

放射線を利用した「がん」の発見と治療 —最先端医療—

(独)放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター

辻井博彦

(FNCA放射線治療プロジェクトリーダー)

わが国では、1981 年にがんが死亡原因の第1位となりました。それ以来、がんの死亡率は上昇し続け、現在は1年間に約30万人以上もの人ががんで亡くなっています。日本で1年間に亡くなる人の総数は約100万人ですから、だいたい3人に1人ががんで亡くなっていることとなります。がんの治療法は、手術、放射線治療、抗がん剤の3つがあります。そのうち手術と放射線治療は、からだの一部にあるがんを治す「局所治療」です。手術は、がんの治療法としていまなお中心的な役割を果たしていますが体への負担が大きく、患者が高齢化するにしたがい手術のできない人が増えてきます。

そこで注目されているのが放射線治療です。わが国では、放射線治療を受けている人は年間約13万人で、がんの患者の20～30%といわれています。しかし、米国での放射線治療の利用率が50～60%であることを考えると、まだまだ普及しているとはいえません。ここでは、がん治療における放射線治療の役割について紹介します。

1.放射線治療の歴史

1895年レントゲン博士が放射線を発見しました。X線の発見は当時大きな反響をもって迎えられ、翌年には鼻咽頭にできたがん放射線をあてたところ、痛みがやわらいたという記録が残っています。1899年には皮膚がんのX線治療が成功していますが、それ以来がん治療に積極的に用いられるようになりました。放射線を体の外から照射する方法は、体外照射(遠隔照射)と呼ばれます。一方、1898年にキュリー夫妻によりラジウムが発見されました。1901年からラジウムでがんを治療する試みがさかんに行われましたが、この治療法は現在では、他のアイソトープの利用とともに小線源治療と呼ばれています。

2.放射線治療の原理

放射線を照射すると、細胞は種々の程度の損傷を受けますが、分裂の盛んながんの細胞に多く作用することが知られています。つまり、適当な量の放射線をあてることによりがんの細胞だけを死滅させ、周辺の正常な細胞には影響を余り与えないで治療することができるのです。放射線療法は患者に与える負担が少なく、治療を受ける患者の年齢や体力などの制約も余りありません。治療後に機能が温存され、外見上の変化が少なく済むことも優れた点です。

放射線治療の副作用は、照射する部位によって異なります。たとえば、放射線をあてた部分の皮膚が日焼けしたようになり、頭に照射した場合には、脱毛を起こしたりすることもあります。また、放射線宿酔といって、特に腹部に放射線が当たったとき、吐き気や嘔吐なども時に見られます。これらの副作用は、照射後早い時期に起こる「早期反応」と呼ばれ、いずれも放射線治療が終われば回復するのがほとんどです。一方、「遅発性反応」といって、放射線を照射してから1、2年経ってから現れる副作用もあります。皮膚の場合は、色が白くなったり、潰瘍ができたり、また消化管の場合は出血が起こったりすることもあります。

副作用で大事なのは「遅発性反応」です。最近では、どのくらいの量の放射線を当てると何が起こるかわかっているため、遅発性反応を起こさないような照射が可能になっています。

3.最近の放射線治療

1950年代から、コバルト60のガンマ線を用いて、放射線をがんの部分に集中的に照射することができるようになりました。最近ではこのガンマ線は、ガンマナイフという装置に使われるようになってきました。現在、もっぱら体外照射に使われているのはリニアック(線形加速器)と呼ばれる装置です。リニアックの登場によって、定位放射線治療(SRT)や強度変調照射法(IMRT)と呼ばれ高精度照射法が開発され、からだのより深い部分にあるがんも安全に治療できるようになりました。定位放射線治療とは、さまざまな方向からがんのある部位に集中させて放射線をあてる方法で、強度変調照射法は、コンピュータの助けを借りて照射野内の放射線強度を部分的に変化させて腫瘍部分のみに放射線を集中する新技術です。これらは、放射線治療100年の歴史の中でも画期的な技術開発といえます。こういった放射線治療の進歩により、治療成績は大きく向上し、いままで治せなかったがんも治せるようになりました。

4.粒子線治療の登場

がんのタイプには扁平上皮がん、腺がんなどさまざまなものがあります。このうち腺がんは、扁平上皮がんよりも放射線がききにくいタイプで、肉腫や悪性黒色腫なども放射線が効きにくいがんです。こういったがんに対して、期待が寄せられているのが粒子線治療です。粒子線とは陽子線や炭素線のことです。最大の特徴は、粒子が体内で止まる直前に高い線量を与えることです。炭素線はさらに、生物効果がエックス線の2～3倍と、がんをたたく力が他の放射線に比べて強いために、これまでは治癒させることのむずかしかった肉腫や悪性黒色腫などの「放射線抵抗性がん」も効くと期待されています。

わが国で1994年、放射線医学総合研究所で重イオン治療施設(HIMAC)による治療が開始されました。2007年8月までに3,400人以上が治療され、頭頸部がん、前立腺がん、肝臓がん、肺がん、骨軟部腫瘍など多くの腫瘍に優れた効果があることが分かりました。

2003年11月からは、これらのがんに対して先進医療として承認を受け治療を行っています。

5.アジア地域における放射線治療の意義

わが国は、政府主導による「アジア原子力協力フォーラム(FNCA)」体制のもと、原子力の平和利用技術を根付かせるべく近隣アジア諸国に対して国際協力活動を展開しています。その中で、放射線・アイソトープの医学利用は、市民生活に最も身近な利用法で、目に見える成果を出しやすい分野でもあるため、これまで10年以上に亘ってアジア諸国に対して行ってきました。

現在、世界で最も患者数の多いのは肺癌(患者数135万人、死亡数118万人)で、次いで乳癌(患者数115万人、死亡数41万人)、胃癌(患者数93.4万人、死亡数70万人)、肝癌(患者数62.6万人、死亡数59.8万人)、および結腸・直腸(患者数102万人、死亡数52.9万人)と続きます。このなかで放射線治療の適応となる疾患は乳癌や肺癌などです。しかし、アジア途上国において、もっぱら放射線治療の適応となり、先進国よりも患者数が多いがんは、男性では上咽頭癌、女性では子宮癌が挙げられます。この2つの疾患に対する標準的治療法を確立することを目的として、わが国主導でFNCA活動を推進して来ました。最初は、子宮癌、上咽頭に対する標準的治療法を確立することを主眼においてきましたが、最近では、より高度な治療法として、化学療法と放射線療法の併用療法を行っているところで

6.画像診断

いろいろある検査法の中で、放射性同位元素(ラジオアイソトープ)といってガンマ線を放出する元素を利用した放射性薬剤を用いて検査を行うのが核医学診断です。核医学検査では、ごく微量の放射能をもつ放射性同位元素を用いて合成された放射性薬剤を患者さんに投与して検査を行います。放射性薬剤は一般に静脈内に注射されますが、薬剤の種類や検査目的によって経口で投与する方法や肺から吸入する方法など様々な方法があります。体内に投与された放射性薬剤はその生化学的性質に従って臓器や病気の組織に分布し、そこでガンマ線を周囲に放出しますので、その分布を体外から検出し画像化するのが核医学検査での画像診断です。

PET検査は、近年普及が著しい核医学検査のひとつです。PETでは陽電子(ポジトロン)を放出する放射性同位元素(これをポジトロン放出核種という)を用いて合成された放射性薬剤を投与して検査を行います。といってもPETは陽電子を直接検出するのではなく、陽電子が電子と結合して消滅するときに放出される一対のガンマ線(対向する2個のガンマ線)を検出します。

PET検査に用いられる代表的な放射性同位元素は ^{18}F (フッ素18)です。 ^{18}F は不安定で、

原子核から陽電子を放出し、核内の一つの陽子が中性子に変わり、安定な ^{10}B (ホウ素) になります。核から放出された陽電子は電子と結びつき、互いにほぼ反対方向に進む一対のガンマ線を生じます。この2個のガンマ線をほぼ同時に検出する装置が PET 装置です。がんの診断を目的とした PET 検査では ^{18}F -FDG (フルオロデオキシグルコース) という放射性薬剤が盛んに用いられていますが、これはぶどう糖の代謝を見ることができる薬剤です。多くのがんはエネルギー源としてぶどう糖を沢山利用しているため、FDG-PET 検査で明瞭に検出されます。

2000 年ごろから、米国を中心に PET 装置と CT 装置を合体させた PET/CT 装置が臨床利用されるようになりました。日本でも 2002 年から放医研で使用が始まり、現在 PET/CT 装置が普及し今ではおよそ 300 台になっています。