

乳癌の術中電子線照射における正常組織への線量低減に用いるプレートの改良

大島隆嗣、青山裕一¹⁾、下郷智弘²⁾、柴田洋希、川浪亮太、
羽原幸作、安井啓祐、小幡康範³⁾、田伏勝義³⁾
名大・大学院、名大・付属病院¹⁾、名大・医²⁾、名大・保健³⁾

Abstract

はじめに

乳癌の治療において、乳房温存術後の腫瘍床に対して術中電子線照射が行われることがある。この時、電子線の飛程領域内に肺などの正常組織が含まれてしまうため、障害が発生することがある。この不要な線量を低減するため、一般的にアルミ板と鉛板が乳腺組織と大胸筋筋膜の間に挿入される。しかし金属のみでは、電子線は遮蔽できるが後方散乱も生じてしまう。過去の研究において、アクリルと銅を用いて後方散乱の影響が生じない遮蔽プレートを開発したが、その使用の際には電子線の深部線量が90%になる深さ(R_{90})と等しい乳腺厚が必要で、薄い乳腺組織に対してはボラスを必要とするという制限があった。そこで本研究では、遮蔽プレートに使用する材質および構造を再検討し、薄い乳腺組織にも使用できる遮蔽プレートを設計した。

方法

30 x 30 x 30 cm³の水ファントム中の12 MeV電子線の R_{90} にプレートの上面を合わせ、単色の15 MeV電子線をpencil beamで照射した。材質はその密度と実効原子番号から候補を選択し、シミュレーションによって最適な材質および厚さを決定した。また、構造は後方散乱を吸収する吸収体層と電子線を遮蔽する遮蔽体層、および遮蔽体層へ入射する電子線と遮蔽体層から吸収体層への後方散乱を予め減弱する緩衝体層の3層構造とし、滅菌による腐食および各層の順序の入れ違いを防ぐために全体を合成樹脂でpackingした。

結果および考察

電子線の減弱には電子密度の高い物質が好ましく、電子密度は実効原子番号(Z_{eff})が高いほど、また密度が高いほど高くなる。しかし、 Z_{eff} が大きくなると後方散乱も大きくなるため、使用目的ごとに適切な Z_{eff} をもち、より密度の高い材質を選択する必要がある。

まず、packing材は後方散乱の大きさが水と同程度である必要があるため、 Z_{eff} は水と同等でなければならない。従って、合成樹脂の中で水と同程度の Z_{eff} をもち、より密度の高い物質であるPolyethylene terephthalateを選択した。また、吸収材は、その後方散乱の飛程がpacking材厚を超えない物質で、かつ密度の高い物質が好ましく、graphiteが適していた。緩衝材には、より高い Z_{eff} で高密度な物質が適しており、酸化アルミニウムを選択した。そして、遮蔽材は、使用する材質の中で最も高い Z_{eff} および密度が必要で、タンゲステンが最も適していた。

以前のプレートは12 MeVの電子線において約38 mmの乳腺厚を必要としたが、今回設計したプレートを用いることによって乳腺厚約28 mmまで対応できるようになり、これは9 MeVの R_{90} に等しい。このことから、新しく設計したプレートの使用によって、電子線のエネルギー選択の幅が広がり、乳癌に対する術中電子線照射の成績を向上させることができるであろう。