

O estado da arte da PET/RM para a avaliação do câncer retal

State of the art of PET/MRI for rectal cancer assessment

Caroline Lorenzoni Almeida Ghezzi^{1,2,a}, Aline Spader Casagrande^{1,2,b}, Tiago Leal Ghezzi^{1,c}

O câncer de reto apresenta desafios diagnósticos e terapêuticos relevantes, especialmente os tumores localmente avançados. O estadiamento TNM acurado é essencial para o planejamento individualizado, orientando a escolha do tratamento primário, incluindo a intenção curativa ou paliativa da cirurgia e a indicação de terapias adicionais, enquanto o seu subestadiamento ou superestadiamento podem impactar significativamente no manejo e no prognóstico do paciente.

A imagem desempenha um papel fundamental na avaliação pré-operatória, permitindo a avaliação do tumor primário, linfonodopatia regional e a detecção de metástases a distância. Conforme a última diretriz da National Comprehensive Cancer Network (NCCN)⁽¹⁾, a imagem pré-operatória para câncer retal inclui ressonância magnética (RM) da pelve, RM ou tomografia computadorizada (TC) do abdome superior e TC de tórax.

A RM da pelve é considerada a principal modalidade de imagem no planejamento terapêutico e predição prognóstica dos pacientes com câncer de reto, permitindo a avaliação da profundidade da invasão tumoral e da ocorrência de comprometimento dos linfonodos mesorretais e pélvicos laterais, além de proporcionar imagens anatômicas precisas das estruturas pélvicas, incluindo a fáscia mesorretal, prevendo o comprometimento da margem de ressecção circunferencial, a presença de invasão venosa extramural e depósito tumoral no mesorreto. A RM, portanto, fornece informações essenciais para a tomada de decisão individualizada.

A RM demonstrou elevada acurácia na predição do estadiamento inicial do câncer de reto⁽²⁾, com padronização dos protocolos de imagem por RM, conforme o consenso proposto pela European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology⁽³⁾. A avaliação da resposta ao tratamento neoadjuvante e reestadiamento por RM da pelve também é validada por atualização desse consenso e necessária para o planejamento terapêutico⁽⁴⁾. Com o uso de técnicas avançadas, tem a capacidade de avaliar a celularidade por meio de imagens ponderadas por difusão (DWI) e a perfusão tecidual pelo estudo dinâmico com

contraste (DCE), sendo o exame de escolha conforme a diretriz da NCCN também neste cenário.

Além da investigação local da doença pélvica na neoplasia de reto, a avaliação de doença a distância é essencial, uma vez que, em determinados casos, pode haver indicação de tratamento cirúrgico mesmo na presença de metástases. As localizações mais comuns de disseminação hematogênica no câncer colorretal são o fígado e os pulmões. Metástases pulmonares ocorrem em aproximadamente 4% a 9% dos pacientes com câncer colorretal⁽⁵⁾, enquanto metástases hepáticas sincrônicas estão presentes em cerca de 20% a 34% dos casos, conforme demonstrado em estudo prévio⁽⁶⁾.

Segundo o último consenso da NCCN⁽¹⁾, a PET/CT FDG é somente indicada em casos específicos, como investigação de doença residual não detectada por métodos convencionais, caracterização de lesões indeterminadas, avaliação de doença metastática potencialmente curável, investigação de doença metastática extra-hepática em pacientes com metástase hepática reconhecida e estadiamento de pacientes com alto risco de metástases, como os com invasão venosa extramural ou antígeno carcinoembrionário sérico elevado.

O artigo "State of the art of PET/MRI for rectal cancer: the added value to conventional imaging"⁽⁷⁾, publicado na **Radiologia Brasileira**, aborda uma modalidade em desenvolvimento, ainda não incluída nas diretrizes atuais, constituindo uma técnica híbrida de imagem. A técnica combina a avaliação metabólica da PET com a resolução anatômica superior da RM, permitindo a análise simultânea da morfologia e da atividade metabólica tumoral, reduzindo o tempo total de exame pela aquisição simultânea e a exposição à radiação em comparação à PET/CT e à TC.

Apesar do potencial promissor da PET/MRI no estadiamento e na avaliação da resposta ao tratamento do câncer retal, sua implementação clínica ainda é limitada pela falta de protocolos padronizados, baixa disponibilidade e poucos estudos de validação. A variabilidade nas sequências de RM, nos parâmetros de aquisição da PET, no uso de contraste e nas técnicas funcionais (como DWI e DCE) dificultam a comparação de resultados entre estudos e a aplicação prática. Além disso, a PET/RM apresenta sensibilidade reduzida na detecção de nódulos pulmonares menores que 5 mm, quando comparada

1. Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS, Brasil. 2. Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, RS, Brasil.

Correspondência: Dra. Caroline Lorenzoni Almeida Ghezzi. E-mail: carolinelo-renzoni@gmail.com.

a. <https://orcid.org/0000-0001-6275-6119>; b. <https://orcid.org/0000-0003-4012-9012>; c. <https://orcid.org/0000-0001-6738-3454>.

à TC de tórax e à PET/CT, limitando a avaliação completa da doença metastática⁽⁸⁾.

Estudos multicêntricos e prospectivos são essenciais para determinar os parâmetros ideais de aquisição e reconstrução para PET/MRI em câncer retal, validar biomarcadores metabólicos e funcionais que possam prever resposta ao tratamento e prognóstico e comparar diretamente PET/MRI com métodos convencionais (RM pélvica, TC torácica/abdominal e PET/CT) para definir indicações clínicas precisas.

A padronização desses protocolos é fundamental para permitir a integração futura da PET/MRI em diretrizes clínicas, fornecendo um instrumento robusto para um planejamento individualizado e decisão terapêutica em câncer retal.

As perspectivas futuras da PET/MRI no câncer retal são promissoras. A combinação de PET/MRI com sequências funcionais avançadas (DWI, DCE) permite avaliar simultaneamente morfologia e metabolismo tumoral, otimizando o planejamento cirúrgico e possibilitando ajustes adaptativos na terapia.

Na imagem FDG-PET, as limitações do valor de captação padronizado — usado como parâmetro semiquantitativo para medir a concentração do radiofármaco no tecido e identificar tecido neoplásico — podem ser superadas por parâmetros volumétricos da FDG-PET/MRI, como o volume metabólico tumoral e a glicólise total da lesão, que refletem a atividade metabólica de toda a massa tumoral⁽⁹⁾.

O futuro da PET/MRI reside na integração de radiômica, inteligência artificial e novos radiotraçadores, como PET FAPI. A radiômica permite extrair características quantitativas complexas das imagens, enquanto a inteligência artificial correlaciona esses dados com desfechos clínicos, permitindo a estratificação de risco, a predição de resposta ao tratamento e o suporte à decisão terapêutica personalizada. Além da FDG, os desenvolvimentos recentes da PET/MRI incluem a utilização de outros radiotraçadores, como a PET FAPI, direcionado aos

fibroblastos ativados da matriz tumoral (*fibroblast activation protein* – FAP). O câncer colorretal apresenta alta expressão de FAP, característica que favorece a aplicação desse radiotraçador. A PET FAPI permite visualizar o estroma tumoral, fornecendo informações complementares às imagens metabólicas da FDG, aumentando a sensibilidade na detecção de lesões primárias, invasão local e metástases. Além disso, oferece novos biomarcadores de resposta à terapia neoadjuvante e potencialmente identifica áreas de atividade estromal persistente associadas a maior risco de recorrência⁽¹⁰⁾.

REFERÊNCIAS

1. Benson AB, Venook AP, Al-Hawary MM, et al. Rectal Cancer, Version 2.2022, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. J Natl Compr Canc Netw. 2022;20:1139–67.
2. Faletti R, Gatti M, Arezzo A, et al. Preoperative staging of rectal cancer using magnetic resonance imaging: comparison with pathological staging. Minerva Chir. 2018;73:13–9.
3. Beets-Tan RGH, Lambregts DMJ, Maas M, et al. Magnetic resonance imaging for the clinical management of rectal cancer patients: recommendations from the 2012 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. Eur Radiol. 2013;23:2522–31.
4. Beets-Tan RGH, Lambregts DMJ, Maas M, et al. Magnetic resonance imaging for clinical management of rectal cancer: updated recommendations from the 2016 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. Eur Radiol. 2018;28:1465–75.
5. Qiu M, Hu J, Yang D, et al. Pattern of distant metastases in colorectal cancer: a SEER based study. Oncotarget. 2015;6:38658–66.
6. Wang Y, Zhong X, He X, et al. Liver metastasis from colorectal cancer: pathogenetic development, immune landscape of the tumour microenvironment and therapeutic approaches. J Exp Clin Cancer Res. 2023;42:177.
7. Zampieri PF, Hernandez DBG, Albenda DAG, et al. State of the art of PET/MRI for rectal cancer assessment: the added value to conventional imaging. Radiol Bras. 2025;58:20250060.
8. Biodetti P, Vangel MG, Lahoud RM, et al. PET/MRI assessment of lung nodules in primary abdominal malignancies: sensitivity and outcome analysis. J Nucl Med Mol Imaging. 2001;48:1976–86.
9. Lo HZ, Choy KT, Kong JCH. FDG-PET/MRI in colorectal cancer care: an updated systematic review. Abdom Radiol (NY). 2025;50:49–63.
10. Moradpour M, Al-Daoud O, Werner T, et al. Role of FAPI PET/CT in the management of colorectal cancer. Journal of Nuclear Medicine. 2024;65(supplement 2):241575.

