

## 強度変調放射線治療 (Intensity-Modulated Radiotherapy: IMRT) について

(文責 放射線科 溝脇尚志)

はじめに

1990年台初めよりコンピュータ技術の応用によるハイテク化が放射線治療分野においても急速に進展し、CT画像に基づく三次元治療計画が一般化した結果、放射線治療の質が大幅に向上した。さらに2000年頃より、直線加速器と並んで放射線治療分野における20世紀の二大技術革新の一つとされる究極の放射線治療法である強度変調放射線治療(Intensity-Modulated Radiotherapy: IMRT)が一般臨床現場に導入され始めた。当科も2000年9月よりこの技術を導入し、主として前立腺癌や頭頸部癌に対して臨床適用を開始し良好な初期成績をあげている。

### IMRTの概要

IMRTの特徴は、インバースプラン(逆方向治療計画)と同一照射門内の放射線強度を変化させることができる特殊な照射方法の二点に集約される。従来の三次元治療計画では同一照射門内の放射線強度は均一であるのに対して、IMRTでは同一照射門内で複雑に強度の異なる照射法が用いられる。

インバースプランとは、照射方法の最適化を治療計画担当者の試行錯誤に頼ってきた従来の順方向治療計画と異なり、事前に理想とする治療計画達成目標を設定した後、逆解計算法を用いた数学計算によって最適な照射方法をコンピュータに算出させる方法である。この技術により、従来法では不可能であった線量分布が容易に実現可能となった。

インバースプランによって立案された複雑な照射計画は、完全なコンピュータ制御下で稼働する治療装置によって実現される。同一照射門内のビーム強度をコンピュータの計算結果どおりに変調する物理的な手段としては、主として多分割絞り(マルチリーフコリメータ)が用いられる。

### 臨床上の有用性

IMRTでは事前に理想とする達成目標を設定して線量分布を最適化することができるため、腫瘍に対する線量増加と隣接する正常組織の被爆線量軽減を両立することが可能となった。その結果、放射線治療においてもっとも大きな問題である晩期合併症を大幅に軽減可能であり、同時に線量増加による腫瘍制御率の向上が期待できる。

実際に米国のスローンケタリング記念がんセンターでは、IMRTによる前立腺癌に対する線量増加の結果、従来の三次元治療計画と比較して直腸の合併症を大きく軽減することに成功している。すなわち、従来の三次元治療計画による75.6Gyの照射で約17%の患者に認められた二度以上の晩期直腸出血が、IMRTによる81/86.4Gyの照射では線

量増加にもかかわらずわずか2%に減少している。加えて、81/86.4Gyへの線量増加によって中間報告ながら手術と同等以上の治療成績が報告されている。

#### 京都大学でのIMRTの現状

現在当科では、主として前立腺癌と頭頸部癌の根治照射にIMRTを施行しており、現在までに50人以上を本照射法で治療している。

前立腺癌に対しては、2001年より本院泌尿器科と合同で第一相線量増加試験を施行し、従来の70Gyから78Gyへの線量増加が安全に可能であることを確認した。さらに、2003年5月からは、主として中〜高度悪性群を対象として78GyをIMRTで投与するプロトコルを走らせている。現在までのところ、線量増加にもかかわらず急性障害は軽減傾向にあり、重篤な晚期合併症も認めていない。

一方、頭頸部癌においては、唾液腺温存による唾液腺障害の軽減を目的としてIMRTを適用しており、唾液腺障害の軽減効果を確認している。さらに、小児脳腫瘍や傍脊椎腫瘍等への試験適用も行っている。

#### IMRTの問題点

現在のIMRT技術は開発初期段階にあたるために、その実施には多大な時間と労力が必要である。したがって、日常臨床ベースで実施可能な施設や実施可能であっても施行可能な症例数が限られる。

#### 将来展望

IMRTは技術的には大幅な改善の余地が残されているため、将来より簡便に施行可能となることを見込まれており、根治放射線治療の主流となると考えられる。さらに、いわゆる分子画像をIMRT治療計画に取り込むことによって放射線生物学的に最適化された治療を行い、さらなる合併症の軽減と治療成績の向上が期待される。