

放射線科学

重粒子線治療

石垣 武男

悪性腫瘍はわが国において死亡率の第一を占めています。がんの治療には手術、放射線治療、抗がん剤によるものがあり、それぞれ単独または併用で用いられることによりその治療成績も以前にくらべて一段と向上しています。

このうち放射線治療は患者さんに侵襲を加えないという点で優れた治療法であることはこの健康文化にも紹介しました。しかしながら、通常使用されているリニアック（直線加速器）によるX線照射では治療効果に限界があります。放射線を人体に照射しますと、がん組織の破壊とともに正常組織も損傷を受けます。リニアックX線治療ではがん細胞を破壊し、なおかつ正常組織にはできるかぎり損傷を与えないような配慮が必要です。したがって、場合によってはがん組織を完全に破壊するだけの十分な量が投与できないこともあります。また、その反対にがんのみならず正常組織が少なからずダメージを蒙ることもあります。最近、登場した重粒子線による治療では、がんの部分と周囲の正常組織への照射量が著しく異なり、また、がんへの生物学的効果も通常の放射線よりはるかに高いものであります。この重粒子線治療はわが国では平成6年から放射線医学総合研究所で行われており、最近では兵庫県立粒子線治療センターでも稼動しています。重粒子線によるがん治療では、例えば脳腫瘍、頭頸部がん、肺がん、肝臓がん、子宮がん、前立腺がん、骨腫瘍、頭蓋底腫瘍、などに治療が行われ、それぞれ優れた治療効果が得られています。この他のがんにおいても通常の放射線治療では得られない高い治療効果が期待できます。

それでは、重粒子線とはどういうものなのでしょう？ 放射線と一口に言っても、いろいろな種類があります。X線やガンマ線などは光と同じ電磁波の一種です。一方、陽子や中性子それにヘリウムや炭素などの原子も放射線となり、これを粒子線と呼びます。

また粒子線の中でも炭素、ネオン、シリコン、アルゴンなどの粒子は質量が

大きいので重粒子と呼びます。重粒子によるがんの治療には、現状では、効果が高く扱いやすい重粒子、すなわち炭素を使っています。この炭素イオンを高速度に加速すると重粒子線となります。体内深くまで粒子が届くようにするには光の速度の80%以上になるよう、加速する必要があります。そのため、非常に大型の装置が必要となります。

なぜ重粒子線が、がんの新しい治療法としていいのでしょうか？

現在、通常の医療施設で行われている放射線治療に用いるX線やガンマ線では放射線が吸収されるのは体の表面で一番高く、体の内部に入っていくほど低くなってしまいます。体内の目的部（がんの部位）に到達するまでに、その通り道である正常な細胞にも放射線が吸収されてしまい、損傷を与えます。したがって、放射線を投与する方法を複雑に工夫しなければなりません。これについても、以前紹介しました。ところが、陽子線や重粒子線といった粒子線では、からだの中をある程度進んだあと、急激に高いエネルギーを限られた箇所に放出し、そこで消滅するという性質を持っています。がんの部分で最も吸収が高くなるようにコントロールすることができます。したがってがんだけに大きな放射線量をあたえて、周りの正常組織には影響が極めて少ないという、理想的な治療法です。

重粒子線の特徴はそれだけではありません。がんに対する効果がまったく違うのです。その効果にも特長があります。現行の放射線治療で対象となるのは、喉頭がん、子宮頸がんといった扁平上皮がんが主体です。まったく、効果のないがんも沢山あります。ところが、重粒子線ですと、従来の放射線治療の適応とならないがんに対しても極めて高い効果をもたらします。同じ放射線量でがんに対する効果を比べた場合、同じ粒子線でも陽子線の場合は従来のX線と比較してわずかに強い程度（約1.1倍）です。ところが、炭素イオンによる重粒子線では約3～5倍という強い効果が期待できます。従来の放射線でがん組織の酸素濃度が低いと効果が極端に悪くなりますが、重粒子線では酸素濃度によって効果が影響されるという心配はさほどありません。

重粒子線治療装置は前述したように、たいへん大型な装置であり（写真参照）、設置するのに莫大な費用を必要とします。わが国ではまだ2施設しかありませんが、新しいがんの治療法として期待される、この重粒子線治療の恩恵を国民に広く受けさせるには全国の主要箇所に設置する必要があるでしょう。

次回はこの重粒子線によるがんの治療がいかに優れているかということをご説
します。

(名古屋大学医学部教授・放射線医学教室)

写真は兵庫県立粒子線医療センター

