

生涯教育コーナーを読んで単位取得を！

日本医師会生涯教育制度ハガキによる申告 (0.5単位 1カリキュラムコード)

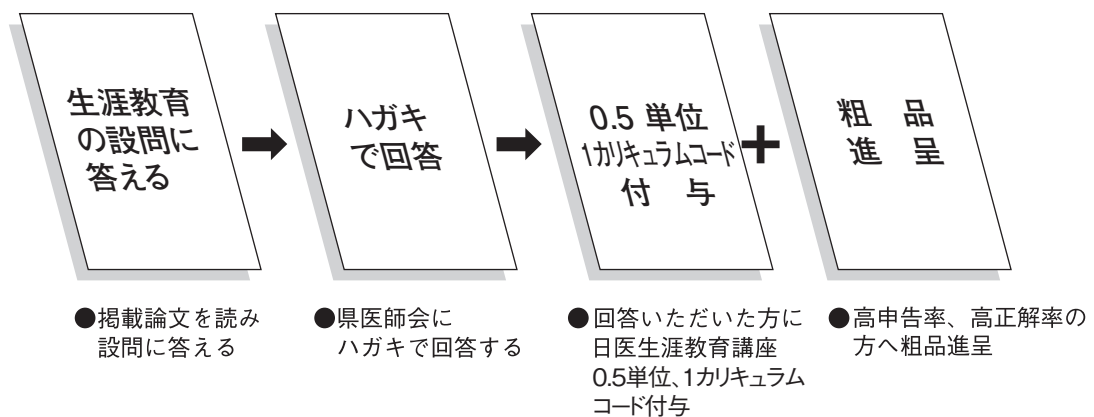
日本医師会生涯教育制度は、昭和62年度に医師の自己教育・研修が幅広く効率的に行われるための支援体制を整備することを目的に発足し、年間の学習成果を年度末に申告することになっております。

これまでは、当生涯教育コーナーの掲載論文をお読みいただき、各論文末尾の設問に対し、巻末はがきでご回答された方には日医生涯教育講座5単位を付与いたしておりましたが、この度、平成22年度より、日本医師会生涯教育制度が改正されたことに伴い、6割（5問中3問）以上正解した方に0.5単位、1カリキュラムコードを付与することに致しました。

つきましては、会員の先生方の一層のご理解をいただき、今後ともハガキ回答による申告にご参加くださるようお願い申し上げます。

なお、申告回数が多く、正解率が高い会員につきましては、年に1回粗品を進呈いたします。ただし、該当者多数の場合は、成績により選出いたしますので予めご了承ください。

広報委員会



強度変調放射線治療 (IMRT) について

沖縄県立南部医療センター・こども医療センター 放射線治療科
伊良波 史朗、金城 正彦、玉城 邦彦、比嘉 良隆

【要旨】

強度変調放射線治療 (IMRT : intensity modulated radiotherapy) は、1990年代より臨床に応用されてきた三次元放射線治療を改良、発展させた治療法である。言い換えるとコンピュータおよびIT技術によりもたらされた新たな放射線治療であり、従来の放射線治療では不可能であった線量投与が可能となり治療成績の向上や合併症の低減が期待されている。IMRTの特徴やその臨床的適応について当院の状況も含め概説する。

1. はじめに

強度変調放射線治療 (IMRT) は、実際の臨床でここ数年、広く利用されるようになってきた。当院の現状も踏まえ、強度変調放射線治療 (IMRT) について解説する。

2. 二次元放射線治療から強度変調放射線治療 (IMRT) への変遷

従来の放射線治療は透視にて腫瘍やその周囲をレントゲン撮影し、放射線治療計画にてターゲットを設定、治療を施行するのが常であった (二次元放射線治療)。この方法では腫瘍の正確な形状や位置は明瞭ではなく腫瘍を完全にカバーするため広いマージンが取られていた。また、脾などの深部臓器に関しては通常検査のCTやMRIなどを参考に腫瘍位置を想定しターゲット設定後、実際の放射線治療が行われていた。

その後、1990年代あたりからCT機器を用い治療計画を行う三次元放射線治療が開発され、臨床の場で広く用いられるようになった。これにより、腫瘍の形状や位置が正確に把握で

き、それまで困難であった多門照射、回転照射や原体照射、頭部への定位的放射線治療などが容易に行えるようになり放射線治療の幅が画期的に広がった。

強度変調放射線治療 (IMRT) は、90年代になって行われるようになった三次元放射線治療をコンピュータ、IT技術を用い、さらに発展させた放射線治療である。今までの三次元照射における照射内の線量投与に強弱を付けることにより、標的臓器に多くの線量を照射し、近接する危機臓器の線量を低減できる点が大きな特徴である。2000年以降、臨床に応用され始めている¹⁾。

3. 強度変調放射線治療 (IMRT) の特徴

日本放射線腫瘍学会IMRTガイドライン²⁾の定義として、強度変調放射線治療 (IMRT) は、「マルチリーフコリメータ (多分割絞り) などを用いて、空間的または時間的な放射線強度の調整を同一部位に対する二方向以上の照射について行い、三次元での線量分布を最適なもの

のとする照射方法」とされている。

言い換えると腫瘍周囲に近接する危機臓器への線量低下を図りながら、腫瘍への線量集中性を高め、結果として腫瘍制御率を高める治療となる。

図1は、従来型の三次元放射線治療とIMRTの模式図である。なお、前述したマルチリーフコリメータ(図2)とは、通常、放射線治療装置の照射口に設置されており、照射される放射

線ビームの強弱をつける制御板であり、コンピュータやIT技術によりもたらされた「強度」を「変調」させる画期的な装置で、これによりIMRTが可能となった。

4. 強度変調放射線治療 (IMRT) の保険上の適応

保険適応症例としては、原発性前立腺腫瘍、原発性頭頸部腫瘍、原発性中枢神経脳腫瘍とされ

れており、今後、適応症例が徐々に増えていく可能性があると考えられる。現在のところ、全国的には圧倒的に前立腺癌に対するIMRTが多く、全体の7割程度が前立腺癌症例と報告されている。

また、保険上の制約としては、保険適応施設は、放射線治療専任医師が常勤で2名いる場合のみIMRT加算が認められるという規則があり、当院においては、当方1名のみしか治療専任医師がおらず、一般的な放射線治療の保険診療でIMRTを行っている状況である。

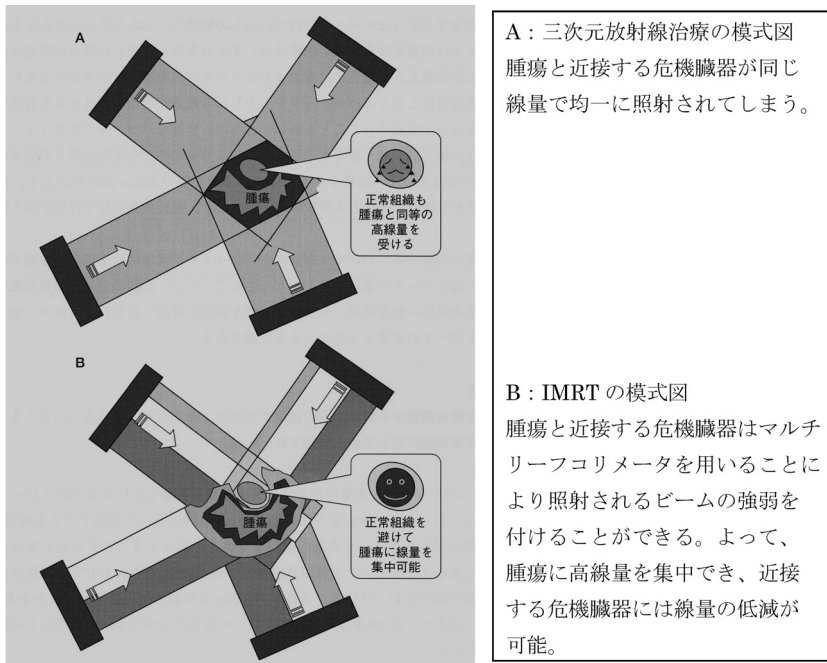


図1 従来の三次元照射とIMRTの模式図²⁾

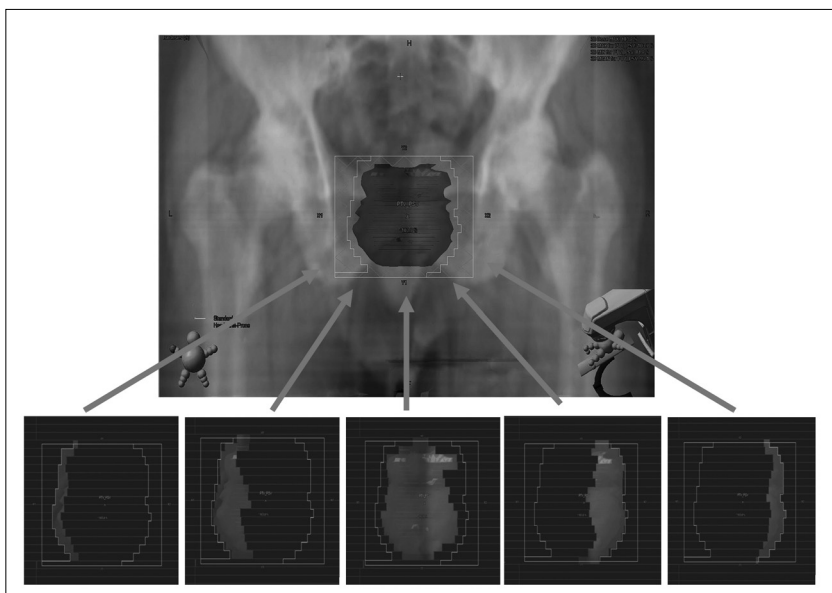


図2 MLCの動き

照射口からの制御板を細かく動かすことにより、照射線量に強弱を付けることが可能。図は前立腺照射の際の一例。

5. 強度変調治療 (IMRT) の実際の治療

通常の放射線治療は、CTやレントゲンなどの治療用画像を撮影し放射線治療計画を行えば、特殊な症例を除き、大部分の症例が少なくとも2~3日程度で開始できると思われる。

一方、IMRTでは、放射線治療用の画像を撮影する前に体位の固定が重要となってくる。通常の放射線治療であれば、2~3cm程度の十分なマージンを取って治療計画を行うが、IMRTの場合には、腫瘍にしっかりと照



射し正常組織の不要な線量を低減するため固定具（写真1）を用い、当該治療部位の体の動きを押さえ、不必要な照射範囲を減らす工夫が必要となる。固定具を作成した後に治療用のCT画像を撮影し、その後、放射線治療計画（写真2）を施行する。治療計画自体も inverse planning という方式を用い、腫瘍と正常組織の境界に最適な線量を配置するため、通常の放射線治療の計画よりも数倍の時間が必要となる。また、できあがった放射線治療計画を再現し、ファントムという人体仮想モデル（写真3）に照射を行い、計画された照射野や線量の誤差がないかといった検証作業を行う。検証に関しては、1) 照射した領域の線量分布、2) 照射線量、を測定する。1) に関しては、計算値と測定値の差で評価し、線量分布において投与線量の50%線量以上の領域で実測値との誤差は±3%以内、30%線量以上の領域の誤差は±5%以内と規定され、2) に関しても同様に評価点線量は、計算値と測定値の差で評価し、全ての門を合計して±3%以下、または各門毎の評価点線量が計算可能な場合にはその門毎で±5%以下であることと規定されている³⁾。これら、すべての行程が完了し、ようやく治療開始となる。当院での平均的な前立腺癌のIMRT治療開始までの所要時間は、平均10日間～2週間程度であるが、通常の放射線治療と比較するとかなりの時間と労力が必要となる。



写真1 前立腺癌における固定具

計画自体も inverse planning という方式を用い、腫瘍と正常組織の境界に最適な線量を配置するため、通常の放射線治療の計画よりも数倍の時間が必要となる。また、できあがった放射線治療計画を再現し、ファントムという人体仮想モデル（写真3）に照射を行い、計画された照射野や線量の誤差がないかといった検証作業を行う。検証に関しては、1) 照射した領域の線量分布、2) 照射線量、を測定する。1) に関しては、計算値と測定値の差で評価し、線量分布において投与線量の50%線量以上の領域で実測値との誤差は±3%以内、30%線量以上の領域の誤差は±5%以内と規定され、2) に関しても同様に評価点線量は、計算値と測定値の差で評価し、全ての門を合計して±3%以下、または各門毎の評価点線量が計算可能な場合にはその門毎で±5%以下であることと規定されている³⁾。これら、すべての行程が完了し、ようやく治療開始となる。当院での平均的な前立腺癌のIMRT治療開始までの所要時間は、平均10日間～2週間程度であるが、通常の放射線治療と比較するとかなりの時間と労力が必要となる。

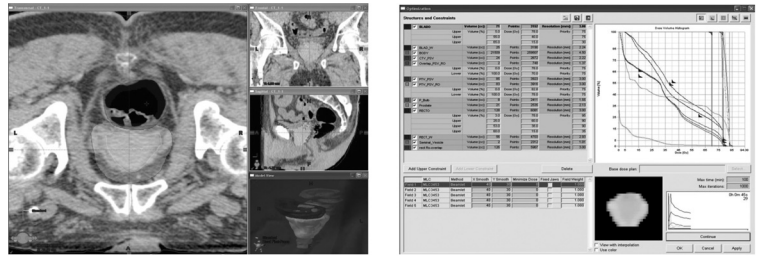


写真2 放射線治療計画
撮影したCT画像に標的部位を作成し、線量を設定する。

計画線量（左下）を基に人体モデル（左上）に照射を行い、計画と実際の照射に誤差がないか検証する（右図）。

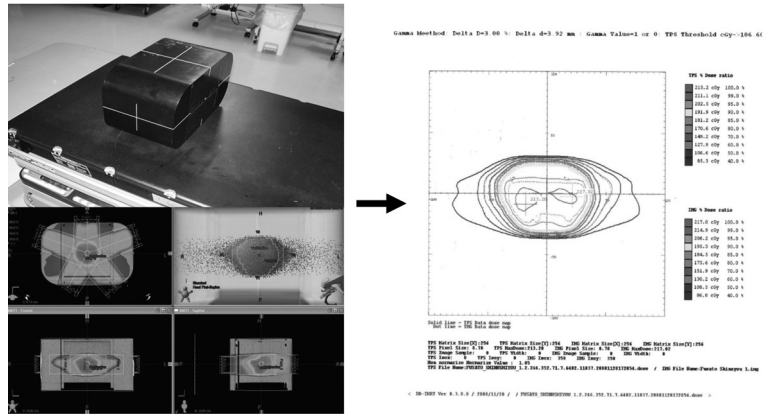


写真3 人体モデル（ファントム）

計画線量（左下）を基に人体モデル（左上）に照射を行い、計画と実際の照射に誤差がないか検証する（右図）。

後、照射を行うため患者1名あたり30分程度の治療時間が必要となる。よって、IMRTにおける1回あたりの治療時間は通常の放射線治療の3倍程度を要し、その分、医師や放射線治療技師、看護師の労力を要すると考えられる。

6. 当院での強度変調治療（IMRT）症例やその内容について
2007年5月より、IMRTをスタートした。2010年2月時点で、74例にIMRTを施行。内訳は、前立腺62例、頭頸部3名、脳腫瘍8名、その他1名である。

このうち、症例数の多い前立腺癌について概説する。前立腺癌の全症例62例の年齢は49歳

実際の治療においては、通常の放射線治療は1回の治療につき3～5分程度でセットアップし照射を行うが、患者1名あたりの時間は着替えや寝台への移動時間など全部を含めると平均的に10分程度と考えられる。しかしながら、IMRTの際には、毎回、体の補正や標的臓器の位置ズレを補正するため、固定具の位置修正を行いレントゲン画像等を用い標的部位の確認



から82歳(中央値は69歳)。基本的に骨転移やリンパ節転移がある症例は、IMRTの適応外と考えられ、TNM分類におけるT1～T3症例に対して治療を施行した。また、前立腺癌のリスク分類では、低リスク群3例、中間リスク群36例、高リスク群23例であった。放射線治療前にホルモン治療が施行されていた症例は、55例/62例であった。

照射線量は、現在当院においては、中間および高リスク群に対しては、2Gy/38回/総線量76Gy、低リスク群には、2Gy/36回/総線量72Gyを投与している。また、糖尿病患者は放射線治療を施行により副作用が強く出る可能性があり、2Gy/36回/総線量72Gyで治療を行っている。

治療の効果判定はPSA、MRI画像にて経過を見ているが、経過観察期間が短いため現段階では確定的なことはいえないが、局所再発や転移症例は見られていない。また、PSAの再上昇例が5例あるが、軽微な上昇であり経過観察中である。

副作用としては、照射中～照射後1ヶ月程度の急性毒性として、膀胱刺激症状、頻尿などの泌尿器症状が見られた症例は10例、下痢、血便など消化器症状が見られた症例は7例であった。これらは有害事象共通用語基準であるCTCAE (v3. 0)⁴⁾におけるGrade1相当であり、とくに処置もなく改善した。また、IMRT後1～2年後の遅発性障害として血便を主訴とする放射線直腸炎が2例に見られたが、1例は対症療法で改善が得られたが、1例はアルゴンレーザー焼却術が施行され、その後、止血が得られている。

7. まとめ

IMRTについて大まかであるが、当院の現状も含め概説した。副作用を減らし標的臓器に対しての線量集中性を高めるため治療直前にエコーやCT等を用い、より位置照合の精度を増した方法(画像誘導放射線治療)やMRI画像やPET画像などを放射線治療用の画像と融合さ

せ、より精密に治療計画を行う方法など様々な発展が見られている。

今後、IMRTを含め多様な放射線治療の適応拡大が予想されるが、沖縄県における放射線治療の環境は整っているとは言い難く、放射線治療医や治療技師などの専門スタッフの充足が必要で「正確」で「安全」な放射線治療を担保していくことが重要と思われる。

参考文献)

- 1) 澁谷 均、他：放射線治療—専門医にきく最新の臨床一、中外医学社、東京、2004
- 2) 日本放射線腫瘍学会：IMRTガイドライン 2008
- 3) 日本放射線腫瘍学会：多分割コリメータによる強度変調放射線治療の機器的制度確保に関するガイドライン
- 4) CTCAE v3. 0：International Journal of Clinical Oncology Vol. 9, Supp III：1-82, 2004



Q UESTION!

次の問題に対し、ハガキ（本巻末綴じ）でご回答いただいた方で6割（5問中3問）以上正解した方に、日医生涯教育講座0.5単位、1カリキュラムコード（8.医療の質と安全）を付与いたします。

次の問いに、○×で解答せよ。

1. 強度変調治療は、時間的、空間的な線量調整をマルチリーフコリメータなどを用い、二方向以上の照射で調整する放射線治療である。
2. マルチリーフコリメータとは、放射線の線量を調整する制御板である。
3. 原発性前立腺腫瘍、原発性肺腫瘍、原発性中枢神経腫瘍が、IMRTの保険上の適応である。
4. IMRTの治療計画後、分布や線量に関しての測定—検証を必ず施行しなければならない。
5. 保険適応施設としては、放射線診断専任医2名がいる場合にのみ、保険適応が認められる。

CORRECT
ANSWER!

4月号 (Vol.46)
の正解

慢性咳嗽について

問題：咳喘息の病態、治療について

次の設問1～5に対し、○か×印でお答え下さい。

- 問1. 気道過敏性は亢進しており、喘鳴（wheeze）も認める。
- 問2. 治療薬として気管支拡張薬が有効である。
- 問3. ほどんどの症例は自然完解し、気管支喘息には移行しない。
- 問4. 重症の場合は、短期間の経口ステロイド薬が有効である。
- 問5. 湿性咳嗽を呈する。

正解 1.× 2.○ 3.× 4.○ 5.×

