



放射線治療用マウスピースの開発と画像誘導放射線治療を用いた患者ポジショニング精度評価に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 浜松医科大学 公開日: 2023-04-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 坂本, 昌隆 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10271/00004365

博士（光医工学）坂本 昌隆

論文題目

放射線治療用マウスピースの開発と画像誘導放射線治療を用いた患者ポジショニング精度評価に関する研究

(Research on the Development of Mouthpieces for Radiotherapy and Evaluation of Patient Positioning Accuracy by image-Guided Radiotherapy)

論文の内容の要旨

[研究背景]

放射線治療における患者ポジショニングの再現性は非常に重要である。頭部および頭頸部領域の放射線治療では、照射中の患者の動きを抑制し、治療位置の再現性を高めるために、熱可塑性シェルによる固定が一般的に行われている。しかし、熱可塑性シェルで固定した場合でも、固定具内部ではミリ単位のセットアップエラーが発生することが問題として知られている。この患者ポジショニングにおける不確かさを補償するために、治療計画の立案では臨床的な標的体積(clinical target volume: CTV)にセットアップマージン(setup margin: SM)を付加した領域を計画標的体積(planning target volume: PTV)と定義し、PTV に対して線量処方を行っている。また、画像誘導放射線治療(image guided radiotherapy: IGRT)という照射技術も利用されている。この技術は日々の放射線治療時に X 線画像を撮影し、治療計画と照射時のセットアップエラーを計測して、治療寝台を調節することで位置補正を行うものである。

熱可塑性シェルと組み合わせて使用する口腔内スペーサーは、患者の舌を下向きに圧迫することで正常組織への被ばく線量を低減するためによく使用される。しかし、口腔内スペーサーは各施設で手作りされることが多く、患者ごとに適切な形状の口腔内スペーサーを作製するためには経験と時間が必要という問題がある。また、口腔内スペーサーは装着時の口呼吸が困難となるため、鼻閉症状のある症例への使用は呼吸障害を起こす危険性がある。

[研究方法]

本研究では、熱可塑性シェルや口腔内スペーサーの抱える問題を解決するために、新しく開発した放射線治療専用のマウスピース型の口腔内スペーサー(以下、マウスピース)の基礎特性および従来の熱可塑性シェルと併用する患者固定システムにおける有効性を評価した。基礎特性として、新しく開発した放射線治療用マウスピースの素材による X 線減弱への影響、マウスピースに利用する歯科用印象材の種類、健常ボランティア 5 名を対象とした MRI 撮像によるマウスピース装着下での固定具内部の体動抑制機能と舌圧迫機能の評価した。また、有効性の評価として、臨床治療で取得された IGRT の位置照合記録を基にした患者固定精度について評価を行った。試験登録: 本研究は浜松医科大学臨床研究倫理審

査会により承認を得て実施した(研究登録番号: 20-196 および 20-212)。

[結果]

本研究で開発した新しい放射線治療用マウスピースの基本構造は装着時の把持部、歯科用印象材固定部、舌圧迫部から構成されている。マウスピースは部品がないシンプルな構造なので、経験の浅い使用者でも容易に扱うことができる。マウスピース中央に設けられた空気孔は、口呼吸や緊急時の発声を可能にするだけでなく、装着中に患者が嘔吐した場合の嘔吐物の排出経路にもなる。症例に応じて歯科用印象材を追加してカスタマイズすることも可能である。マウスピースの把持部が熱可塑性シェルと一体になる構造は、固定具内部でのセットアップエラーの低減を目的として設計されている。マウスピースは上下を反転させて使用できる構造のため、舌圧迫の必要性に限らず様々な症例に使用することが可能である。

マウスピース本体の材質による X 線減弱の影響は小さく、10 MV-X 線に対して最大で 0.32% であることが明らかになった。

マウスピースに使用する歯科用印象材には、治療計画 CT 画像においてアーチファクトの発生や放射線治療用 X 線ビームの X 線質への影響が少ない低ハンスフィールドユニット(HU)値のシリコン材料を選択した。

MRI 画像より測定された体動による位置変位量は、マウスピースを使用しない場合では頭尾方向に 5.76 ± 1.54 mm であったが、マウスピースを使用することで 1.72 ± 0.92 mm と大幅に低減した($p=0.006$)。また、左右方向ではマウスピースを使用しない場合では 6.32 ± 1.86 mm であったが、マウスピースを使用することで 1.80 ± 0.42 mm に減少した($p=0.003$)。マウスピースの舌圧迫機能は、MRI 画像より測定された硬口蓋から舌表面までの距離の中央値が 28.42 mm であった。

患者固定精度の評価では、マウスピース併用の有無によるセットアップエラーの違いについて、IGRT の位置照合記録を基に Mann-Whitney U 検定および van Herk らの理論式より求めた PTV マージンの変化を後ろ向きに評価した。その結果、マウスピースを併用することにより、頭部固定では頭尾方向および腹背方向のセットアップエラーが低減した($p<0.05$)。また、頭頸部固定では左右方向、頭尾方向、腹背方向の 3 つの並進方向および寝台回転角度のセットアップエラーが低減した($p<0.05$)。マウスピースの併用による PTV マージンの変化は、頭部固定ではわずかだったが、頭頸部固定では左右方向および腹背方向において 1.0 mm 以上減少した。

[結論]

本研究の結果より、我々が新しく開発した放射線治療専用のマウスピースを用いた患者固定システムは、取り扱いが容易であり、患者のセットアップ精度が向上し、十分な舌圧迫機能を有していることが明らかになった。また、マウスピースには空気孔があり、患者の口呼吸を可能にしている。本システムは、熱

可塑性シェルや口腔内スペーサーの抱える問題の低減に繋がることが期待できる。