

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 4 月 8 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25462916

研究課題名(和文) CT・MRI・IGRT対応放射線治療用口腔保定装置の開発と精度解析

研究課題名(英文) Maxillomandibular integrated device for the head and neck radiation therapy using CT, MRI, and IGRT

研究代表者

柿本 直也 (KAKIMOTO, Naoya)

大阪大学・歯学部附属病院・講師

研究者番号：50324794

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：頭頸部放射線治療時間中に下顎位の安定を図り、照射X線に影響を与えない材料による上下顎一体型口腔保定装置を開発し、精度の探求を行うことを目的とした。
レジン系素材、シリコン印象剤、アクリル系素材を用いた上下一体型口腔保定装置のエックス線吸収率を計算したところ、シリコン印象剤、レジン系素材、アクリル系素材の順でエックス線吸収率が高いことがわかった。再現性、安定性については三者同様に良く、放射線治療の線量分布におよぼす影響はアクリル系素材が最も影響しないことが判明した。従って、放射線治療計画にいくらかの影響を及ぼすが、アクリル系素材がもっとも影響が少なく安定性よいことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The aims of this study were to develop the maxillomandibular integrated device for the head and neck radiation therapy, which stabilized mandible and did not affect irradiation X-ray, and to search for accuracy.
The X-ray absorptivity of the maxillomandibular integrated devices which made by resin, silicone impression material, or acryl was measured. The X-ray absorptivity is high in order of the device with silicone impression material, resin, and acryl. About reproducibility and stability, three material devises were good. Then it became clear that the acryl devise did not influence most for the dose distribution of radiation therapy. Therefore, the maxillomandibular integrated device made by acryl was suitable for head and neck radiation therapy because of the stabilization of mandible and the dose distribution.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：頭頸部癌 放射線治療 口腔保定装置 IMRT IGRT CT MRI CBCT

1. 研究開始当初の背景

頭頸部癌において放射線治療は形態および機能温存の点で優れており、その治療成績からも治療方法の第一選択として挙げられることも少なくない。外部放射線治療の先端技術である強度変調放射線治療 (IMRT) が頭頸部癌においても取り入れられるようになり、画像誘導放射線治療 (IGRT) も高精度放射線治療では必須の治療法となっている。頭頸部の放射線治療では、患者の固定としてシェルを用いてきた。シェルとは熱可塑性の樹脂を用いて患者個々の顔に合わせたマスクのことで、毎回の治療時に患者の頭部の向きを一定にすることが可能となる。しかしながら、材質が樹脂であるため若干の余裕や歪みがあり、わずかな誤差 (Set up error) が生じる。報告によると 3mm 程度の誤差があり、この誤差は従来の放射線治療では線量分布の勾配が急峻な領域は少なく容認される範囲であるが、IMRT のような線量分布の勾配が急峻な形態の放射線治療では容認できない範囲となる。すなわち、3mm ずれると計画と異なる領域に過線量や低線量領域が生じてしまう。そこでこれらを補正するために IGRT が用いられるが、実際の Random Error を減少させる取り組みが必須である。

頭頸部癌の放射線治療に関して可動部と考えられるのは下顎である。通常ヒトの安静空隙は約 2~4 mm であると報告されている。放射線治療の治療時間は数分から数十分かかる。長くなればなるほど下顎が安静空隙をとるように変化することが予想される。その誤差は Random Error につながる。そこで、レジン系素材による上下顎一体型の口腔保定装置を採用することにより、放射線治療時間中の下顎位の誤差を最小にすることが可能であると考えられる。

近年 IMRT や IGRT が行われるようになり治療精度への追求がなされる中、レジン系素材による上下顎一体型口腔保定装置の開発は治療精度や再現性の向上へつながることが予想される。また、Set up error の測定にも使用できる。

2. 研究の目的

上下顎を保定するだけなら、歯科用シリコーン印象剤を使用することで簡単に作成できる。しかしながら、シリコーン印象剤の CT 値は約 1000HU であり、同材料により照射エックス線が吸収されることが考えられる。さらには、硬組織様物質となるため散乱線を発生させる原因となる。特に IMRT のような 1 Port あたりのモニターユニットが少ない治療法 (非常に少ない線量に分割して全体として均質な分布を作成する治療) だと、シリコーン印象剤によるエックス線吸収や散乱線が線量分布に及ぼす影響は少ない。

そこで、下顎の安定、精度評価が可能な形態、作成の簡便性、照射 X 線に影響を与えない材料を求め、レジン系素材による上下顎一体型口腔保定装置を開発し、本装置を用いて精度の探求を行うことが本研究の目的である。

3. 研究の方法

口腔保定装置用材料として、シリコーン印象剤 (GC エクザファインパテ)、レジン系素材 (GC スプリントレジン)、アクリル系素材 (3D プリンター材料 OBJET MED610) を用いた。また、放射線治療時に使用する、ポーラス (組織等価物質ゲル) と、IMRT 用ファントムも用いた。これらの材料の CT 値を CT 装置 (LightSpeed VCT、GE 社製) にて計測した。各材料を 5 mm 厚さとし、IMRT ファントムを除いて水中に設置して測定した。

また、5 mm、10 mm、15 mm 厚のシリコーン印象剤、アクリル系素材、ポーラス、IMRT 用ファントムを作成し、リニアック装置 (ONCOR Impression Plus、シーメンス社製) にて 4 MV の X 線を 200MU 照射し、線量計 (1094 型 Checkmate2、Sun Nuclear 社製) にて線量測定を行った。物質なし (空気のみ) を基準として、エックス線吸収率を算出した。

さらに、シリコーン印象剤による上下顎一体型口腔保定装置を作成し、その装置を CT 撮影し画像処理ソフトにて (Analyze、OsiriX、Meshlab、Metfabb baic) 画像処理を行った後、3D プリンター (Eden260VS、Stratasys 社製) にて複製し、長径、短径、幅経、体積を比較した。これら 2 種類の上下顎一体型口腔保定装置を用いて、放射線治療計画用 CT を撮影し、上顎部、下顎歯肉部、口底部に腫瘍が存在すると仮定して線量分布図を作成し、上下顎一体型口腔保定装置の線量処方に与える影響を視覚的に評価した。

4. 研究成果

各種材料、ファントムの CT 値を下記の表 1 に示す。

シリコーン印象剤の CT 値が最も高く、レジン系素材、アクリル系素材の順となった。しかしながら、アクリル系素材でも CT 値は 115.33HU であり、ポーラスや、IMRT 用ファントムよりエックス線を吸収すると考えられた。

表 1：各種材料の平均 CT 値

試料	平均 CT 値 (HU)	標準偏差
シリコーン印象剤 (GC エグザファインパテ)	741.43	6.524
レジン系素材 (GC スプリントレジン)	285.73	4.536
アクリル系素材 (OBJET MED610)	115.33	0.321
ポーラス (組織等価物質ゲル)	-12.74	0.197
IMRT 用ファントム	2.06	0.026

そこで、5 mm、10 mm、15 mm厚のシリコーン印象剤、アクリル系素材、ポーラス、IMRT 用ファントムを作成し、エックス線吸収率を求めたところ図 1 のようになった。

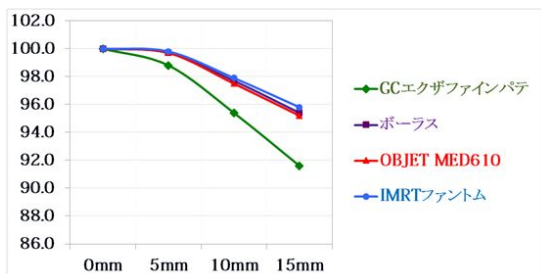


図 1：各種材料の厚さとエックス線吸収率の関係

アクリル系素材は、ポーラスや IMRT ファントムと比較して、わずかにエックス線吸収率が高いものの、その差は 0.1~0.6%程度であった。

シリコーン印象剤、アクリル系素材を用いて上下一体型口腔保定装置を作成したところ、長径で 0.2 mm、体積で 0.59 cm³の差が認められたが、装着安定性に問題は認められなかった。これら二つの保定装置を用いて、腫瘍に対する線量処方を CT 画像に複製したところ、ビーム中心部での線量評価ならびに保定装置付近の線量評価において、アクリル系素材を用いた上下顎一体型口腔保定装置の方が、良好な評価が得られた。

以上の結果より、上下一体型口腔保定装置としてはシリコーン印象剤を用いた装置が最も簡便であるが、寸法安定性や線量処方への影響から考えて、アクリル系素材を用いた装置が適切であると示唆された。ただし、作成に費用が発生すること、時間がかかることが欠点としてありこれらの改善が今後必要であると思われた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5 件)

Shimamoto H, Sumida I, Kakimoto N, Marutani K, Okahata R, Usami A, Tsujimoto T, Murakami S, Furukawa S, Tetradis S. Evaluation of the scatter doses in the direction of the buccal mucosa from dental metals. J Appl Clin Med Phys, 査読あり, Vol16, No3, 2015, 233-243

Sumida I, Yamaguchi H, Kizaki H, Yamada Y, Koizumi M, Yoshioka Y, Ogawa K, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S. Evaluation of imaging performance of megavoltage cone-beam CT over an extended period. J Radiat Res, 査読あり, 55(1): 2014, 191-9

柿本直也 舌癌に対する照射筒を用いた電子線腔内照射 大阪大学歯学雑誌 第 58 巻 1 号, 査読無し, 2013, 11-15

[学会発表](計 10 件)

北森秀希、鹿島英樹、隅田伊織、辻本友美、島本博彰、柿本直也、村上秀明、古川惣平 3D プリンター用いた放射線治療用マウスピース造形の試み-生体適合性 PolyJet フォトポリマー (MED610) の使用- 第 35 回関西九州合同地方会 2015.12.12 大阪大学中之島センター、大阪

Tsujimoto T, Shimamoto H, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S Postoperative radiotherapy for oral cancer patients with high risk of recurrence 20th ICDMFR 2015.08.27, Santiago, Chile
Tomita S, Murakami S, Tsujimoto T, Shimamoto H, Kakimoto N A modular spacer for the treatment and 3D-CT planning of tongue cancer using interstitial brachytherapy 20th ICDMFR, 2015.08.27, Santiago, Chile
柿本直也、隅田伊織、村上秀明、古川惣平 舌癌高線量率組織内照射における造影 CT based dose prescription の試み 第 55 回日本歯科放射線学会総会 2014.06.08 タワーホール船堀、東京

Shimamoto H, Sumida I, Marutani K, Okahata R, Tsujimoto T, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S Evaluation of Scatter Doses from Dental Metals: Comparison among Different Irradiation Methods 64th AAOMFR 2013.10.03, LA, USA

Okahara R, Tsujimoto T, Tomita S,
Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S
Evaluation of scatter doses from
dental metals in head and neck
radiation therapy: Comparison between
irradiation methods 19th ICDMFR
2013.06.25, Bergen, Norway

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柿本 直也 (KAKIMOTO, Naoya)
大阪大学・歯学部附属病院・講師
研究者番号：50324794

(2) 研究分担者

隅田 伊織 (SUMIDA, Iori)
大阪大学・医学系研究科・講師
研究者番号：10425431

島本 博彰 (SHIMAMOTO, Hiroaki)
大阪大学・歯学部附属病院・助教
研究者番号：30448112

(3) 連携研究者

()

研究者番号：