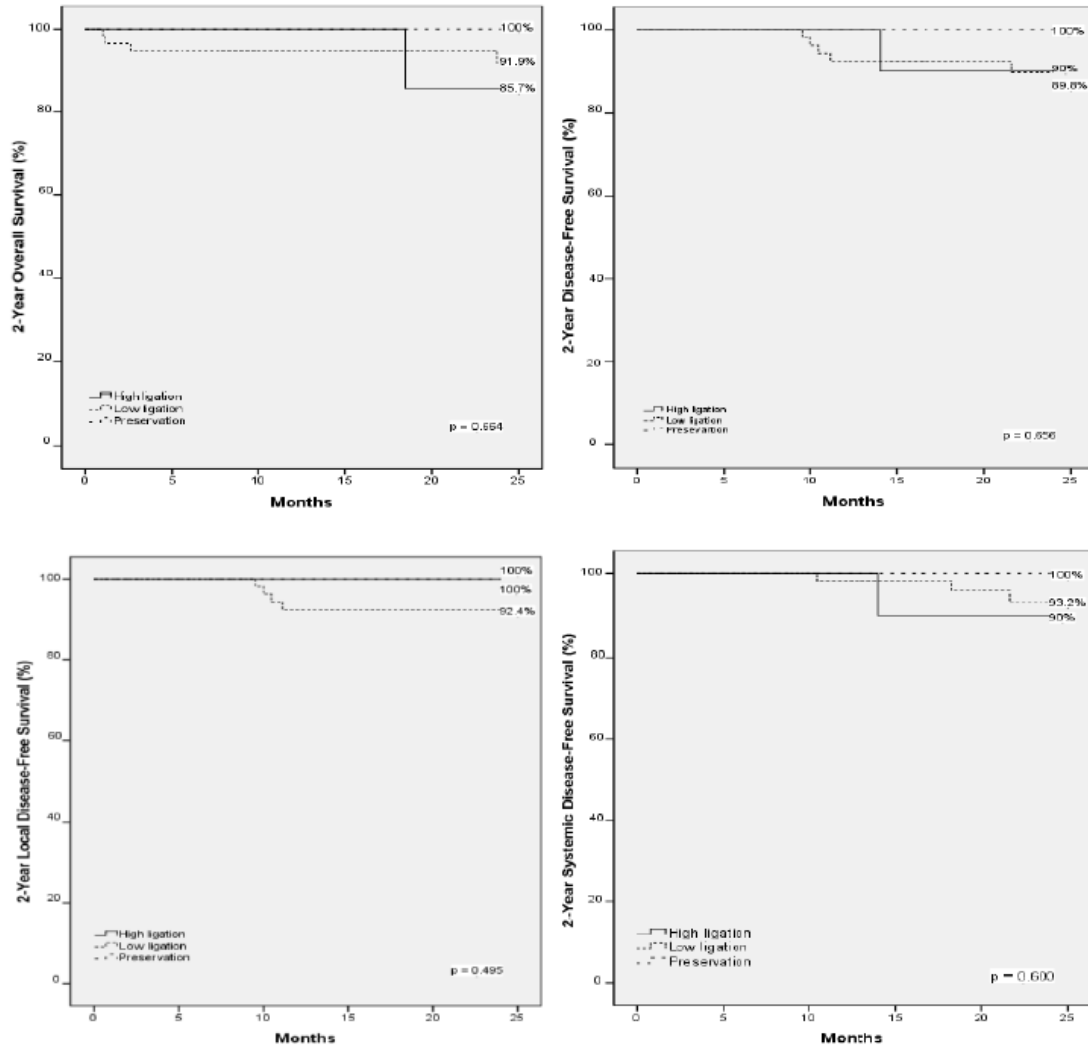


Figure 3. Kaplan–Meier curves according to the level of ligation of the IMA. A) 2-year overall survival. B) 2-year disease-free survival. C) 2-year local disease-free survival. D) 2-year systemic disease-free survival.

7.4 Discussion

The optimal level of ligation of the inferior mesenteric vessels in patients with left colon or rectal cancer has been extensively discussed in medical literature; however, no definitive consensus was achieved.⁽¹⁴⁾ In previous studies, the level of vascular ligation was based solely on the surgeon's judgment.^(8,14-22) However, the accuracy of such approach has been poorly investigated.⁽¹¹⁾ In our study, MDCT-MIP was used pre- and postoperatively to assess the level of ligation of the inferior mesenteric vessels and compare it with the intraoperative level of ligation by the surgeon.

Initially, we compared the findings of MDCT-MIP by two independent and blinded senior radiologists. We found a very good ($\kappa=0.945$; $p<0.0001$) and good ($\kappa=0.757$; $p<0.0001$) agreement for the level of IMA and IMV ligation, respectively. Thus, the use of MDCT-MIP to assess the level of ligation of the inferior mesenteric vessels is strongly suggested. Moreover, this finding was corroborated by the very good inter-radiologist agreement with respect to the pattern of bifurcation of the IMA ($\kappa=0.932$; $p<0.0001$), the pattern of intersection between the LCA and the IMV ($\kappa=1.000$; $p<0.0001$), and the relationship between the LCA and the IMV at the level of origin of the IMA ($\kappa=1.000$; $p<0.0001$). Our findings of the anatomy of the inferior mesenteric vessels are consistent with those reported by Murono et al. who used three-dimensional CT angiography.⁽²³⁾ In our study, we also observed few patients without LCA (present study, 3.5%; Murono et al., 5.1%) and found that in majority of cases the LCA was positioned laterally to the IMV at the level of the origin of the IMA (present study, 64.3%; Murono et al., 73%) and crossing ventrally to the IMV (present study, 72.2%; Murono et al., 70.5%).⁽²³⁾ Hence, MDCT-MIP could be a reliable preoperative method to assess the individual anatomy of the inferior mesenteric vessels, which in turn could facilitate intraoperative recognition of both normal pattern and anatomic variants and thus accurately guide inferior mesenteric vessel ligation.

Currently, MDCT is an extremely useful tool for the staging, therapeutic planning, and postoperative follow-up of patients with CRC. It has acceptable cost, rapid time of acquisition, good accuracy for vascular structure assessment, and excellent acceptability by the patients. Maximum intensity projection is a rendering method that improves the visualization of high-density structures, such as blood vessels, through contrast media. Besides its high accuracy, it is simple and adds no cost. The capacity of the MDCT-MIP to accurately and simultaneously assess the entire vascular anatomy of the inferior mesenteric

circulation leads us to the use of the radiologists consensus as the gold-standard instead of the level of vascular ligation described by the surgeon.

Prevot et al. evaluated both the correlation of the level of ligation and the mean length of the stump of the IMA.⁽¹¹⁾ The radio-surgical correlation of the level of IMA ligation was 41% in patients with sigmoid colon cancer.⁽¹¹⁾ Our study adopted different criteria in assessing radio-surgical correlation. Of note, we studied both the IMA and IMV of patients with left colon and rectal cancer. We observed a radio-surgical correlation of 68.4% for the level of IMA ligation ($\kappa=0.431$; $p<0.0001$) and 64.3% for the IMV ($\kappa=0.326$; $p<0.0001$). The low correlation rate between surgeons and radiologists could be attributed to intraoperative difficulties in recognizing the anatomy of the inferior mesenteric vessels⁽¹¹⁾. In open surgery, the difficulty could be due to anatomic variants and/or incomplete dissection of the inferior mesenteric vessels along their entire course. In laparoscopic surgery, proper identification of the anatomy of the inferior mesenteric vessels requires advanced surgical skills and may be affected by the lack of depth perception and the narrow view of the surgical field.⁽²³⁻²⁴⁾ Complete dissection of the inferior mesenteric vessels, i.e., from its origin to its first branch, could be the only way to ensure correct identification of the level of ligation.

The most frequent error observed in our study was the overestimation of the level of vascular ligation by the surgeons, which is consistent with the findings of other authors¹¹. We attribute this error to the unfamiliarity with the patient's vascular anatomy prior to the procedure, incomplete skeletonization of the inferior mesenteric vessels during surgery, and natural trend of the surgeons to overstate their own performance. Higher radio-surgical correlation was observed in patients who had low ligation. In Japan, high ligation of the inferior mesenteric vessels is recommended for patients with left colon and rectal cancer⁽²⁵⁾, except for those with tumor invasion restricted to the muscular layer (cT1-2) and without lymph node metastasis (cN0) during preoperative staging. In the Western World, the level of ligation of the inferior mesenteric vessels is more liberal. It is decided individually by the surgeon, according to personal preference, the patient's clinical characteristics, and the stage of the disease.^(20,26-27) In our hospital, most of the surgeons adopt the low ligation as the standard practice (71.2% for cases of IMA ligation and 81.7% for IMV ligation). The vast experience of the participating surgeons in performing low ligation of the inferior mesenteric vessels could be the main reason for the good radio-surgical correlation in this study.

Preservation of the IMA was significantly associated with operations performed by general surgeons. The higher number of cases of IMA preservation in patients with left colon

cancer or those who had left hemicolectomy was because of, respectively, the tumor location and the procedure, which is most frequently performed by surgeons who did not specialize in colorectal surgery. Moreover, these findings could also be related to differences in both surgical and oncological outcomes by colorectal surgeons and general surgeons, as previously reported²⁸.

To evaluate the effect of patient-, CT scan-, and surgeon-related factors on radio-surgical correlation of the level of ligation of the inferior mesenteric vessels, we conducted a univariate analysis of patient's characteristics. The absence of the arterial phase, which is considered the standard for vascular anatomy evaluation in CT scan, was not associated with radio-surgical correlation of the level of ligation of both the IMA and IMV. The correlation of the level of ligation of the IMV was higher in patients pathologically staged as N1 than in N0 or N2. However, this finding has yet to be clarified.

Lymphadenectomy in CRC may involve resection of numerous lymph nodes for accurate tumor staging.⁽²⁹⁾ Maximizing lymph node harvesting may include dissection of lymph nodes situated between the origin of the IMA and the LCA (apical lymph nodes).^(5,30-32) Several authors analyzed the relationship between the level of IMA ligation and the number of lymph nodes harvested. However, the relationship remains uncertain. While some studies showed a higher number of lymph nodes harvested in patients with high ligation, a strong body of evidence^(15,18,33), including systematic reviews and meta-analyses⁽³⁴⁻³⁵⁾, revealed otherwise. We did not observe differences in the mean number of lymph nodes harvested from patients with high ligation, low ligation, and IMA preservation.

In previous studies, metastases in the apical lymph nodes occurred in 8.5 and 4–4.2% of patients with left colon and rectal cancer, respectively.⁽³⁶⁻³⁷⁾ Apical lymph node involvement strongly suggests the occurrence of systemic disease, and similar to stage IV disease, it is associated with 5-year survival rates.⁽³⁸⁻³⁹⁾ In this study, metastases in the apical lymph nodes were not a variable in the group of patients who had high ligation of IMA. Notwithstanding, we did not observe an association between the level of IMA ligation and the mean ratio of positive lymph nodes or proportion of node-positive patients, which are the two factors related to poor prognosis of patients with CRC.⁽³³⁾

Another question that remains unanswered is the potential oncological effect of the level of ligation of the inferior mesenteric vessels. Although most authors have shown no benefit associated with high ligation^(3-4,8,14,16-17,19-22,35), opposite results have been presented in

other studies.^(30,32) In our cohort, we did not observe any association between the level of ligation of the inferior mesenteric vessels and survival rates.

Our study has some limitations. The retrospective design and the preference of the majority of participating surgeons to perform low ligation of the inferior mesenteric vessels prevented the appropriate comparison of two groups with a similar number of patients. The small sample of patients and the short mean time of postoperative follow-up limited the survival analysis. Despite these limitations, our study has several strengths. This is the first study that evaluated the level of ligation of the inferior mesenteric vessels in both left colon and rectal cancer patients. The comparison of the pre- and postoperative MDCT-MIP images by two independent and blinded radiologists assured the identification of the exact level of ligation of the inferior mesenteric vessels, thereby reinforcing the internal validity of the study. The very good agreement between radiologists, in assessing both the level of ligation and the anatomy of the inferior mesenteric vessels, proved the reliability of the use of MDCT-MIP. Finally, the outstanding performance of MDCT-MIP in assessing the anatomy of the inferior mesenteric vessels may be useful for preoperative navigation and surgical planning in selected cases of left colon and rectal cancer resection.

7.5 Conclusion

Multidetector computed tomography with maximum intensity of projection is a reliable method for assessing the level of ligation and the anatomy of the inferior mesenteric vessels in patients with left colon and rectal cancer. The level of ligation of the inferior mesenteric artery and vein was correctly identified in 68.4 and 64.3% of the cases, respectively, and the level of ligation of the inferior mesenteric artery was not associated with the number of lymph nodes harvested as well as the survival rates.

Acknowledgements: The authors thank Daniela Benzano for her contribution to the statistical analysis.

7.6 References

1. Moynihan BG. The surgical treatment of cancer of the sigmoid flexure and rectum. *Surg Gynecol Obstet* 1908;6:463-6.
2. Miles WE. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon (1908). *CA Cancer J Clin* 1971 Nov-Dec;21(6):361-4.
3. Lange MM, Buunen M, van de Velde CJ, Lange JF. Level of arterial ligation in rectal cancer surgery: low tie preferred over high tie: a review. *Dis Colon Rectum* 2008 Jul;51(7):1139-45.
4. Titu LV, Tweedle E, Rooney PS. High tie of the inferior mesenteric artery in curative surgery for the left colonic and rectal cancers: a systematic review. *Dig Surg* 2008;25(2):148-157.
5. Chin CC, Yeh CY, Tang R, Changchien CR, Huang WS, Wang JY. The oncologic benefit of high ligation of the inferior mesenteric artery in the surgical treatment of rectal or sigmoid colon cancer. *Int J Colorectal Dis* 2008 Aug;23(8):783-8.
6. Lowry AC, Simmang CL, Boulos P, Farmer KC, Finan PJ, Hyman N, Killingback M, Lubowski DZ, Moore R, Penfold C, Savoca P, Stitz R, Tjandra JJ; American Society of Colon and Rectal Surgeons; Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland; Coloproctology Surgical Society of Australia. Consensus statement of definitions for anorectal physiology and rectal cancer. *Colorectal Dis* 2001 Jul;3(4):272-5.
7. Bruch HP, Schwandner O, Schiedeck TH, Roblick UJ. Actual standards and controversies on operative technique and lymph node dissection in colorectal cancer. *Langenbecks Arch Surg* 1999 Apr;384(2):167-75.
8. Pezim ME, Nicholls RJ. Survival after high or low ligation of the inferior mesenteric artery during curative surgery for rectal cancer. *Ann Surg* 1984 Dec;200(6):729-33.
9. Dobrowolski S, Hać S, Kobiela J, Sledziński Z. Should we preserve the inferior mesenteric artery during sigmoid colectomy? *Neurogastroenterol Motil* 2009 Dec;21(12):1288-e123.
10. Seike K, Koda K, Saito N, Oda K, Kosugi C, Shimizu K, Miyazaki M. Laser Doppler assessment of the influence of division at the root of the inferior mesenteric artery on anastomotic blood flow in rectosigmoid cancer surgery. *Int J Colorectal Dis* 2007 Jun;22:689-97.

11. Prevot F, Sabbagh C, Deguines JB, Potier A, Cosse C, Yzet T, Regimbeau JM. Are there any surgical and radiological correlations to the levels of ligation of the inferior mesenteric artery after sigmoidectomy for cancer. *Ann Anat* 2013 Oct;195(5):467-74.
12. Ohtani H, Ohta K, Arimoto Y, Kim EC, Oba H, Adachi K, Terakawa S, Tsubakimoto M. Three-dimensional computed tomography in laparoscopic surgery for colorectal carcinoma. *World J Gastroenterol* 2005 Nov;11(44):6932-5.
13. Yada H, Sawai K, Taniguchi H, Hoshima M, Katoh M, Takahashi T. Analysis of vascular anatomy and lymph node metastases warrants radical segmental bowel resection for colon cancer. *World J Surg* 1997 Jan;21(1):109-15.
14. Charan I, Kappor A, Singhal MK, Jagawat N, Bhavsar D, Jain V, Kumar V, Kumar HS. High ligation of inferior mesenteric artery in left colonic and rectal cancers: lymph node yield and survival benefit. *Indian J Surg* 2015 Dec;77(Suppl 3):1103-8.
15. Hinoi T, Okajima M, Shimomura M, Egi H, Ohdan H, Konishi F, Sugihara K, Watanabe M. Effect of left colonic artery preservation on anastomotic leakage in laparoscopic anterior resection for middle and low rectal cancer. *World J Surg* 2013 Dec;37(12):2935-43.
16. Yasuda K, Kawai K, Ishihara S, Muroto K, Otani K, Nishikawa T, Tanaka T, Kiyomatsu T, Hata K, Nozawa H, Yamaguchi H, Aoki S, Mishima H, Maruyama T, Sako A, Watanabe T. Level of arterial ligation in sigmoid colon and rectal cancer surgery. *World J Surg Oncol* 2016;14:99.
17. Adachi Y, Inomata M, Miyazaki N, Sato K, Shiraishi N, Kitano S. Distribution of lymph node metastasis and level of inferior mesenteric artery ligation in colorectal cancer. *J Clin Gastroenterol* 1998 Apr;26(3):179-82.
18. Rutegård M, Hemmingsson O, Matthiessen P, Rutegård J. High tie in anterior resection for rectal cancer confers no increased risk of anastomotic leakage. *Brit J Surg* 2012 Jan;99(1):127-2.
19. Surtees P, Ritchie JK, Phillips RK. High versus low ligation of the inferior mesenteric artery in rectal cancer. *Br J Surg* 1990 Jan;77(6):6118-21.
20. Slanetz CA Jr, Grimson R. Effect of high and intermediate ligation on survival and recurrence rates following curative resection of colorectal cancer. *Dis Colon Rectum* 1997 Oct;40(10):1205-18.

21. Fazio S, Ciferri E, Giacchino P, Papadia F, Mariani F, Rovida S, Bondanza GS, Gazzaniga GM. Cancer of the rectum: comparison of two different surgical approaches. *Chir Ital* 2004 Jan-Feb;56(1):23-30.
22. Zong XY, Shi YQ. An audit of outcomes in colorectal cancer in China. *Eur J Surg Oncol* 2007 Mar;33(2):169-73.
23. Murono K, Kawai K, Kazama S, Ishihara S, Yamaguchi H, Sunami E, Kitayama J, Watanabe T. Anatomy of the inferior mesenteric artery evaluated using 3-dimensional CT angiography. *Dis Colon Rectum* 2015 Feb;58(2):214-9.
24. Guraya SY. Optimum level of inferior mesenteric artery ligation for the left sided colorectal cancer: systematic review for high and low ligation continuum. *Saudi Med J* 2016 Jul;37(7):731-6.
25. Watanabe T, Itabashi M, Shimada Y, et al.; Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum. Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum (JSCCR) guidelines 2014 for the treatment of colorectal cancer. *Int J Clin Oncol* 2015;20(2):207-39.
26. Monson JR, Weiser MR, Buie WD, Rafferty J; Standards Practice Task Force of the American Society of Colon and Rectal Surgeons. Practice parameters for the management of rectal cancer (revised). *Dis Colon Rectum* 2013 May;56(5):535-50.
27. Rouffet F, Hay JM, Vacher B, Fingerhut A, Elhadad A, Flamant Y, Mathon C, Gainant A. Curative resection for the left colonic carcinoma: hemicolectomy vs. segmental colectomy: a prospective, controlled, multicenter trial: French Association for Surgical Research. *Dis Colon Rectum* 1994 Jul;37(7):651-9.
28. Anwar S, Fraser S, Hill J. Surgical specialization and training: its relation to clinical outcome for colorectal cancer surgery. *J Eval Clin Pract* 2012;18(1):5-11.
29. Kim YW, Kim NK, Min BS, Lee KY, Sohn SK, Cho CH. The influence of the number of retrieved lymph nodes on staging and survival in patients with stage II and III rectal cancer undergoing tumor-specific mesorectal excision. *Ann Surg* 2009 Jun;249(6):965-72.
30. Kanemitsu Y, Hirai T, Komori K, Kato T. Survival benefit of high ligation of the inferior mesenteric artery in sigmoid colon or rectal cancer surgery. *Br J Surg* 2006 Mar;93(5):609-15.
31. Chen SC, Song XM, Chen ZH, Li MZ, He YL, Zhan WH. [Role of different ligation of the inferior mesenteric artery in sigmoid colon or rectal cancer surgery: a meta-analysis]. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi* 2010 Sep;13(9):674-7. Article in Chinese.

32. Hida J, Okuno K. High ligation of the inferior mesenteric artery in rectal cancer surgery. *Surg Today* 2013;43(1):8-19.
33. Zhang MR, Xie TH, Chi JL, Li Y, Yang L, Yu YY, Sun XF, Zhou ZG. Prognostic role of the lymph node ratio in node positive colorectal cancer: a meta-analysis. *Oncotarget* 2016 Nov;7(45):72898-907.
34. Yang Y, Wang G, He J, Zhang J, Xi J, Wang F. High tie versus low tie of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer: a meta-analysis. *Int J Surg* 2018 Apr;52:20-4.
35. Fan YC, Ning FL, Zhang CD, Dai DQ. Preservation versus non-preservation of left colic artery in sigmoid and rectal cancer surgery: a meta-analysis. *Int J Surg* 2018 Apr;52:269-77.
36. Rao X, Zhang J, Liu T, Wu Y, Jiang Y, Wang P, Chen G, Pan Y, Wu T, Liu Y, Wan Y, Huang S, Wang X. Prognostic value of inferior mesenteric artery lymph node metastasis in cancer of the descending colon, sigmoid colon and rectum. *Colorectal Dis* 2018 Jun;20(6):O135-O142.
37. Sindhu RSN, Natesh B, Rajan R, Shanavas K, Sukumaran G, Gayathri LK. Low-tie IMA and selective D3 lymph node sampling in laparoscopic rectal resection for carcinoma rectum: comparison of surgical and oncological outcomes with the open technique. *J Gastrointest Oncol* 2017 Oct;8(5):850-7.
38. Malassagne B, Valleur P, Serra J, Sarnacki S, Galian A, Hoang C, Hautefeuille P. Relationship of apical lymph node involvement to survival in resected colon carcinoma. *Dis Colon Rectum* 1993 Jul;36(7):645-53.
39. Kim JC, Lee KH, Yu CS, Kim HC, Kim JR, Chang HM, Kim JH, Kim JS, Kim TW. The clinicopathological significance of inferior mesenteric lymph node metastasis in colorectal cancer. *Eur J Surg Oncol* 2004 Apr;30(3):271-9.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada a relevância científica do conhecimento sobre CCR, este é o primeiro estudo que avaliou a correlação entre o nível de ligadura vascular descrita pelo cirurgião e àquele observado pelo radiologista através do uso de TC em pacientes com câncer no reto.

Este estudo demonstrou que o nível de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores é corretamente identificado pelo cirurgião em cerca de dois terços dos casos. As maiores taxas de correlação foram observadas nos pacientes submetidos à ligadura baixa. O nível de ligadura da AMI não demonstrou estar associado ao número de linfonodos removidos na cirurgia nem às taxas de sobrevida.

A TC com o uso da ferramenta MIP mostrou ser um método confiável e reproduzível para demonstrar os níveis de ligadura dos vasos mesentéricos inferiores, bem como os padrões de ramificação da AMI e seus trajetos vasculares.

Salienta-se o papel do médico radiologista no contexto do paciente com CCR, não apenas no estadiamento e acompanhamento oncológicos (funções bem estabelecidas na prática clínica), como também no planejamento cirúrgico especialmente no que se refere ao detalhamento da vascularização mesentérica inferior.

Fica, assim, a certeza de que a multidisciplinaridade no manejo do CCR pode aprimorar os desfechos dos pacientes.

9. ANEXOS

9.1 Anexo I

Nome: _____

Prontuário: _____

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E EPIDEMIOLÓGICAS

Gênero Masculino Feminino

Raça Caucasiana Afro-descendente

Data Nascimento: ____ / ____ / _____

Peso: ____ Kg

Estatura: ____ cm

ASA I II III IV V

Cirurgia abdominal prévia Sim Não

Local do tumor Cólon esquerdo Reto

Tratamento neoadjuvante Sim Não

Tratamento adjuvante Sim Não

Segmento do tumor Cólon descendente

Cólon sigmóide

Reto

CARACTERÍSTICAS ANATOMOPATOLÓGICAS

Estádio T is I II III IVa IVb

Estádio N 0 1a 1b 1c 2a 2b

Amostra linfonodal: _____ linfonodos

Índice linfonodal: _____ %

CARACTERÍSTICAS CIRÚRGICAS

- Especialização do cirurgião** Coloproctologista Geral
- Acesso cirúrgico** Laparotômico Laparoscópico
- Caráter da cirurgia** Eletiva Urgência
- Caráter da ressecção** Curativa Paliativa
- Tipo de ressecção** Colectomia esquerda
 Sigmoidectomia
 Retossigmoidectomia
 Amputação abdominoperineal do reto
- Abordagem vascular** Medial-lateral Lateral-medial

DESCRIÇÃO CIRÚRGICA

Nível de ligadura arterial mesentérica inferior

- Alta Baixa Não ligada

Nível de ligadura venosa mesentérica inferior

- Alta Baixa Não ligada

9.2 Anexo II

ACHADOS DA TOMOGRAFIA PRÉ-OPERATÒRIA

Observador: () 1 () 2

Nome: _____

Prontuário: _____

Características Tomográficas:

Fase arterial: () Sim () Não

Fase venosa: () Sim () Não

Padrão de bifurcação da AMI:

() Tipo I: ACE independente da AS

() Tipo II: ACE e AS originam-se no mesmo local

() Tipo III: ACE e AS originam-se em tronco comum

() Tipo IV: ACE ausente

Posição entre a ACE e a VMI ao nível da origem na AMI:

() Tipo A: ACE está medial à VMI

() Tipo B: ACE está lateral à VMI

Padrão de intersecção entre a ACE e a VMI:

() ACE cruza anteriormente à VMI

() ACE cruza posteriormente à VMI

ACHADOS DA TOMOGRAFIA PÓS-OPERATÒRIA

Características Tomográficas:

Fase arterial: () Sim () Não

Fase venosa: () Sim () Não

Nível de ligadura arterial mesentérica inferior

() Alta () Baixa () Não ligada

Nível de ligadura venosa mesentérica inferior

() Alta () Baixa () Não ligada