

京都大学	博士（ 医学 ）	氏 名	植 木 奈 美
論文題目	Intra- and Interfractional Variations in Geometric Arrangement between Lung Tumours and Implanted Markers (肺腫瘍と留置マーカー間の日内および日間の位置誤差の検討)		
(論文内容の要旨)			
【目的・背景】			
体幹部定位放射線治療（SBRT）は高線量の放射線を腫瘍に限局して照射する手法である。肺腫瘍のように呼吸性移動が大きい腫瘍に対する SBRT では、周囲の正常組織への線量を低減するために腫瘍近傍に留置された内部マーカーを用いて動体追尾照射や待ち受け照射などが行われるが、必ずしも腫瘍と内部マーカーが呼吸に伴って同じ動きをしないことがある。この動きの違いにより照射中に生じる腫瘍と内部マーカーの間の誤差（日内誤差）を動体追尾照射の治療計画を行う際には考慮すべきである。さらに腫瘍と内部マーカー間の照射日毎の位置誤差(日間誤差)も存在すると考えられる。本研究の目的は肺腫瘍と内部マーカーの間の日内及び日間の誤差を定量的に評価し、これらの誤差を担保するために動体追尾照射に必要なマージンについて検討することである。			
【対象・方法】			
事前に金球マーカーを留置し肺腫瘍に対して SBRT を施行した 15 人の患者を対象とした。金球マーカーは、治療計画用 CT 撮像前に気管支鏡を用いて 4－5 個を腫瘍周囲に留置した。すべての患者において 2.5 mm スライス厚の 4DCT を自由呼吸下で治療計画時および治療期間中の計 2 回撮像した。撮像された 4DCT は腹壁の動きより得られた呼吸位相のデータに基づいて、10 位相 (0, 10, 20, …, 90%) に再構成した。この再構成された各呼吸位相の画像上で腫瘍重心及び内部マーカーの重心位置を算出した。			
日内誤差は各位相 (n%) での呼気終末相 (50%) での相対位置からの変化量 E_n として左右・前後・頭尾方向で算出し、その平均値および標準偏差を評価した。また、腫瘍の呼吸性移動量と腫瘍と内部マーカー間の距離が 10 位相間の最大日内誤差に与える影響についても評価した。日間誤差は 50%における 2 回の CT の間の腫瘍重心と内部マーカー重心の相対位置の変化として各方向で評価した。			
【結果】			
日内誤差に関しては各位相での E_n の平均値はほぼ 0 mm で系統的な誤差の方向性は認めなかったが、標準偏差の二乗平均平方根は左右方向 0.6 mm、前後方向 0.9 mm、頭尾方向 1.5mm であり、動きが大きい方向で患者毎のばらつきは大きかった。10 位相間での最大誤差値はすべての方向において腫瘍の呼吸性移動量と相関しており、前後・頭尾方向では腫瘍-内部マーカー間の距離と相関していた。各方向の日間誤差は左右方向-2.4－+0.7 mm、前後方向-2.3－+2.4 mm、頭尾方向-1.3－+1.6 mm ですべての誤差は 2.5 mm 以内であった。			
【結論】			
腫瘍と内部マーカー間の日内誤差は腫瘍の呼吸性移動量と腫瘍-内部マーカー間の距離に依存しており、日内誤差を担保するためのマージンは患者毎の評価が必要である。日間誤差は 2.5 mm のマージンで担保可能である。			

（論文審査の結果の要旨） 呼吸性移動が大きい肺癌では、照射に伴う有害事象を低減するために、適切な呼吸性移動対策が不可欠である。照射時間の延長なく正常組織への線量低減を可能とする動体追尾照射は、最も理想的な呼吸性移動対策とされる。その方法では腫瘍位置を正確に把握するために腫瘍近傍に内部マーカーを留置する必要があるが、肺腫瘍とマーカー間に生じる誤差についてはこれまで十分な検討がなされていなかった。 本研究は経気管支鏡的に肺腫瘍の近傍にマーカーを留置し体幹部定位放射線治療を受けた 15 例を対象に、照射中の呼吸に伴い腫瘍とマーカー間に生じる誤差（日内誤差）と照射毎の腫瘍とマーカーの位置変化による誤差（日間誤差）を 4DCT にて評価した。その結果、呼気相を基準とした日内誤差の方向性および大きさは患者毎に異なっていた。また、呼吸位相間の最大の位置誤差は腫瘍の呼吸性移動量と腫瘍とマーカー間の距離と相関することが示された。従って、日内誤差を担保するマージンを一律に規定することは困難であり、患者毎の評価が必要であることが明らかになった。一方、日間誤差は全ての誤差は 2.5 mm 以内であった。これらの結果から、動体追尾照射の臨床応用に必要なマージンが決定された。 以上の研究は肺腫瘍とマーカー間に生じる誤差の解明に貢献し、内部マーカーを用いた動体追尾照射の臨床応用の実現に寄与するところが多い。 したがって、本論文は博士（医学）の学位論文として価値あるものと認める。 なお、本学位授与申請者は、平成 26 年 3 月 31 日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。			
要旨公開可能日： 年 月 日 以降			