

IV BNCT開設予定施設・研究施設からの報告

4. 湘南鎌倉総合病院先端医療センターに導入される静電型加速器ベースBNCT

後藤 紳一
井上登美夫

湘南鎌倉総合病院先端医療センター医学物理室長

湘南鎌倉総合病院先端医療センターセンター長

近年、放射線治療は機器の高精度化に伴い、標的体積への集光照射、つまり、画像診断で確認できる標的体積のみへ放射線を集中させるという手法がトレンドとなっている。この手法のメリットは正常組織の副作用軽減だが、デメリットとして腫瘍近傍や周囲の隠れたがん細胞には照射されない点が挙げられる。このことは、近年の高精度化した放射線治療のピットフォールとも言える。

本稿では、最先端の放射線治療であるホウ素中性子捕捉療法 (boron neutron capture therapy: BNCT) について、湘南鎌倉総合病院先端医療センターの加速器BNCTシステム [nuBeam System] (Neutron Therapeutics社製: 以下、NTI社) を中心に紹介する。

先端医療センター

当センターに設置される放射線治療装置は、2台のトモセラピー X線治療装置、スポット・スキヤニング陽子線治療



図1 湘南鎌倉総合病院と当センターの概要
湘南鎌倉総合病院は658床の許可病床を持つ総合病院である。がん放射線治療を行う施設は先端医療センターとして病院に併設され(黄色の矢印)、2021年2月末に施設の引き渡しが予定されている。

装置、BNCT治療装置と高線量率イリジウムリモートアフターローディングシステム (RALS) が設置される予定となっている。画像診断機器としては、PET/CT、SPECT/CT、MRI、CTが準備されている。このほかにも、 α 線核種によるがん治療の基礎的研究ができる核医学の研究エリアも作られる。また、化学療法室や検診エリア、教育センターなど同じセンター内に設置される(図1)。

ホウ素中性子捕捉療法

BNCTでは、腫瘍に取り込まれたホウ素 [ポロファラン (^{10}B)] に対して熱中性子を照射する。この際のホウ素と熱中性子の核反応により得られる短飛程の粒子線を利用する放射線治療である。加速器照射口から射出される中性子は熱外中性子だが、人体内では熱中性子へと減速し、ホウ素との間で効果的な核反応を起こす。ここで生成される主な粒子線は、ヘリウムの原子核である α 線とリチウム7線である。この2つの粒子線は生物学的効果比 (RBE) がとても高く、抗腫瘍効果に優れており、さらに飛程が数マイクロメートルととても短飛程であるため、腫瘍外の正常組織への影響が軽微である。

ホウ素が存在しない部分では核反応を起こさないため、ほかの放射線治療に比べると正常組織へのダメージが圧倒的に少なくなる。また、腫瘍近傍や腫瘍周囲には画像診断では確認できない小さな

腫瘍組織が多く存在するが、これらにも熱中性子が照射され、2つの粒子線を放出する。そのため、これまでの放射線治療に比べて取りこぼしが少なくなる。

分子標的がん放射線治療

当センターでは、分子標的がん放射線治療を標榜する。そのため、全症例、必ず治療開始前にPET/CT検査を施行する。また、PET/CT検査は治療終了後の定期的なフォローアップ診断にも用いる。もちろんPET/CT検査が不得手とする造骨性骨転移症例では、CT検査や骨シンテグラフィを併用し、PET/CTで自然集積が多い脳や前立腺など、判別が困難な症例はMRI検査も併用する。

PET/CT検査の有用性

がん放射線治療を施行した患者の一定割合には、局所再発や遠隔転移が生じる。これは必然だが、PET/CTは全身撮像を行うため、局所再発や遠隔転移をより早く検出することができる。これにより、再発に対しても積極的かつ確かな根治的治療を行うことが可能となる。また、PET/CT画像を分析することで、手術により摘出しなくとも、がん細胞の進行状況が詳細にわかる。

がん細胞が複数存在する場合、主たるがん細胞のみを治療すると、ほかのがん細胞の増殖が進行することは周知の事実であり、放射線治療が高精度になっ