

放射線科学

放射線治療の現場から

小幡 康範

放射線治療の対象としているのは、主に癌ですが、どうして放射線で癌が治るのでしょうか。放射線で癌細胞を物理的に焼き殺すわけではありません。

以前より「コバルトで焼く」というような言い方をしますが、現象としてはかなり巧い言い方ではあります。コバルト60という放射性同位元素から発生する γ 線（物理的にはX線と同様）は体の内部の腫瘍の治療に用いられます。専門的には“照射する”と言いますが、皮膚表面の線量がやや多くて、治療が進むに従い照射している範囲の皮膚が、放射線による皮膚炎、簡単に言えば火傷を生じて次第に赤く黒くなりますので、コバルトで焼くというのも納得ですが、最近コバルト治療装置は次第に使われなくなってきました。

現在、最も一般に使われている放射線治療装置は直線加速器で、英語ではリニア・アクセラレータと言いますが、舌を噛みそうな名前なので、ライナックと略して呼んでいます。実を言うとライナック又はリニアックというのは各々直線加速器製造会社の商品名なのです。しかし略称としては言い易く、他にピッタリした言い方もないので、どの会社の装置も全部ライナックなどと呼んでいるのが現状です。このライナックでは電子を加速してターゲットに当てX線を発生させて、そのX線を治療に使います。発生するX線は6MVあるいは10MVといった超高压で大きなエネルギーを持ったものです。4MVの装置もあります。原理的に電子を加速しているため、電子線をそのまま取りだして治療に使うこともできますが、低いエネルギーのX線を発生させるライナックでは電子線を使えないものもあります。6MV、10MVのX線ではコバルト γ 線に比べて皮膚の線量が少なくすむため、皮膚の反応も少なく“焼く”という感じはありません。

放射線を照射することを患者さんに説明する時に、何と言って説明したらよいかについては、色々意見があります。放射線で焼く、放射線かける、放射線を当てるなどが使われるようですが、放射線で治療するといったニュアンスがなかなか出せなく、ピッタリした言葉はないかなと思っています。放射線という言葉もできれば使いたくないという医師もいて、電気のようなものをかけ

る、電気のようなもので治療するとか言う医師もいます。何のことなのかますます分からなくなります。

患者さんに、「放射線をかけます。」と言うと、「コバルトですか」と不安そうに、それだといやだなというような顔で尋ねられる方がみえます。コバルトに対しては副作用などのいやな感じを持っておられるか、誰かから聞いた話を憶えておられるのでしょうか。「コバルトとは違いますよ」とは言っても、どう説明するのか、いつも戸惑いを覚えます。患者さん方の中では、“電気をかける”ということで話が通じていることも多いようです。子宮頸癌の放射線治療ではライナック X線による体外からの治療に加えて、子宮腔・腔腔にコバルト・セシウム・イリジウムなどの放射性同位元素の小さな線源を直接挿入して治療する小線源腔内照射法を併用するのが普通ですが、患者さんに「来週から現在の外からの治療の範囲を少し小さくして、週1回器具を子宮の中に入れて直接そこから治療する方法も開始します」とお話しすると、「やっぱり大きな電気もやるんですか」と言われます。外照射は“小さな電気”で、あまり痛くもなく、負担は小さいけれど、腔内照射は器具を挿入されて痛みはあるし、治療時間も長くて、“大きな電気”ということで患者さんの間では通っているようなのです。私達は小線源治療と言うと小さな感じが強いのですが、患者さんの感じ方は全く逆だということが興味深く思われます。

現在は、一般にライナック X線を使用して放射線治療をしているとお話ししましたが、何故放射線で癌が治るのでしょうか。最初に物理的に癌細胞を焼き殺しているわけではないと言いましたが、その通りで放射線の生物学的効果の方を利用しています。治療に用いられる放射線は物質や体の中に入ると内部で電離作用を起こします。電離作用で細胞核内のDNAの結合が切れる場合もありますが、細胞内で生じたイオンが反応性の強いフリーラジカルとなり、それが作用してDNAの結合が間接的に切れる場合もあります。何れにしてもDNAの障害された細胞は増殖のため細胞分裂をしようとするとうまく分裂ができなくて死んでしまいます。従って、細胞分裂を盛んに行なっている細胞の方が放射線により死にやすいということになります。これを専門的には放射線の感受性が高いと言います。つまり癌細胞のように急速に増殖している細胞は正常な細胞より放射線の影響を受けやすいということで、放射線は癌細胞も正常細胞も両方共に障害するのだけれど、癌細胞の方がより障害されやすいという、その差を放射線治療はうまく利用しているということなのです。周囲の健常組織の障害をできるだけ少なくして、癌細胞のみにできるだけ放射線を集中して効果をあげようというのが放射線治療の理想とする所になります。この紀要の第

5号で石垣教授が紹介されている原体照射法などの種々の方法でこれを達成しようと努力が重ねられているところです。

細胞分裂の盛んな生殖細胞・骨髄細胞などは放射線感受性が高く、筋肉・脳神経細胞などは放射線感受性が低いことは理解していただけたと思いますが、癌細胞の放射線感受性にも高低があり、睾丸のセミノーマという腫瘍は感受性が高く、骨肉腫・悪性黒色腫は感受性が低く、後2者は通常放射線治療では制御が不可能です。癌と正常組織の感受性の差を狙うために、放射線治療し易いものとしにくいものがあることとなります。一般に放射線の量（線量）を多くする程効果が強くなり、癌細胞は多く死にますが、周囲の健全組織にも障害が増えてきます。癌は死滅させることができたが、患者さんも亡くなった、では治療になりませんので、一般に5年で問題となる障害が5%を越えないような線量（耐容線量）を投与線量の限度としています。組織によって多少違いがありますが、皮膚・結合組織の耐容線量で限度とするのが普通です。そうするとその限度の線量でどれだけ癌が治せるかということになります。喉頭癌の早期のものなら90～95%治ります。子宮頸癌はI期で90%、II期で75%、III期で50%、IV期で25%というところでしょうか。肺癌・食道癌はかなり成績が悪く、良くて30%位です。つまり早期であろうと進行していようと本質的には放射線治療の線量には変わりがなく、癌が小さければ良く治るということになります。ただあまり成績の良くない進行癌では多少障害が多くなるのを承知で、少し多い線量を投与して少し成績を良くしようと調整する場合があります。

ここで早期喉頭癌は90～95%治ると言いましたが、これには注釈が必要です。というのは、ある患者さんが放射線治療を受け、その時医師から「90～95%治るから」と言われたのですが、残念なことに再発しまして、その時点で私が初めて診せていただくことになりました。患者さんは「90～95%治ると言われたのにどうして再発するのか」と尋ねられます。これは説明するのにかなり大変でした。最初の説明が舌足らずだったのです。90～95%というのは統計的な数字なので個人には当てはめられません。100人治療したら90～95人が治るということであって、個人にとって90%の治り方というのはありません。治るか治らないかのどちらかなのです。その患者さんが治る群に入るか治らない群に入るかは結果論で、治療時には分かりません。だからこそ我々放射線治療医は生存率が10～20%であっても全ての患者さんを治す積もりで治療するのです。同じ様に治療するのですが、結果的には治る人と治らない人に分れます。最初の外科医アンブロワーズ・パレは「わたくしが

患者に包帯し、神が彼を癒し給うた。」と言ったそうですが、別に神を引合に出そうとは思いませんが、我々も治療についてはできるだけのお手伝いをさせていただきますが、それから先は患者さん本人が勝手に治っていかれる様に感じています。だから全ての患者さんを治す積もりで治療には当たっていますが、治った患者さんを自分が治したとはとても思えないのです。診察の時に、患者さんに「先生に治していただいたので・・・」と言われると「私はお手伝いしただけです」と答えるのですが、何となくむず痒い感じがあります。

放射線治療のために我々の所へこられた患者さんに、最初の説明で、「放射線の治療は手術と違って1回ではすみません。毎日、とはいっても土曜日・日曜日はお休みですので、週5回で何回かに分けて治療していきます。あなたの場合は30回を予定していますので、6週間かかります。」とお話しすると、そんなにかかるのかというような顔をされます。稀には1回で終わる放射線治療もありますが、普通は何回かに分けます。これを分割照射といっています。何故何回かに分けた方が良いかについては勿論理由があります。前にも放射線治療は癌細胞と正常細胞との効果の差を利用していると述べましたが、分割照射をすることによって、その効果の差を広げることができるのです。細胞が放射線で障害を受けると、その障害が全部の細胞を殺すわけではありません。障害のある程度の部分は時間の経過に従って回復して元に戻ります。この障害からの回復は正常細胞では良く起こり、癌細胞ではあまり起こらないのです。従って放射線を一度に大量かけるより、少しずつかけて正常細胞には何度も回復してもらって、結果として癌細胞への障害の方を大きくして差が付くようにしているのです。それでは、もっと分割を多くすればより差が開くのではないかと思われませんが、あまり1回の線量が少ないと放射線としての効果が急速に減少して、かけても何も変化がない、障害もないが癌も小さくならないということになってしまいます。おのずから最低線量にも限度があります。

現在、毎日（週5回）1回2 Gy（グレイ）という放射線の量を使っていますが、これは経験的に決まってきた量なのですが、非常に良くできた値です。今までの放射線治療医が色々やり方を変え、より効果を上げるように試みてきたのですが、どうもこのやり方が一般に一番癌に対して効果がいいし、正常組織の障害も少ないようだという結論になっています。

現在一般に行なわれている放射線治療についてお話してきましたが、治療の方法は大体決ってきており、放射線治療の専門家がいれば、どこの施設でもほぼ同じ成績が上げられることが分かっています。治療の標準化といいますが、特別な名人でなくても良いというのは医療全般の向上のためには必要なことで

す。ただ、我々は現在以上に何とか成績を良くしようという工夫も試みています。色々な試みがあり、それが本当に有効かどうか現在確かめているところです。確認できれば、それが一般的な方法として普及することになります。それらの新しい技術については次の機会に述べさせていただきたいと思います。

(名古屋大学医療技術短期大学部教授・診療放射線技術学科)