

## 【放射線治療研究会】

平成 28 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「放射線治療計画と患者セットアップ」をテーマにして開催した。参加者は午前 98 名、午後 72 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の導入が進んでいる。その治療計画業務に携わるためには物理的な QA や臨床的な QA の知識が必要不可欠とされてい

る。治療計画装置と治療計画技術に関して実際に現場で治療計画に携わっておられる 3 名の先生方にご講演をいただいた。また、患者のセットアップについては、部位別の固定具選定や再現性良く患者体位を保持するための施設ごとの工夫やその精度に関して詳細に分析され、データをご提示いただいた。

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。

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 17 回夏季学術大会 放射線治療研究会

日時:平成 28 年 7 月 3 日(日)

場所:広島大学霞キャンパス内 広仁会館 2 階 大会議室

【午前の部】9:30~12:00

司会 岡山大学大学院 笈田 将皇

【9:30~10:30】治療計画総論

「治療計画技術の基礎と応用」

HIPRAC

古川健吾

「線量処方・線量計算と治療計画の評価」

広島大学病院

河原 大輔

【10:40~11:40】治療計画におけるピットホール

「通常治療計画における注意事項」

「IMRT 治療計画における注意事項」

徳島大学病院

佐々木 幹治

【11:40~12:00】ディスカッション

【午後の部】13:00~15:30

司会 山口大学医学部附属病院 田辺 悦章

【13:00~14:00】 セットアップ病院規模別報告

「年間 100 例以下」

鳥取厚生病院

木原 康行

「年間 300 例以下」

山口県立総合医療センター

安井 謙一郎

「年間 500 例以上」

倉敷中央病院

山田 誠一

【14:10~15:10】セットアップ部位別報告

「頭頸部領域」

松山赤十字病院

上田 真吾

「乳腺・胸部領域」

香川大学医学部附属病院

續木 将人

「腹部・骨盤領域」

高知大学医学部附属病院

森田 一郎

## 放射線治療研究会 座長集約

座長 岡山大学大学院 笈田将皇

【9:30～10:30】

治療計画総論

1. 治療計画技術の基礎と応用

HIPRAC 古川 健吾

2. 線量処方・線量計算と治療計画の評価

広島大学病院 河原 大輔

【10:40～11:40】

治療計画におけるピットフォール

1. 通常治療計画における注意事項

2. IMRT 治療計画における注意事項

徳島大学病院 佐々木 幹治

【11:40～12:00】 ディスカッション過去の放射線治療事故ならびに近年の高精度放射線治療の導入に鑑み、放射線治療では治療計画に関係する物理的 QA の重要性が高まっています。また、直接的に治療計画業務に携わる機会も増えており、臨床的 QA の知識も必要とされつつあります。

本シンポジウムでは、治療計画装置と治療計画技術に関する基礎と応用について、3名の先生にご発表いただき、会場の参加者と共に議論を行いました。

はじめに、広島がん高精度放射線治療センターの古川健吾先生から、治療計画技術の基礎と応用と題して、放射線治療計画の概要ならびに治療計画の実践に必要な知識や考え方について発表していただきました。このセッションでは、主に ICRU の定義を踏まえたマージン設定の考え方と3次元から4次元へと移行する現在の治療計画技術応用について触れられ、わかりやすく説明していただきました。続いて、広島大学病院の河原大輔先生から、線量処方・線量計算と治療計画の評価と題して、治療計画装置の線量計算アルゴリズムの基礎と応用、線量処方規定の概念と臨床応用において必要とされる臨床的 QA に対する考え方と

研究応用について発表して頂きました。このセッションでは、主に治療計画装置メーカーの線量計算アルゴリズムの時代変遷ならびに特徴と計算アルゴリズムの違いや線量処方規定の違いによる絶対的な線量処方への影響など、研究要素を含む臨床的課題について触れられ、わかりやすく説明して頂きました。

最後に、通常治療計画、IMRT 治療計画における注意事項と題して、治療計画におけるピットフォールについて徳島大学病院の佐々木幹治先生より発表していただきました。このセッションでは、実際の治療計画業務の中で求められる物理的 QA および臨床的 QA を具体的に説明して頂き、どのようなミスがどのような結果を招くか、様々なケースを説明して頂きました。特に IMRT 治療計画では、通常治療計画に比べて、より高度な物理的 QA と臨床的 QA が求められることがわかりました。

午前中のシンポジウムでは、治療計画技術、治療計画装置の特徴や取扱いについて発表していただき、ディスカッションでは会場の参加者と共に治療計画への関わり方について高度な議論を展開し、無事、盛況裡に終わりました。今後、新たに治療計画業務に関わりたい参加者に有益な情報となる機会であったのではないかと思います。また、今回の話題提供を契機として、より詳細な特性や臨床応用に関する内容に関しては、今後の学術大会での発表が期待されました。

## -治療計画概論-

### 1. 治療計画技術の基礎と応用

#### 広島がん高精度放射線治療センター

古川 健吾

【はじめに】放射線治療計画の作成にあたり、その記録は、施設や個人の独自のルールにより作成されるのでは無く、他施設において共有できる情報である必要がある。ICRU は、Report50,62,83 で、放射線治療で受け入れられるわかりやすい簡潔な概念と定義を提案しており、放射線治療はこれに従って記録される必要がある。

【ICRU report】ICRU62 では、ITV (Internal tumor volume) という概念が提案された。ITV は CTV (Clinical target volume) に臓器移動に対するマージン IM (Internal margin) を加えた標的体積であり、さらに治療計画時の CT 上における静止した任意の骨格位置からの、各照射時の同骨格位置の変異を補償するマージン SM (Setup margin) を加えたものが PTV (Planning target volume) となる。マージンを選んだ方法と大きさを記録し、IM と SM は単純に足し合わせられないこと、CTV に IM と SM を加えたものが PTV にならないことを留意すべきである。PRV (planning organ at risk volume) は、OAR (organ at risk) の治療中の動き、セットアップの不確実性を代償するマージンを付加したものであり、PTV と PRV が重なる場合は、どちらかを優先するか、あるいは、折衷案を考えなければならない。一般的に 1 回線量の高い定位照射における直列臓器(食道、気管、大血管など)においては、PRV マージンを付加することが多い。しかし、再照射など、症例によっては、PRV マージンを付加することができない場合もあり、患者に十分リスクを説明した上で、PRV マージンを決定する必要がある。

#### 【脳定位照射における不確かさ】

脳定位照射における不確かさは大きく2つに分

けられる。画像の分解能やレジストレーションを含めた CTV のコンツールングに関する不確かさと IM, SM を含めた照射に関する不確かさである。施設でマージンをどのように決定するか、また、精度をどのように担保するのか検討する必要がある。さらに重要なことは、治療結果を十分解析し、マージンが適切であったか再度検討する必要がある。

#### 【正常組織の耐用線量】

肺や肝臓に代表される並列臓器は、臓器の一部が損傷を受けた場合において、臓器としての機能が維持できる。一方、脊髄や腸管に代表される直列臓器は、臓器の一部が損傷を受けた場合、臓器として機能が維持できない。並列臓器は主として  $V_{x(\%)}$  や Mean dose などで評価され、直列臓器は  $D_{max}$  や  $D_{1cc}$  などで評価される。

ガイドライン等で示される正常組織の耐用線量は、あくまで臨床経験をもとにした参考値に過ぎず、合併症が起こらないと保証する線量ではない。施設ごとにポリシー、線量計算アルゴリズム、1 回線量などを考慮して、線量限度を決定する必要がある。

#### 【呼吸性移動対策】

移動長が、10 mm を超える腫瘍は、可能な限り呼吸性移動対策を講じることが望ましい。その方法は、施設により異なるが、毎回の照射直前または照射中に治療計画時に設定された照射範囲内に腫瘍が含まれていることを確認・記録する必要がある。

#### 【おわりに】

放射線治療において、記録の重要性は言うまでも無く、客観的かつ正確な情報を残すよう、日々、日常診療に携わって行く必要がある。

#### 【参考文献】

放射線治療計画ガイドライン 2012年版 日本放射線腫瘍学会編

## 治療計画概論

### 2. 線量処方・線量計算と治療計画の評価

広島大学病院 河原 大輔

【はじめに】近年 IMRT に代表されるように放射線治療技術の進歩は著しく、それに伴い放射線治療計画装置も複雑化している。今回、治療計画装置について線量計算アルゴリズム、線量処方法、さらに治療計画の評価方法について報告した。

【線量計算アルゴリズム】線量計算アルゴリズムは大きく分けると実測/補正ベースアルゴリズムとモデルベースアルゴリズムに分けられる。実測ベースは測定したデータを使用しているが、モデルベースでは“仮想リニアック”としてリニアックのモデルを作成するためこれを測定結果に近づけておく必要がある。実測ベースが抱える問題点は、不均質領域での計算精度であるがモデルベースにおいてはこれを改善する工夫がなされている。さらに近年はモンテカルロ法やボルツマン輸送方程式を使用した線量計算アルゴリズムなどが実装され、より正確な線量計算が行えるようになった。しかしながら物質を正確に割り当てて計算する必要があるためこの手法の構築が今後の課題であるといえる。

【線量処方法】線量処方法には Point 処方、Volume 処方に大別される。Point 処方はある点(処方点)に対して処方する方法であり照射野内が均一な線量であることが前提の処方法であり、IMRT のように照射野内の線量不均一な照射法の処方法としては適さない。Volume 処方では標的に対して処方線量を定義する方法である。



図 1. Point 処方と Volume 処方

【治療計画の評価方法】治療計画の評価ではまずはヒューマンエラーが発生していないか確認を行う。これは定型的に誰が行っても同じような確認を行えるようにチェックシートなど作成しておくことで見逃さないようにする必要がある。また、線量分布の妥当性については線量分布による定性的な評価、DVH による定量的な評価を行う必要があり、これについても各施設で評価法を統一することが望ましい。

#### 【まとめ】

放射線技師は患者に照射するだけではなく、治療計画について熟知しておかなければならない。複雑化する放射線治療の中で我々は知識を深め安全性及び治療の質を高める努力をしなければならない。

## 治療計画におけるピットフォール

### 1. 通常治療計画における注意事項

### 2. IMRT 治療計画における注意事項

徳島大学病院 佐々木 幹治

近年の放射線治療で治療計画を実施するには、治療計画装置(TPS)は無くてはならないものである。しかし、使用する側が誤った指示を TPS に与えた場合には、正しい処理を行った結果ではあるが意図しない間違った結果が得られてしまうことがある。そのため、治療計画装置を使用する技術者にとって正しい知識と確かな経験を得ることは重要であると考えている。

我が国においては、1990年代後半～2000年代前半にかけて放射線治療に関する事故が相次いで報告された。報告された事故の多くは TPS に関連するものであった。一方、世界全体での放射線治療に関する事故については、WHO から 2008 年に報告された RADIOTHERAPY RISK PROFILE がある。1976～2007 年までの間に実際に患者に

被害を及ぼした医療事故の中で治療計画に関連するものが54.8%の割合を占めていた。事故の多くは、ヒューマンエラーから発生していると報告されており、いかに未然に防ぐ対策がとられているのかが安心して安全な放射線治療を実施するうえでのキーとなることが理解できる。このような背景より各施設で治療手法にあった臨床プランチェックシートの作成が行われ、実施されている。プランチェックには、データ管理、幾何学的管理、線量管理等が挙げられる。プランナー以外の放射線治療担当者の立場から治療計画について考えた場合には、これらの優先順位が変わることが予想される。例えば、セットアップ担当者の視点から考えた場合には、位置情報(幾何学的管理)を重視している。日々の治療を実施するうえで、線量に関してはTG142に準拠したQA項目について治療方法別の許容値を維持、治療計画自体は独立MU検証(部位別)の許容値をクリアしているのであれば問題なく実施可能であるとの認識である。また、品質管理担当者の視点から考えた場合には、線量管理を1番に重視しており、次に幾何学的な管理の順番となる。

本講演の前半部分である通常治療計画における注意事項では、外輪郭と線量計算領域によってどのような問題が生じるのか?マージンの設定、セットアップエラーの定義と考慮すべきこと、MLCマージンの設定と意味、TPSの操作上のピットフォール、独立MU検証の意義と重要性について解説した。

IMRT治療計画における注意事項では、IMRT治療計画概論としてIMRTの基本原則と最適化計算原理と照射方法別の違い、導入前準備と導入後に考慮すべきことを解説した。IMRT治療計画における注意事項としては、従来の治療計画に比べて高度な臨床知識やスキル、線量検証法の基本(ガイドライン的な内容)各種パラメータが及ぼす

線量検証への影響と課題(照射時間、MU増加に繋がるなど・・・)、セットアップマージンの影響について解説した。自施設におけるシステムおよび環境にしたがった適切な管理が望まれる。

## 放射線治療研究会 座長集約

座長 山口大学医学部附属病院 田辺悦章

【13:00~14:00】セットアップ規模別報告

1. 年間 100 例以下  
鳥取県立厚生病院 木原康行
2. 年間 300 例以下  
山口県立総合医療センター 安井謙一郎
3. 年間 500 例以上  
倉敷中央病院 山田誠一

【14:10~15:10】セットアップ 部位別報告

1. 頭頸部領域  
松山赤十字病院 上田真吾
2. 乳腺と胸部領域  
香川大学医学部附属病院 續木将人
3. 腹部, 骨盤領域  
高知大学医学部附属病院 森田一郎

【15:10~15:30】ディスクッション

近年、画像誘導放射線治療技術の向上により、従来は確認できなかった3次元的な位置照合のずれが評価できるようになっている。装置精度の幾何学的な精度や線量計算アルゴリズムの計算精度は高くなっており、セットアップは治療計画の線量分布に大きく影響を及ぼす因子となっている。本シンポジウムでは、セットアップについて病院規模別、部位別に6名の先生にご発表いただき、会場の参加者と共に議論を行いました。

はじめに、鳥取県立厚生病院の木原康行先生から、年間100例以下の施設として、最新の治療装置を活用したセットアップ手法について発表していただきました。このセッションでは皮膚マーカ検討から乳房の光照射野の合わせ方まで詳細にわかりやすく説明頂きました。それぞ

れのセットアップ方法が人体構造上のずれ（脂肪組織か骨かなど）に対して検討されていました。続いて、山口県立総合医療センターの安井謙一郎先生から、年間300例以下の施設として、セットアップの数値評価を中心に発表頂きました。このセッションでは、各部位や道具によるセットアップエラーをシステムティックエラーとランダムエラーに分け、最適な解を求め、最終的にセットアップ方法をマニュアル化し情報共有していました。年間500例以上の施設として、倉敷中央病院の山田誠一先生に大病院での効率的なセットアップ確認手法について発表頂きました。大病院として医療安全と手法の統一化のためにマニュアルではイラスト等を活用することで間違いにくい取り組みがシステムとして多く組み込まれていました。

部位別のセットアップとしまして、最初に頭頸部領域で松山赤十字病院の上田真吾先生治療計画の基づくセットアップ方法中心に発表していただきました。そのなかでマウスピースの作成方法から最適な電子密度まで計画装置の不確かさを含めて検討している点は特徴的でした。続いて、香川大学医学部附属病院の續木将人先生から乳腺と胸部領域について6軸カウチやデフォーマルレジストレーションなど多岐にわたるセットアップ方法を発表していただきました。このセッションでは、バックロック作成時にガイドの木枠とバックロックの間にスペーサーを加えることで背中側吸引式クッションがオフセットを抑制していました。最後に高知大学医学部附属病院の森田一郎先生から、腹部、骨盤領域のセットアップについて発表いただきました。可動領域に対するマーキング手法やセットアップ方法について詳細な説明がありました。午後のシンポジウムでは、セットアップの施設規模や症例に対する工夫や注意点について発表していただき、ディスカッションした。すべての施設の発表を終え、同じセットアップ方法や道具を用いた施設はなく、各施設でのセットアップエラーを改善する試みがみられた。このことは

よいことである反面、施設格差や地域間のばらつきを生む可能性もあり、均てん化の面では同じゴールを目指すべきであり、セットアップ手法はまだまだ科学できる研究テーマであると考えます。午前中の治療計画の同様にコンツリーングは医師間で異なることは広く理解されており、セットアップでも人体構造やセットアップ技術によるばらつきが起きやすく、人為的なエラーを抑制していくことが課題である。画像誘導放射線治療では広く照合のずれが明確となり、診療放射線技師のセットアップの役割がより重要となっている。今後、本研究会よりセットアップに関する国内外の学術大会への発表や論文投稿を期待する。

#### セットアップ病院規模別報告（年間100例以下） 鳥取県立厚生病院 木原 康行

[当院の放射線治療の状況]

スタッフ：常勤の放射線治療医なし。毎週金曜日に鳥取大学より1名派遣。

診療放射線技師2名、看護師1名（診療放射線技師1名は1週間ごとのローテーション）。

治療医が派遣される金曜日に業務が偏ってしまう。

[照合について]

装置：Elekta Synergyを使用。治療用MVでの照合ではiViewGT、kVでの照合ではXVIが使用できる。XVIで照合を行っても、iViewで照合を行っても同じフローであるがiViewでは2Dでの照合であり、骨照合であるのに対し、XVIではCBCTでの3D照合が可能でありターゲット照合も可能である。日々の照合はXVIの3D照合を行っておりiViewは初回照合時の照射野の確認のみに使用している。

皮膚へのマーキング：油性マーカを使用。検証を行ったところ油性マーカの種類により消えにくさは変わらないが同じ黒のインクでも濃さが違ってお

り、視認性の高い濃い色のものを選んで使用している。マークが消えやすい場合には非アルコール性皮膚被膜剤を併用しているがマークが滲んでしまうことがあり、その場合にはフィールドマーカーを使用するようにしている。

[実際のセットアップについて]

胸部の例で説明する。Wing BoardとVac-Lokクッションを組み合わせて使用する。Indexing Barを使用したり固定具へのマーキングを行ったり、固定具の位置関係が一定となるようにしている。寝台上での動きをスムーズに行えるようシーツを敷いている。

従来はCT-SのときにIsocenterと予測される場所にOriginをマーキングしておき初回照合時にIsocenterのマーキングを行い、治療時のセットアップにはIsocenterを使いセットアップを行っていた。この方法だと、初回照合時のエラーが含まれたままのセットアップとなってしまう。

そこでOriginセットアップ法を考えてみた。この方法では、Originマーキング時に呼吸移動の少ない場所へマーキングを行いセットアップ用のマーキングとして利用する。注意点としては、マークの箇所が増えることでのセットアップ間違いが起きやすくなることが考えられる。OriginマークとIsocenterマークの違いがわかるように○を付加している。

CT-S時にOriginとIndexing Barの距離を記録しておき、セットアップ時にはこの距離を一定にするようにするとWing Boardのみの場合でも腕の挙げ方が一定となる。

患者の苦痛や不快感を和らげることによりセットアップの精度を上げることができないだろうか。低反発マットレスによる報告はあったが高価なのです

ぐに用意できる安価な汎用のスポンジで検討を行った。骨盤の5症例ではエラーについての改善はなかったが、背中、腰の痛みを訴えられる患者が減り評判は良かった。Vac-Lokクッションとスポンジを組み合わせて検討を行った。結果はシステムティック、ランダムともエラーともに減った。画像結果より、回転成分の評価を行った。Rolling, Yawing, Pitchingともに回転成分のばらつきは減っており、患者体位の再現性も向上した。

[今後の課題, 展望]

- ・失敗例に学ぶこと、データを取りっぱなしにせず見返してみる事が大切である。
- ・全治療スタッフ間の情報共有を図り、エラー防止にも努めなければならない。
- ・治療部位ごとに適正な固定具が使用できるよう固定具の充実も図りたい。

## セットアップ 病院規模別報告(年間300例以下)- 山口県立総合医療センター 安井謙一郎

### 【1. セットアップ精度の指標値】

Errorの分類は、大きく2つに分けられる、一つは骨を基準としたExternal Set-up Error, もう一つはInternal Organ Motion Errorである。これらはさらに、Set-up時と照射中のErrorに分けられ、それぞれに $\Sigma$ と $\sigma$ が算出できる。今回提示したデータはすべてSet-up時のExternal Errorである。

### 【2. 固定具の現状】

当院で用いている固定具の使い分けをTable1に示す。平成28年度の診療報酬の改定に伴い、体外照射固定器具加算は、「頭頸部腫瘍」の文言がなくなり、広範囲な部位にシェル等が積極的に利用できるようになった。当院でも食道の固定はすべてシェル(マスク)を併用することにした。

頭蓋	Mask
頭頸部	Mask & Shoulder Retractor
食道	Mask & Shoulder Retractor
胸椎	Shoulder Retractor
乳房(温存)	Wingboard™ (for breast)
乳房(PMRT)	Wingboard™ (std.) & Vac-Lok™(M)
上腹部,後腹膜	Wingboard™ (std.) & Vac-Lok™(L)
骨盤	Vac-Lok™(M)
腰椎,骨盤骨転移	Foot-Lok™ or none

Table1 固定具の現状

今回は特に手を挙上した固定と、下垂した固定について言及した。サンプル数が少なく、明確には言えないが、手を下げた固定のほうが Error は小さかった (Fig.1a,b)。広義の胸部(食道、縦隔、肺、肋骨、胸椎)の固定を考えたとき、手を挙上させるのか、下垂させるのかは、しばしば判断に苦慮するところであるが、側方、斜入ビームがあらかじめ不要と分かっているとき、または腕が邪魔にならないときは、下げて引張る方が良いという結論が出た。

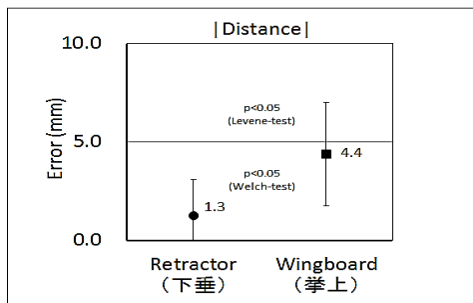


Fig.1a 手を下げた場合と上げた場合の比較

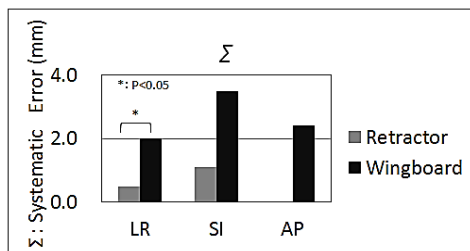


Fig.1b 手を下げた場合と上げた場合の比較

### 【3. この頃の取り組み, 工夫】

骨盤の吸引式固定具の作成方法に統一性がなく、精度にもバラつきがあるのではないかと漠然と

考えていた。そこで作成方法(レシピ)を統一し、以降の Error を以前のものと比較した (Fig.2)。結果的には AP 方向のバラつきが多少改善された程度であったが、レシピを作成したうえで、精度が悪くならなかったことには大きな意義があると考えられる。

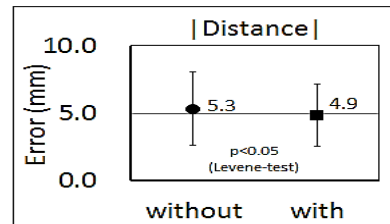


Fig.2 レシピ作成の成果

### 【4. まとめ, 課題】

4-1 セットアップ精度の指標値を算出したことにより、固定具の現状比較ができた。

4-2 吸引式固定具の作成手順を明確化した、精度はほとんど変わらなかったが、作成者に依存しない固定具が作成できるようになった。

4-3 今後は Intra Fraction Error を収集しプランニングに反映させていきたい。またサンプル数を増やして、定期的に精度を確認し、維持に努めたい。

今回提示したデータは当院のデータですが、少しでも参考になれば幸いです。

### セットアップ 病院規模別報告(年間 500 例以上)

倉敷中央病院 山田 誠一

#### 【はじめに】

今回は大規模施設の一例として当院の状況や対応点を簡単に紹介する。

#### 【放射線治療実績】

2015 年の治療件数は 853 件,患者数は 786 人(67 件重複)

原発巣別の割合は肺がん 24%,泌尿器腫瘍 21%,乳がん 18%の順である。

【スタッフ紹介】(2016 年 6 月現在)



治療技師 10 名,医師 6 名,看護師 4 名,受付 2 名,  
診療アシスタント 2 名,秘書 1 名

【技師の役割】下図に示すとおり.

<b>セットアップ業務 5名</b> ・ 第一リニアック 2名配置 (VMAT・SRT) ・ 第二リニアック 3名配置 (一般・SRS・TBI)	<b>計画・物理 2名 (週レベルで交替)</b> ・ VMAT患者の 輪郭作成&治療計画 ・ 各種 患者検証準備・整理
<b>新患CTS業務 2名</b> ・ CT撮影や固定具作成 ・ 治療計画装置 主輪郭 (Body、Couch) ・ 治療機へのパラメータ登録 ・ VMAT患者検証プラン作成	<b>品質管理 1名 (年レベルで交替)</b> ・ 年間QA計画とマネジメント ・ 月間QAの実施状況確認と 報告書作成 ・ 患者検証・測定シートの確認 ・ 他・ いろいろ・・・

【多症例への対策点】

1. 固定具の見直し

多すぎる固定具の種類を集約して,シンプルでミスの少ない運用を目指している.

2. IGRT デバイスの補充

ライナック導入後に,順次 ExacTrac や CBCT/OBI を追加購入して IGRT 中心のセットアップに切り替えを行った.

3. 固定具の廃棄記録

大量のシェル保管による紛失リスク軽減のため,廃棄時に記録を行っている.

4. ソフトハードの見直し

セットアップコメント欄の日本語化

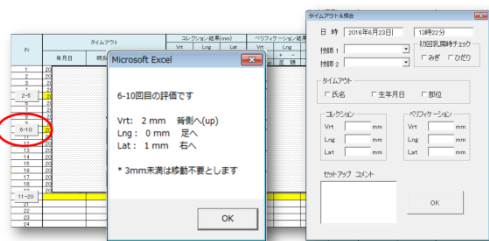
デルタカウチシステム(初回治療時に CT 中心から IC 中心にカウチを自動移動させる装置:Varian 社製)の導入.

5. マニュアルの整理

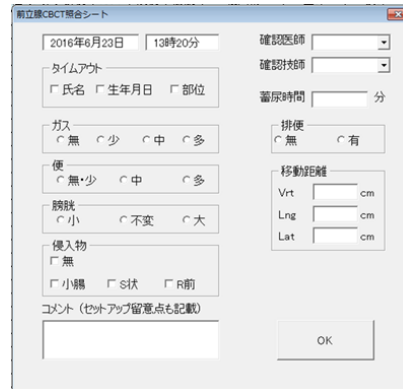
散在するファイルを Microsoft OneNote に集約して,利用しやすいように工夫した.

6. セットアップ精度管理

日々のトレンドを共有して皮膚マークは定期的書き換えている(下図:非高精度例)



CBCT 誤差量は毎回医師・技師で確認し,更に医師が腹部状態を確認(下図:高精度 前立腺照合例)



7. 業務量の把握

高精度治療患者増加に伴う業務量の推移を記録して,早めの増員対策を図っている.

【最後に】

地域の実情とニーズを理解している近隣施設と情報交換を重ねて共に地域医療発展を目指したい.

セットアップ部位別報告 頭頸部領域

松山赤十字病院 上田真吾

【病院紹介】

所在地は愛媛県松山市,人口は愛媛県 134 万人,松山市 51 万人,松山市周辺には,放射線治療施設が 5 施設あり,3 施設(緑)は治療装置を 2 台所有している. 過去 10 年の放射線治療新規患者数は,少しずつ多くなっているが 200 人前後である. 当院の治療装置は VARIAN CLINAC2100C,治療計画装置が ECLIPSE,治療計画用 CT は Aquilion64 列を使用している.

頭頸部の放射線治療の対象は,脳外科・耳鼻科・眼科・口腔外科また,内科や呼吸器からも要請がある. 去年の,頭頸部の治療実績は 214 例中 31 例である. スタッフは 5 名で,患者との距離が近い治療を行っている.

【計画から照射まで】

治療計画 CT は東芝 Aquilion 64 列を主に使用している。検査と併用である。64 列には、レーザーポインターを装備している。CT 撮影時には、専用のメモ書きを利用し、撮影時の詳細を書き込み、初回治療時のセットアップに使用する。

#### 【治療計画】

当院はコンツリーング等、治療計画装置の作業すべてを Dr が行っている。治療計画装置は VARIAN ECLIPSE Ver.7.3, algorithm は PBC, 仕様エネルギーは X 線 4・10MV, 電子線 4・6・9・12・16MeV を使用している。治療計画図説明, 喉頭, 中咽頭, 下咽頭

#### 【セットアップ】

治療初回のセットアップは、シェル上にラインを引き、その中心に、マーク(ビークリースポット)を貼り付け CT 撮影を行う。マークの中心には、1mmほどの金属球が固定されている。マークの位置情報をユーザーオリジンとして治療計画装置にインプットする。ユーザーオリジンから照射中心までの距離がレポートされ、マークからの移動距離が出る。患者を CT 撮影時のマークに合わせ、それが初期位置となる。メモに、この初期位置を書き込み、最終位置を計算する。それが照射中心となる。毎回のセットアップは、皮膚マークを使ってポジショニングを行い、シェルに書かれた線に合わせこむ。シェルにアイソセンターを書けない場合は、長軸方向で+10 cmのマークを利用し、患者やシェルに書いた線でズレがないか確認し照射を行う。マウスピースは、上顎側・下顎側に病変がある場合、口腔内に隙間を作ることで、正常部位の線量を減らすために使用している。当初、モデリングコンパウンドを使っていたが吸収が高く、次にエグザファインを使ったがこれも吸収が高く、さらに歯科と相談した。歯科受診について、診療報酬上、放射線治療の前に受診が認められている。マウスピース作成は、技工士に目的を伝え、材質を決め

る作業から行った。5種類の材質の cube を作成し、CT 値で評価した。技工士と協議し、作成後の修正の容易さ・保管上の点から、レジンに決定した。治療前の歯科受診時に、型取りし作成する。マウスピースの要・不要を、歯科医から放射線科へ問い合わせるようにした。

口腔内の金属アーチファクトについて Aquilion prime は、SEMAR 処理でアーチファクトが軽減される機能を持ち、効果を実感した。

皮膚マークの保護に被膜剤を利用している。被膜剤は皮膚に塗って長時間撥水性を維持する。当院は、キャピロンを使用している。効果としては、マーキングの上塗り回数が減り、衣服へのうつりが少なくなった。

#### 【位置照合】

FCR でカッセテ撮影を行い、Dr と共に確認している。頻度は、治療開始時、変更時、開始時から Vit.5mm 以上の差が生じた場合。マーキングが消えた場合、ポジショニング時に違和感があつた場合に行っている。この際も Dr と共に確認を行う。

#### 【今後の課題と展望】

当院は現在全面建て替えの工事を行っており、平成 30 年の 1 期オープン時に、治療装置が新規導入予定である。新装置には高精度治療搭載機種を導入予定であり、高精度治療にあたり、スタッフの増員、放射線治療の部門化、品質管理室の設置、品質管理業務の拡充・高度化等準備している。

#### セットアップ部位別報告 乳腺・胸部領域

香川大学医学部附属病院 續木 将人

#### 【はじめに】

香川大学医学部附属病院は香川県唯一の大学病院であり、良質な医療を提供するとともに医学教育・研究を推進し、医療発展に寄与できることを基本理念とし診療に取り組んでいます。

装置構成は高精度放射線治療装置と Non\_IGRT マシンが混在する状況ですが、治療情報システム、治療計画装置、照合記録装置を統一することで、操作環境統一に伴う労力低減、ヒューマンエラー抑止、放射線治療情報の一元化などが可能となっています。

スタッフは技師6名、医師2名、看護師2名、事務員1名であり、技師の経験年数を考慮した配置や業務分担を行ない、照射業務の予約制や開始枠・CT撮影枠を設け円滑に業務が行えるよう工夫しています。

治療体位については、照射や治療計画のしやすさ、安定した体位の再現性および安全性を重視しています。そのため基本的なセットアップ方法に記述したように、体軸をしっかり合わせ、照射野と寝台高を確認し、固定具ベースやカウチバーなど基準が設定できる物は積極的に利用しています。

#### 【位置照合方法と撮影頻度】

##### 1. 乳房

領域照射のため、正中側皮膚マークに照射野をあわせることを原則としています。照合画像は斜入MV画像のみ(高さで調整)であり、初回の修正量が少ない場合、撮影頻度は2週間に1回程度ですが、治療期間中に修正量3mmを越えるような照射野ズレが発生した場合はその時点でMV画像の撮影を行ないます。

##### 2. 乳房+鎖上

(1つのICとハーフフィールド4門の組合せ治療計画)接合部で照射野の重なりができないように計画されているため、側面と正面を撮影し、修正後に斜入MV画像、照射後に鎖上MV画像を撮影しています(脊髄カットの証拠)。初回の修正量が少ない場合、撮影頻度は2週間に1,2回程度ですが、治療期間中に修正量3mmを越えるような照射野ズレが発生した場合はその時点でMV画

像の撮影を行ないます。

3. 肺、食道患者の状態も考慮する必要があります。

照合方法は側面と正面を撮影し、修正後に斜入MV画像を撮影しています(脊髄カットの証拠等)。Initialプランの撮影頻度は2週間に1回程度ですが、Boostプランは毎回照合の症例もあります。

#### 【セットアップ例】

##### 1. 乳房・胸壁・鎖上

計画用CT撮影時にX線マーカを皮膚に貼付し、再現性を考えCT基準マークは長めに描いています。鎖上が含まれる場合は顎挙げを基本とするため、低吸収のCタイプ枕を使用しています。

##### 2. 食道

頭頸肩固定具を使用する場合があります。Boost照射も考慮した再現性や体位保持が可能なセットアップ方法が必要です。香川大学では日本人向けに首の短い方でも対応できるよう、枕の固定用ホールを上方に2cmオフセットしています。また、固定具ベースの印にレーザーをあわせ、そのあとに体を合わせてから固定具をかぶせる2段階の方式を用いています。

##### 3. 上腕骨頭や肩

吸引式固定具を利用し、固定具の印にレーザーをあわせ、そのあとに体をあわせる方式を用いています。また、固定具と体をあわせる印は複数設定し、再現性を高めるためにCT基準マークは照射野近傍に設定しています。

##### 4. 転移性骨腫瘍症例

セットアップ時間の短縮目的に、CT基準マークから腹背方向移動量0を医師に依頼することもあります(線量投与点はリファレンスポイントを使用)。また、放射線部看護師-病棟看護師の連携をとり、痛み止め投与時刻～治療時刻の調整など少しでも患者の苦痛低減を図っています。

##### 5. 肺定位照射のセットアップの要点

放射線技師にとって精度向上のために補助具の成型方法や補助具のガタを少なくする方法、セットアップ手順が重要ですが、長時間治療における体位保持には患者の不安対策やストレス低減が有効と考えています。

#### 【今後の課題と展望】

体位の再現性が悪いと画像誘導の修正にも限界があるため、均質でより良いセットアップ技術やあわせ方のコツ(情報)をローテーションや世代交代の問題を克服して伝承する必要があると思います。また、治療計画へ技師が参入し、セットアップ時の要点把握や患者フォローアップによる治療結果を通じて、セットアップ方法の確立を行なう必要があると思います。

そのような点を解決し第2治療室の装置更新を行えば、現在問題となっている緩和照射が迅速に行えるようになり、患者に優しい治療が提供できると考えられます。さらに情報収集を円滑におこなうことで患者アセスメントが可能となり、患者のニーズに合致した放射線治療の提供が実践できると考えています。

#### 【最後に】

放射線治療は長期間を要し、患者との良好なコミュニケーションは治療完遂に必須であり、セットアップの良否にもつながると思います。固定具作成やCT撮影の前に治療依頼内容(体位、範囲、方法、etc...)を確認することは当然ですが、診療録や看護記録をしっかりと確認し、SOAPやPOSを利用した患者アセスメントを済ませておくことが放射線治療には重要だと考えています。

質疑で答えるタイミングを逸しましたが、当院では治療カンファレンスを毎週行っており、開始・変更症例の位置照合を修正手順も含めて医師・技師で確認しています。カンファレンスで問題となった症例は、患者の状態も加味して再修正が行われています。乳房のように呼吸性移動や可動部

分が多く再現性が難しい部位に関しては、医師同伴で修正を行ないセットアップの妥当性を担保しています。

### セットアップ部位別報告 腹部、骨盤部領域 高知大学医学部附属病院 森田一郎

#### 【放射線治療の流れ】

医師による診察、治療計画CTの撮影、治療計画、MU検証、照射登録、照射を行い、放射線治療終了後は経過観察となる。

#### 【治療計画CT】

MSCT16列を用い基本的には自由呼吸下にて撮影し、撮影条件は120kV、FOV40~50cm、mAs値は変動、スライス厚を通常照射の場合2.5mm、IMRTでは1.25mmにて撮影する。

#### 【位置決め・撮影範囲】

位置決めの手指示は紙媒体で行い、シエーマを参考に余裕をもった範囲を撮影する。

#### 【治療計画CT時のセットアップのポジショニング】

患者の状態を把握しセットアップに適した服装に着替え、体の正中をサジタルレーザーに合わせた後、腹部骨盤部を脱力させ無理なく再現性の高い姿勢を探る。

#### 【オリジン設定】

腸骨稜近辺で皮膚の動きが少ない位置に、断続的に若干広い範囲へラインを引く。

#### 【セットアップ】

##### 通常照射

ヒールサポートで下肢の外旋・内旋を安定させ、タオルで骨盤や体の移動・補正を行う。

##### IMRT

再現性がより高い吸引式固定具を使用している。

#### 【照射】

初回の照射時は治療計画CTを撮影したときと同じ服装、体位も治療計画CTと同じ体位にしてオリジンの水平ラインを確認する。カウチのラテラル

の数値を 0 にした上で CT オリジンを正中に合わせるように患者をカウチの中心に寝かせる。加えて皮膚に描かれたラテラル方向のオリジンと、吸引式固定具などに記したセンターラインが放射線治療装置のレーザーと重なるようにポジショニングを行う。CT オリジンとレーザーを重ねた後、治療計画時に再設定した CT オリジンからアイソセンターへのシフトはオート機能を使用する。

初回同様アイソセンターとレーザーを重ね合わせ、5 回目までは治療前に撮影を行いズレの確認を行う。

以降は週 1 回の撮影でズレの確認を行い、5mm 以上のズレを確認した場合は皮膚マーカの修正を行う。

#### 【撮影モダリティの選択と撮影頻度】

前立腺の IMRT

6 軸カウチを用いて骨マッチングをした後 CBCT の撮影を 5 回目までに行い前立腺との差を見ながら必要があれば合わせ込む。6 回目以降はそのまま 6 軸カウチの移動のみで照射を行い、週 1 回 CBCT を撮影する。

通常照射

1 週間に 1,2 回程度、確認の撮影を行い、治療を続ける。

#### 【今後の課題と展望】

##### 1. 被ばく線量の増加

画像誘導をもちいる治療が増えているが、この被ばくに加えて、再セットアップ時の被ばくが倍以上となる可能性があり、その部分でも正確なセットアップが求められる。

##### 2. セットアップポイントの意識の統一

CT 撮影時と治療時にはセットアップを行う人が異なる場合がほとんどであり、このときの基本的なポイントに相違があると、単純に体表のマーカを指しても再現性は低くなる。

そのため各施設での基本的なポイントの取り決め

を明確にすることが重要と考える。

#### 4. シェルを用いた腹部の呼吸抑制

本年の 4 月の改正で固定具の適応拡大により腹部シェルの算定が可能になり、今後増えていくのではないかと思われる。呼吸抑制の効果としては、実際には当院での使用は多門照射にて使用しているが、マージン自体は思った以上に広がる傾向にあった。今後は、効果の高い使用方法や患者さんとの協力が課題になると考える。