

放射線科学

放射線治療における種々の試み

小幡 康範

ずっと以前になりますが、「健康文化」第10号（1994. 10）で標準的な放射線治療の現況について説明しました。そこでは治療成績を良くしようという色々な試みについては次の機会に述べますとして省略しましたので、ここでいくつかを説明させていただきます。

（1）温熱療法の併用

高熱を発する病気を合併した時に、癌が消退したとか縮小したとかいった過去の経験から、癌の治療法の一つとして温熱療法が考えられてきました。培養細胞の実験から効果は確認されましたが、実際の臨床に応用できそうだと感触が得られたのは温熱療法単独ではなく、放射線治療との併用で、併用することによる放射線の効果増強でした。温度を上げてゆくと癌細胞の放射線感受性（放射線に対する癌細胞の死にやすさ）は増大してゆきますが、同時に周囲の正常組織の感受性も増大してゆきます。42℃くらいまでは癌と正常組織の感受性の増大は同様なので、温熱療法併用しても得はありませんが、それより高い温度になると癌の感受性の増加が正常組織のそれを上回り、差が出てきて温熱併用の意味があるようになります。温度が高ければよりその差が広がってゆきますが、45℃以上では熱くて耐えられないし、タンパク質の変性が起こりはじめてしまうので、そんなに高い温度は使えないということになります。

温度を上げるのに極超短波や高周波を用いますが、癌の部分のみに集中して局所的に温度を上げることは難しいし、血流が豊富な所はどんどん熱が逃げてしまうし、ちょっとしたことで、体内の温度分布はすぐに変化してしまいます。それに加えて体の外から温度測定できないので、小さな温度計を体に刺さないと温度が測定できません。これでは温度計を入れた点だけは温度が分かりますが全体として、あるいは分布として温度の測定はできません。温熱療法を使った放射線治療の方法が盛んに研究されていた時に体外から苦痛なく温度が測定できることが必須だから何とか開発してくださいとお願いしたのですが、なかなか難しいことのようにです。

対象となった癌も、乳癌の再発とか頸部のリンパ節転移などで、根治的な治療にははっきりとした適応が見出せませんでした。

現在積極的に温熱を併用して治療成績を上げようという施設は少なくなっていますが、基本的に温熱療法の併用が効果があることは分かっていますので、安定して必要な部分に温熱が加えられる装置と体に傷を付けずに温度が正確に測れる技術が開発されるようなら、再度普及すると思われれます。

(2) 多分割照射法

通常は1回2 Gyで週5回という分割照射方法を用いて60～70 Gyという量の照射をしているという話は前回にしましたが、今までの経験から週3回の場合は1回3 Gy、週2回の場合は1回4 Gyで治療すれば、癌に対しては同等の効果を得ることができ、皮膚の反応なども同じであるが、晩期の障害は回数を減らして1回の線量を多くした方が、多く発生することが分かっています。従って、1回の線量を2 Gyよりもっと少なくすればより晩期の障害を少なくできるだろうと考えて、癌への効果を減らさずに同じ効果を得るために1回1.2 Gyで1日2回、週10回という照射方法が試みられました。1日2回というのは、同じ日の朝と夕に2回治療することを意味しています。1日に何回も照射する方法を多分割照射法と呼んでいます。この方法の臨床の現状については、堀川よしみ先生が「健康文化」第21号（1998. 6）に書いておられます。

1回線量を減少することにより、晩期の障害が少なくなるのですが、晩期障害が減少することの効果が見れるのには、かなり時間がかかります。また治療成績がそれですぐに改善するわけではありません。どちらかと言えば、障害が少なくなるより治療成績が良くなることの方が好まれます。晩期障害が通常分割照射と同等になるように1回線量を増加すれば、治療成績は改善することになりますが、早期反応である粘膜反応などは通常よりもひどくなり、患者さんにとってはつらいことになります。人によっては耐えられずに治療途中で休止することにもなり、当初ねらった効果が得られないことにもなります。早期反応が強く出ると治療の継続が難しくなるような頭頸部や食道などではなかなか治療成績を良くするような多分割照射は実施できない状況です。

放射線治療に携わる診療放射線技師さんの負担の問題もありますが、特別な装置を使わずに、どこの施設でも治療成績が改善できる方法ですから、事情が許すなら、肺癌などで必要な症例には今後も続けて情報を集め適切な分割の方法や全照射線量などを探してゆきたいとは思っています。

(3) 粒子線治療

陽子線や中性子線や重粒子線などをまとめて粒子線と呼びますが、これらは通常使用しているエックス線や電子線（正確に言えば電子線も粒子線の仲間です）より優れた特徴をもっているため、できれば放射線治療に使いたいと皆が切望している所です。

まず最初に中性子の臨床治験が行われました。装置の都合もあり、毎日照射をすることができずに不利な分割照射をせざるを得ない状況であり、治療の体位にも制限がありました。また他の粒子線のようなブラッグピーク（浅いところの線量が小さくて、ある深さで集中的に線量を与える特徴）を持たないことに加えて、エネルギーも高くなく、深部に達する線量はコバルトに劣る状況で、生物学的には通常のエックス線よりも有利なはずであったが、治療の結果はあまり良くありませんでした。大型の装置を使いながら結果が良くなかったので、それ以降中性子を使おうという声は聞かれません。

陽子線は生物学的にはエックス線より有利な点はありませんが、物理学的にはブラッグピークの特徴を生かして線量分布が有利であり、欧米ではかなりコンパクトな装置が開発され、現在普通に使われているライナックと同様の使い勝手が得られれば、今後に大いに期待ができます。日本でも多くの施設で導入しようとする気運があります。エックス線CTによる病巣の位置や形状の詳細な把握とコンピュータの発達による線量計画の容易さが普及の大きな要因です。

重粒子線による治療は放射線医学総合研究所で始まっています。生物学的にも物理学的にも利点があり、粒子線の中では最も興味を持たれます。ただいかにせん装置が壮大なものとなり、どこの病院にも設置できるというものではありません。日本で数カ所にセンターとして持って共同利用するのが順当であろうと考えます。全症例に用いることは不可能なので、普通のエックス線ではどうしても効果を得ることができないような症例を選んで治療することが必要となるでしょう。

(4) 3次元照射法

この地区では小牧市民病院にガンマナイフと呼ばれる放射線治療装置が導入されましたが、それについては改井修先生が1992年健康文化文月号に書いておられるので参考にさせていただければと思います。

ガンマナイフは、放射線治療に関わる医者にとって一種のカルチャーショックであり、いままでの放射線治療についての常識を再確認することが求められました。我々が考えていたのは、癌の病巣に体の外からできるだけ放射線を集

めることであります。ところがガンマナイフでは、コバルトの小さな線源からのガンマ線が一点に集中し小さな範囲に高い線量を与えることができますが、装置の自由度は少なく、その点に治療をしたい場所を持って行って固定することが必要になります。病巣に装置を合わせるのではなく、装置に病巣を合わせなければなりません。それと、我々は、病巣は正常組織に囲まれて存在している。癌が治った後には、また正常な組織がそれを置き換える。それが治るということであると信じていました。ところが、ガンマナイフでは中心部分の線量は耐容を越えています。その組織は壊死に陥ってしまう筈です。この装置は、ナイフという名が示すように、放射線腫瘍医の発想ではなく、外科医の発想で作られた装置でした。線量の高い部分が小さければ耐容線量は大きいということなのか、壊死に陥る部分が大きくなければ、臨床的には問題が出ないということなのか、いずれにしろ今までの放射線治療医に発想の転換を強いたことがこの装置の特色でありました。ただコバルトは約5年で量が半減するので、線源の交換が必要となりますが、コバルトの線源は日本では輸入するしかなく、運搬にも特別な配慮を必要とし、費用も掛かります。この装置の維持は難しく思ったほど普及はしていません。石垣武男先生が「健康文化」第5号（1993. 1）に紹介されている原体照射法に代表されるように、今までは体軸に垂直な方向からのみの照射で線量の集中を考えてきましたが、それ以外の方向も照射に加える方が有利であることを示したこともこの装置の功績です。このような多方向からの放射で線量を集中する方法を3次元照射法と呼んでいます。ガンマナイフと同じような効果が通常の直線加速器で得られないかとする試みがとって換わって全国で受け入れられています。装置は今までと同じもので、多少の治具を追加するだけで済むというのが強みです。これならあまり費用も嵩みません。ガンマナイフは頭の治療に限られ、対象とする疾患も大半が脳動静脈奇形で次いで聴神経腫瘍と今までの放射線治療とは様相が異なっていました。肺癌などという放射線治療の対象となる疾患に応用できることが絶対に必要なのです。いろいろ解決しなければならない問題も多く残っていますが、現在まだまだ発展している領域です。機会があればまた詳しく述べることができると思います。

（名古屋大学医学部教授・保健学科放射線技術科学専攻）