

## 前立腺がんに対する粒子線治療

放射線医学総合研究所重粒子医科学センター長

鎌田 正

(聞き手 池脇克則)

---

前立腺がんに対する粒子線治療について、粒子線治療の適応、効果また手術療法との優劣等をご教示ください。

<岡山県開業医>

---

**池脇** 鎌田先生、粒子線治療、しかも前立腺がんということなのですから、どのような治療か、基本的なところも含めて教えていただけますか。そもそも放射線治療というものがあって、そしてこの粒子線治療、粒子線とは何なのかということから教えてください。

**鎌田** 現在行われている粒子線の治療には大きく2つあります。一つは、いわゆる水素の原子核、これは陽子になるわけですが、これを加速してがんの治療を行う陽子線治療。それからもう一つ、私が専門にしているのですが、重粒子線治療というものがああります。

重粒子線治療はなぜ重粒子というのか、ただの粒子線ではなくて、「重」という言葉がついているのですけれども、

炭素の原子核、これを光の速さの約8割ぐらいまで加速して体の中に打ち込むというのが重粒子線治療というふうに呼ばれています。陽子に比べますと、重さが約12倍重いということになるわけです。そのために、陽子に比べますと幾つか特徴的な点があります。

**池脇** かなり重たいものを加速して直接ぶつけるというわけで、原子といいますが、原子核と電子で構成されていますが、この場合には原子核を使うということですね。

**鎌田** 原子核です。回りがある電子をはぎ取って原子核だけにして、そうしますと電荷を持ちますので、例えば電極のプラスとマイナスの間に置くとマイナスへ引かれていく、そういうことがあるのです。そういうものを利用して超高速に加速する。そのためには

専用の加速器が必要になります。私どもが使っている加速器は直径が40mぐらいあります。炭素という非常に重い粒子になりますから、小さな加速器ではなかなか加速がしづらいということがあります。

**池脇** 単純に陽子を加速するのに比べて、炭素、重たいものを加速してというのは難しいのでしょうか。

**鎌田** 難しいですね。陽子の加速器は大きく2つあります。どこかでお聞きになったことがあるかもしれませんが、サイクロトロンというものとシンクロトロンというものです。陽子の場合はこちらでも加速できるのです。比較的小さな、数mぐらいの大きさのもので加速が可能なのですけれども、重粒子の場合、炭素になりますと、サイクロトロンでの加速はかなり難しい。重さが数千トンないと深いところまで到達できないということがいわれています。

それに比べ、シンクロトロンを使いますと、比較的小型で、それでも今一番小さなものと、直径が20mぐらいのもので治療に使えるような加速器が完成しているところです。

**池脇** こんな質問をして失礼かもしれませんが、原子核をぶつけることによってがんを治療するという概念そのものがちょっと。

**鎌田** まさに粒子ですから、形があるわけです。実際には見えないのです

けれども、普通のX線は波といわれています。そういうものとは違って、本当に粒なのです。それが超高速を維持している間は周りにあまり影響を与えないで、すり抜けていくといったらちょっと変ですけども、体の中をすうっと抜けていくのです。そのすり抜けている間に、だんだんそのスピードは、周囲の原子と相互作用を起こして、少しずつエネルギーを失っていく。ある一定の深さ、これはもともと加速されたエネルギーによるのですけれども、ある一定の深さでそれが止まるという現象なのです。

これを飛程と呼んでいるのですけれども、これは陽子とか炭素の原子核、そういう荷電粒子には特徴的なことで、その停止するところで、いってみると、持っているエネルギーを一気に周囲に出してしまう。そこで爆発するという言い方はちょっと語弊があるかもしれませんが、そういう運動のエネルギーを全部周辺に放出して止まるということです。そのときに出されるエネルギーががん細胞を破壊することになります。

陽子に比べますと、炭素、重粒子の場合は、生物効果と私たちは呼んでいるのですけれども、生物効果が数倍強いといわれています。非常に強い生物効果を示すことになります。

**池脇** 従来の放射線治療ですと、がん組織に対しての効果だけではなくて、

周りの正常な組織に対しての副作用、そういったものはこういった治療ではだいぶ軽減されるのでしょうか。

**鎌田** 粒子が止まってくれますので、それより先に何か大事なものがあっても、そこには到達しない。もう一つは、最初に入っていくところ、ここには正常組織があるわけですが、そういうところでは、今申し上げましたように、あまり影響を与えないで、すり抜けていく。

ですから、ちょうどがんのある場所に一致したエネルギー、あるいは途中で体以外の吸収体を置いて深さを調節すると、そこだけに線量を集中できるということになります。それで周辺への影響が少ないということができると思います。

**池脇** 先生のセンターは日本でも最先端の施設とうかがっています。このような夢のような治療は患者さんのニーズも多いのではないかと思うのですが、どのように適応を決めているのでしょうか。

**鎌田** 私どもがこの治療を始めたのが今から19年前になります。その当時はどういう患者さんを治療するかというのが、ある意味ではあまりはっきりしていなかったわけです。

ですが、普通の放射線が効きづらいようなもの、線量を集中できますし、それから生物効果が非常に強いということで、いわゆる放射線抵抗性

の腫瘍、そういうものに適応があるのではないかとということで研究を始めています。

もう一つは、線量を集中できるという非常に優れた性質を持っているわけです。ということは、周辺への影響が少ないということになりますので、例えば通常の治療ですと、6週間ぐらいかけて少しずつ、線量を小分けにして、1日にちょっとずつかけるということを繰り返していく。これが従来のやり方だったのですが、線量を集中できるものですから、この治療期間をうんと短くできるのではないかと。

最初は長い期間やっていたのですが、そういうことが期待できますので、少しずつ期間を短くしていくような研究も、いわゆる通常、放射線抵抗性でないような腫瘍、そういうものに対してもチャレンジしてきたところなんです。

**池脇** 質問は、前立腺がんでの治療ということですが、この治療が前立腺において特に有効だということだけでなく、いろいろながんに対して応用されているわけでしょうか。

**鎌田** いわゆる肉腫だとか、これは放射線抵抗性の代表選手ですが、そういうものに対しても非常によく効くということがわかっています。肉腫の患者さんで、中には非常に進んだ、手術ができないような方が私どものところにおみえになるのですが、

そういう方も、昔は手術できないとい  
いながら、ほかに方法がないもので  
すから、整形外科の先生方がけっ  
こうチャレンジしていたのですが、最  
近は重粒子が非常によく効くもの  
ですから、そういう無理な治療とい  
いますか、無理な切除はもうやめ  
たと、そういうふうにおっしゃっ  
ている先生もいらっしゃるぐら  
いです。

**池脇** がんの種類によって粒子線の  
適応がある中で、ご質問にある前  
立腺がんに関しては、どうい  
う前立腺がんですらう適応がある  
のか、どういう効果が期待でき  
るか、このあたりはどうでし  
ょう。

**鎌田** 今、前立腺がんの治療は非  
常に多く、いろいろなものが行  
われています。手術も当然です  
けれども、ホルモンの治療とか、  
普通の放射線、あるいは小線源  
といっ放射性ヨードの刺入、  
そういうことが行われている  
わけです。

一番よい適応は、手術がちょっと  
難しかろう、例えば、前立腺から  
ちょっと外に、被膜外浸潤とい  
うのですけれども、飛び出して  
しまっているような前立腺がん  
はそういうものが第一選択にな  
るのかなと思っっています。実  
際によってみますと、非常に  
いい成績が現に出ているとい  
うことす。

**池脇** そうすると、手術との優劣  
といことすけれども、同じ土俵  
でどっちを選ぶかではなくて、  
従来の治療

をある程度優先しながら、あまり  
効果が期待できないところで  
こうい治療を考るといこと  
すでしょうか。

**鎌田** 基本はそうだと思っ  
ます。ただ、患者さんの体への  
負担が非常に少ないです  
から、例えば手術がちょっと  
心配だな、自信がないなとい  
う方などには非常にいい選  
択肢になっているのではない  
かと思っます。

**池脇** 問題は費用とかその  
あたりですが、現状、どう  
なんでしょうか。

**鎌田** 今、先進医療として  
この治療は行われていま  
して、残念ながら自己負担が  
約300万円ほどかかっ  
ています。ただ、最近  
はプライベートの保険、公  
的な保険ではなくて、一般の  
生命保険に付随するよ  
うなもので先進医療特約  
といものを利用されて  
いる方が多いのではない  
かと思っます。そうい  
うものを利用しますと、  
ほとんど自己負担は  
ないかたちでの治療  
を受けられるかと思  
います。

**池脇** 近くにそうい施設  
があるのだろうかと思  
いの先生もいらっしゃる  
と思っますけれども、  
日本全国、ある程度  
そうい組織はある  
のでしうか。

**鎌田** 重粒子線治療  
に関して申し上げれば、  
現在、治療できる  
施設が、千葉にあり  
ます我々の放射線  
医学総合研究所、  
それから群馬大  
学、それともう  
一つ、佐賀県  
の鳥栖に最近  
施設ができて  
いまして、  
そこでも前立  
腺がんをた

くさん治療しています。兵庫県にも実は炭素の施設、重粒子の施設があるのですけれども、そこは若干、持っている装置の粒子の加速エネルギーが低い

ものですから、炭素、重粒子では治療ができなくて、現在、陽子線での治療を行っているところです。

**池脇** ありがとうございました。