



VIII 腹部領域における核医学のトピックと技術

1. 臨床編：腹部領域における核医学のトピック 3) 前立腺がんの核医学診断と PSMA治療の現状と将来展望

森 博史 金沢大学附属病院核医学診療科

前立腺がんの主な核医学検査には、骨シンチグラフィ、ソマトスタチン受容体シンチグラフィ、FDG-PETが挙げられ、2025年にはPSMA-PETが臨床導入された。PSMAはprostate-specific membrane antigenの略で、前立腺特異的膜抗原と訳される¹⁾。前立腺がん細胞で高発現しており、前立腺がんの核医学診断や治療に応用されている。代表的なものに⁶⁸Ga-PSMA-11-PETや¹⁷⁷Lu-PSMA-RLT (radioligand therapy：放射性リガンド療法)があり、従来検査や治療に対する優位性が報告されている。本邦では、2025(令和7)年11月から保険診療で用いることができる薬剤が使用可能となり、前立腺がんの診療において、核医学検査や治療はますます重要な役割を担うと考えられる。

PSMAについて

PSMAは、ヒト前立腺がん細胞株(LNCaP)から同定され、発見当初は前立腺や前立腺がんの特異的な糖タンパク質と考えられていたため、PSMAと名づけられた²⁾。PSMAは、正常前立腺細胞と比較して、前立腺がん細胞において10～最大1000倍程度高発現し、mRNAレベルでも10～100倍の発現増加が報告されている^{3)～5)}。PSMA発現は、前立腺がんや前立腺以外の臓器(涙腺、唾液腺、十二指腸、大腸、腎臓など)にも見られ、食事由来の葉酸の処理と吸収、グルタミン酸シグナルの出力を調節する主要な役割を果たしている⁵⁾。前立腺がんにおけるPSMAの生物学的機能は解明されていないが、グルタミン酸をメッセンジャー分子として放出することで、前立腺がんにおけるPI3K-Aktシグナル伝達系の活性化に関与している可能性が示唆されている⁶⁾。その発現レベルは腫瘍の脱分化や去勢抵抗性ととも増加する可能性があるが、神経内分泌型前立腺がんではPSMA発現レベルが低下している可能性が示唆されている⁷⁾。PSMA発現に正の相関のある因子として、前立腺がんの病期、グリソンスコア、血中PSA値、生化学的再発、去勢抵抗性前立腺がんなどが挙げられている^{5), 8)～13)}。PSMAは前立腺がんにも密接に関係しており、共通の抗PSMA抗体やリガンドに、診断用核種あるいは治療用核種を結合させ

ることで、診断と治療が一体となった前立腺がんのセラノスティクスに応用されている。

⁶⁸Ga-PSMA-11を用いたPET画像について

PSMAリガンドにはPSMA-11、PSMA-I&T、DCFPyL、PSMA-1007などがあり、ガリウム68(⁶⁸Ga)やフッ素18(¹⁸F)が標識されたPSMA製剤は、PETによるPSMA発現病変の画像診断に用いられる。本邦では、「ロカメッツキット」(一般名：ゴゼトチド)と「ガリアファーム⁶⁸Ge/⁶⁸Gaジェネレータ」が2025年9月19日に製造販売承認を受け、同年11月12日に薬価収載後、ノバルティスファーマ社から販売され、⁶⁸Ga-PSMA-11を用いたPET検査が可能となった。

⁶⁸Ga-PSMA-11-PET画像では、涙腺、唾液腺、肝臓、脾臓、十二指腸～小腸に生理的集積を認める(図1)。¹⁸F-FDG-PET画像とは異なり、脳の生理的集積は見られないが、涙腺、唾液腺の生理的集積が目立つ。余剰の⁶⁸Ga-PSMA-11は腎臓、尿管、膀胱へ排泄され、周辺では病変を指摘しにくいことがあり、注意が必要である。前述のように、PSMAは前立腺がん以外の組織などにも発現していることがあるため、非典型的な集積が認められた場合には、良悪性鑑別を含めた慎重な解釈が必要である¹⁴⁾。

ロカメッツキットとガリアファーム⁶⁸Ge/⁶⁸Gaジェネレータを用いて調剤し