

【放射線治療研究会】

平成 27 年度放射線治療研究会報告

今年度の夏季学術大会における放射線治療研究会は「放射線治療計画装置」をテーマにして開催した。参加者は午前 96 名、午後 85 名であった。

近年、放射線治療技術の進歩により多くの施設で強度変調放射線治療や定位放射線治療等の高精度放射線治療が施行可能となった。その高精度放射線治療に必要な不可欠なものとして治療計画装置がある。治療計画装置は病巣に対して放射線の入射方法を検討し、適切な線量が処方できているかを確認するためのコンピュータである。

そのため、リニアックの仕様を正しく反映でき、患者情報の取り扱いや吸収される線量を正しく計算できなければならない。今回は放射線治療計画装置の品質管理に関するご講演と国内で使用されている代表的な 4 社の治療計画装置のユーザーの先生方にご発表を頂き、そのノウハウについてご教授いただいた。

本報告書では、夏季学術大会について、そのプログラムを記載し、詳細な内容に関しては抄録を参照していただきたい。

また、前日開催されたパネルディスカッションでの講演発表の後抄録についても掲載する。

代表世話人 広島がん高精度放射線治療センター 山田 聖

第 16 回夏季学術大会 放射線治療研究会

日時:平成 27 年 7 月 5 日(日)

場所:保健学科 301 号講義室

【講演】10:00～11:00

司会 広島平和クリニック 藤本 幸恵

「放射線治療計画装置の品質管理について」

広島平和クリニック 小野 薫

【テーマ】「各社の放射線治療計画装置に関する品質管理について」

司会 徳島大学病院 佐々木 幹治

【午前の部】11:00～12:30

「Eclipse」 社会医療法人財団 大樹会 総合病院 回生病院 北岡幹教

「XiO」 徳島県立三好病院 杉本渉

【昼休憩】12:30～13:30

【午後の部】13:30～15:00

Pinnacle 鳥取大学医学部附属病院 小野康之

iPlan 高知大学医学部附属病院 佐々木俊一

日本放射線技術学会中国・四国部会 第16回夏季学術大会

日時：平成27年7月4日（土）

場所：ピュアリティまきび

パネルディスカッション14:40～16:45

テーマ「乳がんの画像診断から治療まで」

5. 乳房温存療法における放射線治療

徳島大学病院 佐々木 幹治

【講演】 放射線治療計画装置の品質管理について

広島平和クリニック 小野薫

■ はじめに

近年、放射線治療装置や治療計画装置の発展に伴い、強度変調放射線治療や定位放射線治療などの高精度放射線治療が普及してきた。しかし、放射線治療事故は増加傾向であり、特に治療計画装置に関するインシデントやニアミスが多く報告されている¹⁾。このように、治療計画装置の品質管理は安全な放射線治療の実施において最も重要な項目の一つである。その事故の要因として、まずはヒューマンエラーが挙げられる。したがって、治療計画装置に登録するビームデータやそのモデリングには十分な注意を払わなければならない。また、ソフトウェアのバグも事故の要因として考えられる。約 100 万桁からなるプログラムコードで構成される治療計画装置には、数千個のバグが存在するとの報告もある²⁾。以上のように、治療計画装置の導入から継続した品質管理を行う必要がある。

■ 線量の関与しない品質管理

治療計画装置の品質管理は AAPM-TG53 で報告されているように、大きく二つに分けて考えることができる³⁾。一つは線量に関与しないものと、もう一つは関与するものである。近年は

画像誘導放射線治療がもつぱら実施されており、画像なくしては考えられないといっても過言ではない。特に治療計画時には複数の診断画像を利用する機会が増え、照射時の位置合わせにもコーンビーム CT などが利用される。以上のように、CT 画像だけではなく PET や MR 画像の特徴を十分に把握することが求められるようになってきた。その画像の不確かさが線量寄与にどの程度影響するのかに重点を置かなければならない。

■ 線量の関与する品質管理

線量計算の不確かさは治療成績の低下や医療事故にも繋がる。実際には水、もしくは水等価ファントムを用いて測定したビームデータやシミュレーションにより計算した物理データを考慮し、人体の線量を予測する。この作業には多くの不確かさが存在するため、各治療計画装置の特徴を十分に理解、把握した上で使用しなければならない。導入時のアクセプタンステストやコミッショニングも当然重要であるが、継続した品質管理を行うことで事故を未然に防ぐことができる。

■ おわりに

講演では包括的な治療計画装置の品質管理

について言及した。われわれは線量計算のみならず、それに直接的には関与しない、医用画像に関する品質管理も併せて行っていく必要がある。

■ 参考文献

- 1) World Health Organization: WHO, "Radiotherapy Risk Profile" (2008).
- 2) J. Jacky, et al., "Testing a 3-D radiation therapy

planning program," Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 18, 253-261 (1990).

- 3) American Association of Physicists in Medicine Radiation Therapy Committee Task Group 53, "Quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning" Med.Phys. 25, 1773-1829 (1998).

座長集約

各社の放射線治療計画装置に関する品質管理について

【午前の部】11:00～12:30「Eclipse」「XiO」

【午後の部】13:30～15:00「Pinnacle」「iPlan」

座長 徳島大学病院診療支援部診療放射線技術部門

佐々木幹治

1. Eclipse 社会医療法人財団 大樹会 総合病院 回生病院
2. XiO 徳島県立三好病院
3. Pinnacle 鳥取大学医学部附属病院
4. iPlan 高知大学医学部附属病院

北岡幹教

杉本渉

小野康之

佐々木俊一

現在の放射線治療において、放射線治療計画装置は無くしてはならないものである。放射線治療計画装置による治療計画とは、実空間の放射線治療器で行われる幾何学的な動作や放射線の線量付与過程をシミュレーションすることである。品質保証とは実空間放射線治療器と放射線治療計画装置で行われるシミュレーション(仮想空間)の橋渡しにおいて線量および幾何学的な条件などをどのように保証するのか。品質管理とは品質保証をどのように維持していくのかということになる。

本シンポジウムでは、国内で使用されている代表的な4社の治療計画装置の品質管理について4名の先生にご発表いただき、研究会に

ご参加いただいた方と共に議論を行いました。午前の部では、回生病院の北岡幹教先生から Varian 社製の治療計画装置である Eclipse に関する臨床導入前の検証と導入後の伴う検証についてご発表いただきました。続いて、徳島県立三好病院の杉本渉先生から Elekta 社製の治療計画装置である XiO に関するビームデータ測定、モデリング、受入れ試験、コミッションング、臨床プランチェック、ネットワーク関連についてご発表いただきました。参加者の方からは、「ビームデータ測定前の事前準備の大切さが分かり良かった。」といった声も聞こえておりました。午後の部では、鳥取大学医学部附属病院の小野康之先生から Philips 社製

の治療計画装置である Pinnacle に関する X 線の線量計算アルゴリズム, X 線および電子線のビームデータ測定, ビームモデリングの詳細についてご発表いただきました. ご発表後には, ビームモデリングについて活発な意見交換が行われました. 最後に, 高知大学医学部附属病院の佐々木俊一先生から BrainLAB 社製の治療計画装置である iPlan に関する紹介ならびに実際の臨床運用についてご発表いただきました. 臨床開始後の実測データと治療計画装置による計算結果の違いを踏まえ, フレームレス定位の固定具を外輪郭に含めて計算させることにより, 精度の良い検証が可能であると触れられておりました.

本シンポジウムでは, 各社における治療計画装置のビームデータ測定ならびに各施設におけるコミショニング内容の情報を得ることによって, これらを経験されていない方にとりましても有用な機会となったのではないかと考えております. また, 臨床使用における注意点について情報を得ることによって, 放射線治療医の立案した治療計画を正確に実現するための一助となり得たのではと考えております

【Eclipse 偏】

社会医療法人財団 大樹会 総合病院
回生病院 北岡幹教

■ はじめに

近年, 報告された放射線過照射事故の原因をみると, 放射線治療装置・放射線治療計画装置の理解不足・データ登録のミスなどのヒューマンエラーによるものが少なくない. これらの多くは, 装置導入時の受入れ試験と, その後に実施されるコミショニングで発見可能な原因がいくつも存在する. 放射線治療計画装置に

関する品質管理には, 治療計画装置の導入(臨床開始前)に伴う検証と臨床開始後に伴う検証に大きく分けられる. 治療計画装置の導入(臨床開始前)に伴う検証は, 受入れ試験, ビームデータ測定, ビームモデリング, コミショニングであり, 臨床開始後に伴う検証は, Plan Check, MU 検証である.

■ 受入れ試験

Eclipse における受入れ試験は, 概ね動作確認(通信確認)と言ってよい. 通信確認項目として CT Image の取り込み, RT Dose, RT Plan の出力確認, プリンターへの出力確認などがある. 動作確認項目としてアイソセンタ, リファレンスポイントの設定が行えるか, また, 計算アルゴリズムの正常動作(計算)確認となる.

■ ビームデータ測定

X 線の測定項目として Open 照射野では PDD, OCR, Diagonal Profile, OPF. ウェッジでは PDD, OCR, Longitudinal Profile, 絶対線量測定(SSD=100,80,120cm)などである. Eclipse の特徴として Open 照射野の OPF は矩形の照射野も必要である. ウェッジの絶対線量測定(SSD=80, 120cm)の目的は測定データと計算データの整合性を改善させるためである. また, 電子線の測定項目として Open 照射野では, PDD, Block PDD, OPF であり Block とは自作の低融点鉛ブロックをアプリケーションに装着して測定を行う.

■ ビームモデリング

通常, 日本国内では Eclipse のモデリングはビームデータを登録するだけの施設が多い. AAA (Anisotropic Analytical Algorithm) の計算を行うのに概ね 2, 3 時間を要する.

■ コミショニング

エクセルシートを用いて計測を行った. 計測結果より誤差を 1%以内に収めるように 10MV-X

線の絶対線量の修正を行った。また、コミッション時に調整を行うものとして Profile の辺縁の修正, MLC の修正がある。

■ Plan Check

Plan Check 項目をそれぞれ管理項目として分別し確認を行い, チェックシートに記載する。

■ MU 検証

MU 検証ソフトは, 水ファントムモデルをベースとしており患者モデルの外輪郭や不均質の補正に関しては考慮されていない。また, 実際の診療(患者)を想定したファントム材質や形状を考慮した実測も理想ではあるが, 形状が不変な基本パターンによって放射線治療計画装置内のパラメータを確認することが限界である。このような検証作業は, 基礎ビームデータの誤りやプログラムのバグの発見あるいは MU 値の品質保証という地味な作業であるが, 過去の医療事故を考えると効率的な検証作業を各施設で構築することが必要となる。

■ 最後に

AAPM の report No.13 にもあるように患者への全不確定要素は 5%以下に保たなければならないといった報告があり, 今回のテーマである放射線治療計画装置の品質管理としては 4.2%以内に収める必要がある。そのために, 不確かさの存在を念頭に入れ治療計画装置を使用しなければならない。

【Xio 偏】

徳島県立三好病院
杉本 渉

■ はじめに

近年 3DCRT が普及し, 放射線治療計画を立案・実施する上で放射線治療計画装置は必要不可欠なものとなっている。我々は, 治療計画装置により示された患者体内の線量分布のシ

ミュレーションおよび計算された MU を実臨床で用いている。放射線治療を行う上で重要な位置を占めている治療計画装置, 特に XiO の品質管理について本稿で述べる。

■ ビームデータ測定・モデリング

放射線治療計画装置の導入において, 治療器のビームデータ測定は治療器固有の物理特性を入力するための必須項目とされている。治療計画装置上でのモデリングの際には, ユーザーが測定したビームデータが手本となる。そのため, ビームデータ測定精度が低い場合にはモデリング精度も低くなる。従って, 治療計画装置導入において最も重要な項目の一つであるといえる。実測データが含む誤差は後々, 治療計画装置が含む誤差に繋がることを認識しておく必要がある。

ビームデータ測定を実施する前に, 使用する検出器の種類や型式, 測定条件・方法を決定しておくことなどが重要であると考えられる。特に検出器の形状および材質の違いが, 照射野に依存して測定値に及ぼす影響などをあらかじめ把握した上で, 検出器を選択することが重要である。事前測定を行い, 上記を決定しておくことにより, ビームデータ測定を円滑に行うことが可能となる。XiO におけるモデリングは測定データの入力, 入力データの補間, ビームの特徴の調整・再現が主なものとなる。しかし, 全ての照射野に対し, ビームを合わせ込むことは困難である。そのため, ユーザーは小照射野(定位照射等)用と通常用いる照射野用に分けたモデリングを行うことも考慮しなければならないと考える。XiO の線量計算アルゴリズムには, convolution 法と superposition 法が実装されている。共にモデルベースのアルゴリズムであるが, convolution 法では計算カーネルが固定であるのに対し, superposition 法では

計算カーネルが密度に対して変形する。これのことより、不均質を多く含む領域において線量分布の計算結果に違いが生じるため、臨床で使用する場合は適切なアルゴリズム選択が必要となる。

■ コミッショニング

コミッショニングにおいては、治療計画装置を臨床で使用するにあたり、最低限の品質保証とどの程度まで精度が保証できるか把握することを主な目的とする。当院のコミッショニングでは、治療計画装置が線量計算を行う上で重要な要素である OPF(出力係数)、PDD(深部量百分率)、OCR(軸外線量比)について重点的に検討を行った。OPFの検証は絶対線量測定により行い、基本的な照射野における線量計算の誤差把握を行った。PDD および OCR の検証は 3D 水ファントムを用いて実測したプロファイルと治療計画装置が計算したプロファイルと比較することで行った。比較の際、臨床で主に用いられる SAD 設定時のプロファイルと比較することにより実臨床におけるプロファイルのズレをある程度把握することが可能となる。これらの項目を検討しておくことにより、治療計画装置の計算結果が持つ基本的な誤差を把握することができ、実臨床において治療計画をする際の判断材料となると考えられる。

■ 臨床において

XiO は CT 画像から線量計算が行われるまでの過程で、電子密度グリッド、ビームグリッド、線量計算グリッドと呼ばれる 3 つのグリッドを使用している。電子密度グリッドは、CT ピクセルをいくつかの単位にまとめて低解像度化した後、電子密度変換によって不均質の情報を格納したグリッドである。ビームグリッドは線源から放射状に伸びたファンラインと中心軸に直交するデプスラインとで構成された四角錐上のグ

リッドであり、線量計算に用いられる。線量計算グリッドは、ビームグリッドで計算された線量分布を格納するためのグリッドである。こ XiO はこれら 3 つのグリッドを用いて線量計算を行い、その結果を表示している。臨床においては、治療医が作成した治療計画に対し、いくつかのチェック項目を設けることが望ましいと考える。処方線量、線量計算アルゴリズム、PTV マージン設定、標的体積やリスク臓器の線量制約等のチェックが挙げられる。これらのチェック項目の確認を行うことで放射線治療の品質の担保およびミス低減を図ることが可能となる。

■ 最後に

放射線治療計画装置の品質管理を行う過程において、End-to-End 試験に近い形の検証を実施することが重要である。このことにより、放射線治療を実施する上で意図された治療計画が実現可能であるかを確認することができる。また、コミッショニングによって保証された放射線治療計画装置の精度を維持していくためには、治療器自体の精度管理が重要であると考えられる。

【Pinnacle³ 偏】

鳥取大学医学部附属病院 放射線部
小野康之

■ はじめに

本報告では、治療計画装置 Pinnacle³ の品質管理について、Pinnacle³ で採用されている線量計算アルゴリズムの概要について、受入試験の内容、ビームデータの測定内容、ビームモデリングについて、臨床面では Plan Check の内容、MU 検証、ネットワーク接続についてまとめる。

■ 線量計算アルゴリズム

Collapsed Cone Convolution (CCC)法は、線

量カーネルを光子が相互作用を起こした点を頂点とする複数の円錐に分割し、各円錐が張る立体角方向へ放出されたエネルギーがその円錐の軸上の体積要素で吸収されるものとして近似する計算法である(図 1)。ある体積要素から円錐方向へ向かって放出されたエネルギーは円錐の軸に沿って伝播、減衰し軸上の体積要素によって吸収されるものとして近似する。相互作用点からの距離が遠くなるとこの近似の精度は低下するが、ほとんどのエネルギーは相互作用点の近傍で吸収されるために、この方法は良い近似となる^{1,2)}。

■ 受入試験の内容

Pinnacle³ の受入試験の内容としては、登録されたデータのチェック、転送パラメータのチェック、線量計算値と実測値の比較チェックがある。登録されたデータのチェックでは、治療装置仕様基本構成、幾何学的形状、モニタユニット(MU)等のリニアックマシン仕様、ビームプロファイル、アウトプットファクタ、電子線の線量計算の為のデータ、CT 値-密度変換テーブルのデータのチェックが行われる。転送パラメータのチェックでは、オンラインで治療装置へ転送したパラメータの整合性、治療装置の動作確認、Wedge や電子線コーンの確認が行われる。線量計算値と実測値の比較チェックでは、水ファントムを使用した種々の照射条件の実測値と計算値の比較が行われる。これらの試験は、チェックシートに従って実施され記録、保管が行われる。

■ ビームデータの測定内容

Pinnacle³ のビームデータ測定は、X 線の治療計画に必要なデータとして、SSD=100cm における PDD, OCR の測定、OPF, トランスマッションファクタ、マシンキャリブレーション値算出用のポイント線量測定、ダイナミックウェッジ用

の OCR, OPF の測定を行う。電子線の治療計画に必要なデータとして、最大コーンの PDD の測定により、その後の測定で使用する各エネルギーの測定深の決定、SSD=100cm での PDD, OCR, カットアウトポイント線量、マシンキャリブレーション値算出用ポイント線量、OPF の測定、Virtual SSD, Sigma-Theta-X の算出用の空気中での測定を行う。

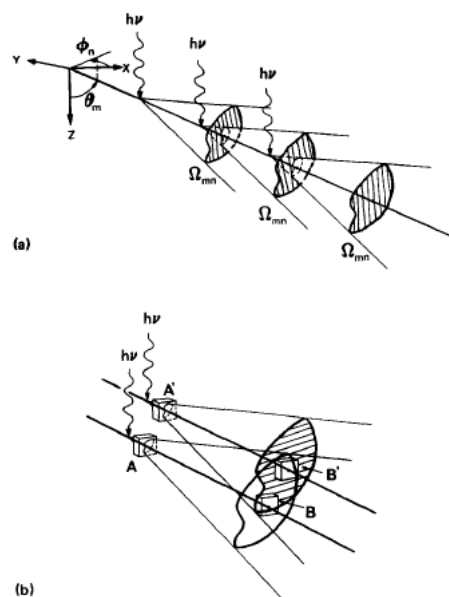


図 1 CC Convolution の概念図

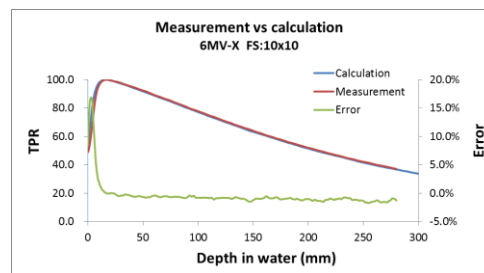


図 2 X-6 MV における PDD 検証結果

■ ビームモデリング

ビームモデリングでは、以下の 4 つのパラメータを決定することで治療装置のビーム特性を再現する。

1. Energy Spectrum

加速器ヘッドから出てくる各エネルギーの相対的な光子数を定義するパラメータである。

2. Electron Contamination Parameter

ビルドアップ領域に影響する電子線の量、最大の深さ、深さに対する電子線量の減少の割合、照射野サイズによる電子汚染の変化を制御するパラメータである。

3. In field model parameter

光子フルエンスと光子エネルギーの分布を照射野の軸外距離の関数として、照射野内をモデル化するパラメータである。

4. Out of field model parameter

Fluence model のボケ、平坦化フィルタからの光子の散乱モデル、Jaw, MLC からの透過線量を制御し、半影領域と照射野外領域をモデル化するパラメータである。6MV-X線のモデリングの結果を図2に示す。

■ Plan Check の内容

当院で行っている Plan Check の内容は、1. 患者選択画面における患者 ID, 氏名のチェック, 2. CT-密度変換テーブル, レーザーマーカ等の計画セットアップ情報, 3. アイソセンタや線量基準点, 4. 臓器輪郭設定, 5. ビーム設定情報, 6. 線量処方の設定, 7. DVH 等によるリスク臓器の線量確認を行っている。Plan Check 時には、ある条件を変えると同時に他の条件も変わる場合や、表示の仕方によって設定の間違いを見落とす場合があるので注意が必要である。

■ MU 独立検証

当院では、Plan Check が完了した Plan を MU 独立検証ソフト(MU-Check)により検証を行い、許容値(±3%)を満たした場合にプランの登録を行う。許容値を満たさない場合は、他の治療計画装置(Xio)を使用して検証を行い、そ

れでも許容値を満たさない場合には水ファントム等を使用して実測を行うこととしている。当院ではこの2段階の検証ではほぼすべてのプランが許容値を満たしている。

■ ネットワーク接続

当院のネットワーク接続は RIS で治療予約の情報を登録し、その情報が HIS, ARIA へ送信される。その後、X線シミュレータ(Acuity)で患者情報を選択し位置決め後画像を撮影し、撮影した画像は ARIA へ送られる。次に CT シミュレータにより治療計画用 CT を撮影し画像データを治療計画装置へ転送する。計画装置で作成された計画情報は ARIA へ転送し、治療パラメータの登録を行う。治療の実施情報は ARIA を介して RIS に送られその後 HIS に治療実施情報が反映する仕組みとしている。

■ まとめ

現在の放射線治療において、治療計画装置の品質管理は非常に重要な項目の1つである。治療計画装置の品質を担保するために、受入試験、コミッショニング、定期的な QA についてよく理解し、QA プログラムの作成や実施を行うことが必要である。

■ REFERENCE

[1] A Ahnesjö, "Collapsed cone convolution of radiant energy for photon dose calculation in heterogeneous media", Med. Phys. 1989, 16(4), 577-592.

[2] 水野秀之, 五十川裕之他, "X線線量計算の不均質補正法に関する医学物理ガイドライン", 医学物理, vol.31 Suppl. 5, 2011.

【iPlan 偏】

高知大学医学部附属病院

佐々木俊一

■ 当院放射線治療システム

iPlan の計画装置としての使用頻度は主に使用している Eclipse (Varian 社) の 10 分の 1 程度 (患者数) であるが、品質管理においては他の装置と同様に行う。

■ ビームデータ測定内容

iPlan におけるビームデータの測定内容は、他社と比較しての違いは、絶対線量を含めた OCR, PDD 等の照射野形成がプライマリージョー及びマルチリーフコリメータにて形成される場所にあり、他の測定結果と重複する部分が少ない。また水中の線量測定に並んで空中の線量を同様に行う。測定結果は BrainLAB 社より提供される独自のビームプロファイル入力アプリケーションによって各種項目についてデータが作成でき、そのデータを直接本社に送付することで実際のビームモデリングデータの入力用変換データを与えられる。これによりモデリングチェックは本社によって直接行われる形となる。

■ アクセプタンス内容

アクセプタンスの項目ごとに細かく内容が分か

れており、装置の使用説明に伴って行われる。各ソフトウェアが使用可能であることの確認やデータの転送範囲と転送確認、ビームモデリングの結果に対する各種ビームの確認となり、実測値及び線量分布の確認を含めて行われる。その中にはコミショニングの内容に関わってくる項目もある。また、アクセプタンス時に装置の稼働確認を行うが、機器使用のトレーニングも含まれるため、この時に使用方法を熟知する必要がある。

■ コミショニング内容及び日常 QA

確認されたビームモデリングについて単純な照射野から複雑な形ものまで確認し、プロファイルの一致を確認する。IMRT や当院で症例数が比較的多い頭部の定位放射線治療に関しては、症例ごとに線量分布及び線量測定を行うこととしている。また、半年に 1 回程度の頻度で QA 時に使用するファントムを用いて CT 撮影から模擬治療計画、線量分布及び線量測定を行い End-to-End 試験による総合的なチェックを行う。

第 16 回夏季学術大会

パネルディスカッション テーマ「乳がんの画像診断から治療まで」

『乳房温存療法における放射線治療』

徳島大学病院診療支援部診療放射線技術部門 佐々木幹治

1. はじめに

近年、乳房温存療法における術後照射は、年々増加傾向にあり、当院で最も症例数が多い治療部位でもある。乳房温存術後における放射線治療の役割として局所再発の予防が目的とされている。その他に進行・再発乳癌に対する放射線治療が挙げられる。

2. 乳房温存療法における放射線治療の適応と意義

放射線治療の適応としては、腫瘍径が 3 cm 以下であること広範囲な乳管進展がないこと、多発病変がなく、患者の希望があるなどが挙げられるが、基本的には乳房温存手術を受けた全症例が適応となる。続いて、放射線治療の意義としては、海外のランダム化比較試験の結果から手術単独群と比べて手術後に放射線治療を加えることにより、有意に温存乳房内の再発減少が認め

られている。また、浸潤性乳管癌においては、生存率の向上も認められている。このエビデンスをもとに乳房温存療法における放射線治療は、推奨グレード A（十分な科学根拠があり、積極的に実践するよう推奨）とされている。よって、非浸潤性乳管癌におよび Stage I - II 乳癌に対する乳房温存手術後は放射線療法を行うことが強く勧められる。

3. 乳がんの放射線治療

乳房温存手術後における標準的な放射線治療は、4MV もしくは 6MV-X 線を用いた残存乳腺への照射である。また、必要に応じて追加照射（断端から 5 mm 以内に腫瘍細胞を認める場合には腫瘍床に対して電子線による照射を追加）や鎖骨上リンパ節への照射が行われる。そのため、依頼科の所見内容を把握し適切な治療指針に合わせて行う必要がある。患者治療体位は、仰臥位による両側上肢挙上を基本体位としている。照射野の目安として上縁は胸骨切痕、下縁は乳房下溝の足方 1 cm、内側縁は正中、外側縁は中腋窩線から後腋窩線とされている。照射角度については、線束の肺野への拡がりを抑える手法である接線照射法もしくはハーフフィールド法が用いられている。

4. 当院における治療計画の確認ポイント

放射線肺臓炎の頻度低下のため肺野を 2 cm 以内であること。呼吸性移動による internal margin と照射中の乳房の腫脹と縮小に対応するため乳頭基部皮膚面より 1.5cm 外側であること。その他に、アイソセンタ位置の設定として均一な照射ができるポイントを選択、深部に設定した場合には MU 増加により皮膚炎の増悪の可能性を考慮して肺野から 1.5 cm ほど離している

ことなどのポイントがある。これらの事が治療計画時に順守されているかの確認を複数の技師で行っている。

5. 最後に

乳房温存療法における放射線治療は多数の施設で実施されており、広く普及された治療である。しかし、有害事象や正常組織への不要な照射に気をつけ今後も検討を重ねながら、症例毎に工夫を凝らす必要がある。