

放射線科学

## 放射線治療におけるQC

渡部 洋一

放射線治療は体内に出来た悪性腫瘍に放射線を照射し、腫瘍を根絶する方法である。近年、各施設とも直線加速器の導入により、治療に用いるX線束のエネルギーが大きくなったことにより深部の病巣まで大線量の照射が可能となった事、照射方法の改善により周辺の健康組織より病巣により集中して照射が可能となった事、さらに最近ではX線CT装置やコンピュータが組み込まれた治療計画システムの導入で、病巣進展の的確な把握、線量計算精度の向上等が放射線治療成績の向上に大きく反映している。

放射線治療を行う時、病巣の周辺には必ず健康組織が存在する為、放射線照射により病巣は確実に縮小してゆくが、これに伴い健康組織には徐々に放射線障害が生じる。従って、病巣が健康組織より放射線感受性が大きい程、理想的な放射線治療がおこなわれ、この逆は放射線治療の適応例でないことを意味している。

放射線治療は今から100年前、レントゲン博士によるX線発見後1カ月後にはすでに応用され、その後多くの放射線医の貴重な臨床経験に基づき今日の分割照射法で、1日1.8~2.0Gyで総線量40~60Gyによる照射方法が確立している。

放射線治療において照射線量の精度が最も大切な事で、照射総線量が誤差により予定病巣線量より大きくなると、病巣は良くコントロールされるが健康組織の放射線障害が顕著に現れて、またその反対では治癒されるべき病気が治らなくなる。この事を臨床で実際に立証したのが **Stear** の報告で、T3の喉頭癌患者について5,250radから5,750radへ10%病巣線量を増加することにより30%から70%へ治癒率を上げた。しかし、6%の患者に対し健康組織に非常に難治な放射性壊死が生じたことを報告している。この様に他の研究者の報告も合わせて検討した結果、放射線治療不精度として±5%が設定された。そして、病巣への照射不精度を±5%以下にする為に、放射線治療における品質管理 (quality control) のシステムが10数年前より確立し、現在各施設でその目標達成に向けて努力されているのが現状である。

この放射線治療において、照射線量の計測精度が最も重要な事はすでに述べたが、これにはまず放射線量を計測する指頭型電離箱の感度が問題となる。この点に関しては現在トレーサビリティが確立していて、電子技術総合研究所で照射線量の国家標準が維持され、2次線量標準機関である全国で13ヶ所の日本医学放射線学会医療用標準センター（中部地区は愛知県がんセンター）と線量計感度の比較校正をコバルト60γ線について行っている。各施設の線量計は2次線量標準機関の線量計と比較校正が行われていて、今日、±1%以下の誤差で一致しているとの報告があり線量計校正定数に関しては非常に良い精度が保たれているものと思っています。しかし、ファントムを用いた出力線量測定では簡単な計算ミスから±2～3%の誤差を生じた施設もあると聞き、人為的ミスは極力最小限にしてゆく必要があります。

放射線治療計画にあたって、腫瘍進展範囲の確認はX線CTが治療計画に取り入れられてから問題が無くなってきています。コンピュータによる線量分布計算は均一組織内については比較的精度良く計算できますが、肺組織は平均して0.25の密度である為にX線の透過が良く、例えば食道癌を回転照射法にて治療を行う時等、肺補正を行わないと10%以上の誤差で病巣に過大線量を照射する事になります。今日ではX線CT値から肺密度を求め、コンピュータにより線量値を計算していますが、それでも2～3%の誤差が生じているのが現状で、今後さらに計算式の改良が望まれる領域であります。

治療装置の機能は最近一段と改良され1%以内の誤差とその精度が非常に向上しています。しかし、最近、脳腫瘍や異常脳血管等の小さい病巣に放射線を照射するラジオサージェリー照射法が各施設で用いられるようになり、この照射法は細い線束を用いて多門照射が行われる為に、治療装置の機械的精度は従来の装置より一桁高い精度が要求され、これらも今後の課題となっています。

次に患者の位置合わせの問題があります。治療に際し、患者を治療台に寝かして放射線束が病巣に一致する様に照準する訳ではありますが、この時のセットアップの再現性が問題となります。頭頸部は患者固定具を照射時に装着することにより照射精度の改善が図られますが、胸腹部においては固定具を用いてもなお問題点が残ります。これは胸部では両腕の挙手により照準用皮膚マークが毎回微妙にずれます。又、腹部においては病巣量で30Gyを照射した頃より、下痢症状や放射線宿酔による食欲減退で患者の体重が減少します。この時、当然腹厚も減少します。そして、最初に立案した治療計画に基づき照射を行うと病巣に対し過照射となり、その時の不精度は1～3%と報告されています。

この様に放射線治療における品質管理は、線量計感度、治療計算システム、

治療装置、患者の解剖学的情報に大別され、それぞれの項目についてさらに細かく項目を分けたチェックリストを作成し、定められた期間ごとに点検していますが、照射精度を5%以内におさめることは非常な努力が伴うものです。

最近は特に品質管理が高まり、米国のある施設では待合室にその施設で得た品質管理のデータをポスター展示をしていると聞きます。その他、欧米の学会では品質管理を行っていない施設からの論文は信用されないと聞きます。日本では放射線腫瘍学会が品質管理についてまとめ、これに関する小雑誌を発刊する等してその実践に向けて歩み始めています。

しかし、品質管理が多くの施設で受け入れられるにはまだまだ時間がかかりそうです。現在の医療保険制度にはコンピュータによる治療計画システムを用いて治療計画を行った場合、放射線治療管理料が認められています。これと同じ様に放射線治療品質管理料の一日も早く設定されることが望まれます。その事により各施設で品質管理が積極的に行われる様になり、この事により照射精度が向上し、ある部位の癌病巣に対する治療プロトコールの下で、多くの施設からの臨床報告を分析して照射技術の改良が図られ、これが放射線治療の向上につながる事を期待したいものです。

(名古屋大学医学部附属病院分院放射線科技師長)