

平岡真寛京都大学教授による特別講演 「放射線治療の最近の進歩」

Special lecture “Recent advances of radiation therapy in clinical oncology”
by Dr. Masahiro HIRAOKA, Professor of Kyoto University

八代 利香

Rika YATSUSHIRO

鹿児島大学医学部保健学科

School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Kagoshima University

私は、第3回日本放射線看護学会学術集会におきまして、京都大学大学院医学研究科放射線医学講座（放射線腫瘍学・画像応用治療学）平岡真寛教授による特別講演「放射線治療の最近の進歩」の座長を務めさせていただきました。平岡教授におかれましては、近年めざましく進歩したがん放射線治療の現状と、今後の方向性、将来展望について、大変わかりやすくご教示いただき、大変有益なご講演であったと感謝いたしております。

今回の学術集会記事の掲載につきましては、当該座長が講演について執筆するということになりましたので、座長を務めさせていただいた私八代が平岡教授の特別講演の内容を纏めさせていただくことになりました。なお、内容につきましては、事前に本原稿を平岡教授にお送りし、学術集会記事として掲載することをご快諾いただいていることを申し添えさせていただきます。

以下に、講演内容の概略を提示させていただきます。

放射線療法の歴史は、レントゲン博士がX線を発見した1895年に始まる。その後、治療機器、治療技術の開発、あるいは基礎となる放射線生物学の進歩に支えられ、放射線療法は手術療法および薬物療法と並ぶがん治療の三本柱の一つとして認知されるに至っている。

放射線治療は、(1) 切除しないで治療するため機能・形態の温存に優れている、(2) いかなる部位でも（手術の困難な部位でも）照射できる、(3) 手術に比べて体への負担が少なく合併症を有する患者や高齢者にも適応できる、という大きな利点を有している。

他方、放射線療法の問題点は、第一に手術療法に比べて局所制御の点で劣るがんが少なくないこと、第二には、腫瘍周辺部の正常組織に放射線が照射されることに伴う放射線障害の出現である。

日本では、放射線治療の欠点が過剰に意識され、利点が過小評価されてきた。実際、新たにがんと診断された患者のうち米国では66%が、ドイツでは60%が初回治療として放射線治療を受けているのに対して、わが国では25%（2005年）にしか用いられていないという現状がある。急速な高齢化社会の到来による高齢者がんの増加、およびQOLの高い治療を希望する患者の増加により、今後10年以内に40%の新規がん患者が放射線治療を受けるものと推定されている。

放射線の細胞損傷は、核内に存在するDNAの二重鎖切断によるものであり、この機序により効率よく細胞を死に至らせることができる。問題は、がん細胞だけではなく、正常細胞にもDNAが存在していることであり、いかにして選択的にがんに損傷を与え、正常細胞の損傷を回避するかが放射線治療における最大の課題で

ある。腫瘍に選択的な損傷を与えるための研究の流れは大きく二つに分けられる。

一つは生物学的なアプローチであり、放射線の殺細胞効果をがん細胞に生物学的手法を用いて選択的に引き起こそうとの試みである。これには、化学放射線治療、分子標的治療薬と放射線治療との併用、温熱療法との併用、多分割照射法などが挙げられる。

もう一つのアプローチは物理工学的な方法にて線量分布の改善を目指すものであり、腫瘍に放射線を集中させることにより、正常組織の障害を軽減させる、あるいは線量を増大させ局所制御率を高める試みである。

近年、高エネルギー X 線を用いた定位放射線治療、強度変調放射線治療といった高精度放射線治療が急速に普及してきており、また粒子線治療も可能となって、以前に比べて正常組織の線量低減化ができるようになってきている。いずれにせよ、治療すべき病巣（ターゲット）に選択的に放射線を均一に照射し、その周囲正常組織への線量を可及的に減らすべく、高精度な放射線治療計画を行うことが重要である。

二次元治療から三次元治療への進化により、腫瘍への線量集中性は著しく高まった。その三次元治療の最先端をいくのが、定位放射線治療と強度変調放射線治療である。

定位放射線治療は、細くした放射線ビームを三次元的に腫瘍に集中して照射するいわゆるピンポイント照射である。対象となるのは 4 cm 以内の小さな病変である。正常臓器への照射線量を減らすことで、1 回線量を上げることが可能となり、より高い治療効果を得ることができる。最初に実用化されたのは、脳内病変に対するガンマナイフである。これは、照射ユニットの中に 201 個の ^{60}Co γ 線の線源を配置し、 γ 線ビームを集中させるものである。その後登場したのが、細いビームの X 線を用いて三次元的な多軌道にて照射を行い、病変部に線量を集中させるリニアックを用いた方法である。分割照射が可能で、より安全に治療が行えるという利点があり、脳内病変のみならず体幹部の病変にも適応が拡大している。体幹部定位放射線治療と言われる本治療法は、早期の肺がんに対して良好な成績が得られ、手術不能症例の標準治療法として評価が確立されつつある。JCOG0403 は手術可能例をも対象とした世界初の臨床試験であり、その中で手術可能な高齢者がんにおける定位放射線治療の有効性も示唆されている。

強度変調放射線治療は、IMRT (Intensity Modulated Radiation Therapy) と英語名称でも最近知られるようになってきている。照射する病変（ターゲット）が不整形な形状であり、隣接して脊髄などの危険臓器が存在する場合、従来の照射法では、ターゲットへの十分な線量と危険臓器への安全な線量のどちらかを犠牲にするしかなかった。強度変調放射線治療は、コンピュータを用いて最適な照射法を探し出すことにより、双方の条件を満たす治療計画を実現する革新技術である。これによって正常臓器の線量増加なしに腫瘍への投与線量を安全に増加させ (dose escalation)、腫瘍の線量を保ったまま正常組織の線量を抑えて合併症を軽減することが技術的に可能となった。

定位放射線治療、強度変調放射線治療に粒子線治療も含めた高精度治療の最大の問題点の一つは動きに弱いことである。これらの動き・移動に呼応して的確に照射するためには時間軸を加えた四次元治療の実現が必須であり、現在その開発が精力的に進められている。