

Title	油圧式アームと歯型による固定装置を使った定位放射線治療システムの構築
Sub Title	
Author	北村, 正幸(Kitamura, Masayuki)
Publisher	慶應医学会
Publication year	2003
Jtitle	慶應医学 (Journal of the Keio Medical Society). Vol.80, No.2 (2003. 6) ,p.35-
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	号外
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069296-20030602-0035

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

油圧式アームと歯型による固定装置を使った定位放射線治療システムの構築

北村 正幸

内容の要旨

論文審査の要旨

非侵襲的な定位放射線照射の精度向上のため、歯型と油圧アームを使った着脱式頭部固定システムを独自開発した。併せてシステムの再現性評価のため、頭蓋内の骨性基準点を使った定期的CT撮影による精度測定を行ったので、その結果について報告する。

ガンマナイフに代表される定位放射線照射は、放射線を頭蓋内小病変に集束させて病変のみを破壊する手法である。高精度のリニアック装置でも同様のことが可能なので、慶應大学では独自の方法で高精度な位置決めを可能にしたリニアック定位放射線照射を採用している。

ガンマナイフでは1回照射法が原則であるが、リニアック定位放射線照射では病変周囲の正常組織障害を軽減する目的で放射線生物学的に有利な分割照射法が可能である。しかし、分割照射法では治療期間が数週間に及ぶため従来のフレームのネジ固定は患者負担が大きい、非侵襲的でありながら高再現性の新たな固定法の開発が必要となった。

我々は、患者個人の歯型からアクリル樹脂歯型を作成した。歯型を上顎に装着した後、レクセルベースフレームを取り付け、さらに左右から自在位置で固定できる油圧アームを使って固定した。この場合、患者は頭部を専用枕上の安定した位置に置き、その安定位置に合わせて頭部固定を行ってから位置決め器具を装着するので患者頭部の負担は少ない。また、レクセルフレームを利用することができるので、我々の位置決めシステムの利点を活かすことができ、容易かつ短時間に位置合わせが可能となった。

分割照射で最重要である位置的再現性の精度測定には軟部組織である腫瘍病変より頭蓋内にある骨性基準点を採用することが望ましいと考え、両側耳小骨と鶏冠頂点を基準点としたCT画像による精度測定法を考案した。

初めに測定法の評価として模擬ターゲットを使ってリニアック装置に関連した位置測定精度と位置合わせ精度を測定したが、位置測定精度はX線撮影では約0.1mm、CT撮影では約0.8mmであった。位置合わせ精度は0.3mm以下であった。

次に7名の分割定位放射線治療において定期的に精度測定CT撮影を行った。両側耳小骨と鶏冠の頂点を位置の変動の基準点とし、合計26回のCT撮影を行った。治療計画時の初回CT撮影での耳小骨と鶏冠頂点のx, y, z座標値を基準点とすると、以後のCT撮影における座標値の変動は、平均1mm未満、標準偏差2mm未満であった。距離の変動と標準偏差はいずれも2mm未満であった。基準点重心の移動、頭蓋の回転角度は平均でそれぞれ、約0.7mm、1.0度であった。

このCT撮影による測定法の精度を確認する目的で、骨性構造内であり変動がほとんど無いと考えられる両側耳小骨と鶏冠頂点の3基準点間距離を計測した。その結果、各基準点間距離の変動は平均0.5mm未満、標準偏差は1mm未満であった。

以上より、頭蓋内骨構造を基準点とした位置精度測定法は、再現性測定法として有用であり、アクリル樹脂歯型と油圧アームを使った頭部固定システムの再現性は定位放射線治療として許容範囲と考えられる。これにより、当初の目標であった分割照射による定位放射線治療のための非侵襲的で高再現性の頭部固定法の開発は達成されたと考えられる。

分割照射を用いる定位放射線治療では、治療期間が数週間に及ぶため従来の1回照射法でのネジ固定式に代えて着脱式固定法が求められる。その際の位置的再現性は、治療精度を左右する。再現性を高めるためにアクリル樹脂歯型を作製し、自在位置で固定できる油圧アームを使って患者に安楽な頭部位置を保ったまま全体を固定することができるフレキシブルな固定法を開発した。当科で以前より用いている光学的な位置合わせ方法と組み合わせることにより簡便かつ短時間に高精度の位置決めが可能となった。固定精度評価のために、基礎的精度として模擬ターゲットを用いた位置決め精度を測定した。さらに着脱式固定法の再現性を調べるために初回CTを基準にして週1回の精度測定CTを行った。この時、位置変動の基準に腫瘍病巣を定点とすることは不安定と考え、頭蓋内の骨性定点として両側耳小骨（キヌタ骨体短脚と中耳壁との接点）と鶏冠上端を採用した。これらは、ほぼ万人に存在し1点に近いCT画像を呈する。各点の初回座標を基準にし、2回目以降の座標の差分を変動とした。座標値の差分を2乗和平方根から変動距離も求めた。座標値の変動は平均1mm未満、標準偏差2mm未満であった。距離の変動と標準偏差はいずれも2mm未満であった。3基準点から重心と平面が求められる。重心移動の平均は約0.7mm、平面の回転角度は約1.0度であった。

審査では、まず、CT撮影回数が一定でないことおよびこの固定法によって治療成績の向上が得られているか、との質問があった。それに対し、CT回数が一定でないのは治療方針から生じた治療期間の長短によるためであること。現在、まだ当科の症例数が少なく正式な報告には至っていないが、本邦で同様の治療法を行っている施設からは、5年制御率90%以上というガンマナイフ等の1回照射法と同等の成績が報告されており、当科の成績もそれに近くなる見込みとの回答がなされた。次に、この分野はやや特殊でわかりにくいので、論文冒頭に座標の機構等の解説部分を少し補うべきとの指摘があった。

また、ユニークな方式によってレクセルフレームのネジ固定による侵襲性に関する問題を負担無く回避できているだろうとの評価があった。座標測定に関しても耳小骨と鶏冠による3次元測定は有効だろうと指摘された。しかし、得られた座標変動の統計的な結果、特に重心や角度について考察や評価がなされていないことが指摘された。

上顎歯列が無い人にこの治療法が困難であることについて、精度を大切にすれば人工歯根（インプラント）を埋没して接続部に使うことも可能ではないかとの指摘があった。

以上より、本研究は上記の点で検討すべき課題がいくつかあるが、定位放射線治療において非侵襲的かつ高精度な固定法を開発した点に関し独創性のある有意義な研究であると評価された。

論文審査担当者 主査 放射線医学 久保 敦司
外科学 河瀬 斌 耳鼻咽喉科学 小川 郁
形成外科学 中島 龍夫 内科学 福内 靖男
学力確認担当者：北島 政樹、河瀬 斌
審査委員長：河瀬 斌

試問日：平成15年3月19日