

がん研究会有明病院における TrueBeam 機能の活用事例

松林 史泰

がん研究会有明病院 放射線治療部

【概要】

当施設では、2016年6月から TrueBeam(Varian Medical Systems, Palo Alto, USA)を用いた放射線治療を実施している。同社の従来のリニアックと比較して、TrueBeam は flattening filter を使用しない flattening filter free(FFF)モードが利用可能である点で革新的であり、しばしばピックアップされる。しかしながら、FFF 以外にも革新的な機能を備えている。本報告では、当施設における TrueBeam 機能の活用事例について述べる。

【はじめに】

当施設では、2016年6月から TrueBeam(Varian Medical Systems, Palo Alto, USA)を用いた放射線治療を実施している。駒澤大学においては放射線治療人材教育センターの開設に伴い TrueBeam が設置され、放射線治療における専門技術者の人材育成が期待されている。TrueBeam は flattening filter free(FFF)モードが搭載されており、高線量率での治療が可能であるため、治療中の体動や病巣の位置変動の観点から時間的優位性がある。臨床における FFF の使用実績や研究報告に関しては多くの学会発表や報告があり、我々はそれに関する知見を得る機会が多い。一方で、TrueBeam は FFF 以外にも高精度な放射線治療を実施するための革新的な機能を備えている。本報告では、当施設における FFF 以外の機能の活用事例について記述する。本報告で取り上げる機能は以下の2つである。

1. jaw tracking
2. Advanced IGRT & motion package

【1. jaw tracking】

Intensity modulated radiation therapy(IMRT)や volumetric modulated arc therapy(VMAT)において、multi leaf collimator(MLC)の開口形状に追従するように jaw(絞り)がダイナミックに動作する機能である。MLC の漏洩線量を低減する効果がある。Fig. 1 に、頭頸部癌に対する VMAT における Jaw tracking 機能の有無による organ at risk(OAR)の dose volume histogram(DVH)の違いを示す。OAR の低線量域で線量が低減することを確認できる。Jaw が MLC を追従するアルゴリズムは、開いている一番外側の MLC の 2.5mm 外側を jaw が追従していく (Fig. 2)。当施設では、jaw の精度管理基準の見直し等を行った上で、VMAT を行う全例で jaw tracking 機能を使用している。

【2. Advanced IGRT & motion package】

2-1 Auto beam hold

照射中に経過時間や照射 MU, 患者の呼吸波形をトリガとして kV 画像を撮影し, 患者体内に留置したマーカーの位置誤差を瞬時に検出して X 線を一時的に停止する機能である. あらかじめ, 患者の体内にマーカーを留置する必要があるものの, 治療中に動く病巣へ照射する際に有用な機能である. 現時点では, 当施設で臨床使用した経験はないが, 呼吸性移動を有する体幹部への照射で使用できるように準備している.

2-2 4次元 cone beam computed tomography (4D-CBCT)

患者の呼吸波形を計測しながら CBCT を撮影し, 呼吸の経過(呼吸位相)ごとに CBCT 画像を再構成する機能である. 近年は, 呼吸性移動を伴う部位に対して治療計画をする際には, 4D-CT を撮影することが多い. 4D-CBCT を用いることで, 特定の呼吸位相の CBCT を用いた位置照合や, 治療の場において病巣の移動量を正確に把握できるようになり, 呼吸性移動を伴う部位を正確に照射するために有用な機能である. 当施設では, 治療計画時に 4D-CT を撮影した一部の症例に対して 4D-CBCT を撮影し, 呼吸位相ごとに治療計画時と治療時の位置の相違を把握している.

2-3 Extended length CBCT

幾何学的な制約によって, CBCT の体軸方向の撮影範囲は 16cm 程度である. 照射範囲は CBCT の撮影範囲を超える場合があり, この場合, 照射範囲全体を CBCT によって画像照合することは不可能であった. Extended length CBCT は, いわば CBCT の長尺撮影であり, この機能を用いることで照射範囲全体を見ながら画像照合を行うことが可能になった. 当施設では画像照合のみではなく, Extended length CBCT で撮影した画像を用いて線量計算を行い, 治療経過による体形変化やセットアップエラーを考慮した線量を把握している. 頭頸部癌に対する全頸部照射では, 照射範囲が 20cm 程度になることが多く, 線量計算時の側方散乱を考慮すると 26cm 程度の撮影範囲が必要になるため, Extended length CBCT は有効な手段である.

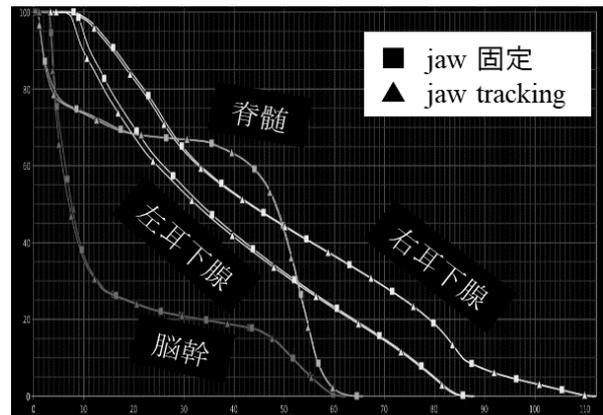


Fig. 1 jaw tracking 機能の有無による OAR の DVH の違い

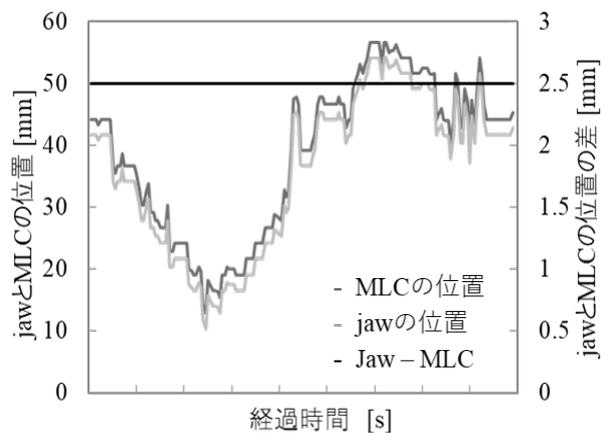


Fig. 2 jaw tracking における jaw と MLC の位置関係

Fig. 3 には治療計画時の線量分布と、治療 20 回目に撮影した Extended length CBCT を用いて線量計算を実施した線量分布の一例を示す。体形変化やセットアップエラーがあるものの、線量変化は許容内と判断して治療を継続している。日々のセットアップにおいて、我々が一致させる対象は、位置ではなく線量である。比較的大きな照射部位に対しても、線量をチェック可能なツールとして Extended length CBCT は大変有用である。



Fig. 3 治療計画時の線量分布と治療 20 回目の CBCT を用いて計算した線量分布

【結語】

TrueBeam に搭載された機能の紹介と、当施設におけるその機能の活用事例を提示した。TrueBeam の機能として FFF がピックアップされる事が多いが、それ以外にも革新的な機能を備えている。駒澤大学においては、放射線治療人材育成センターの開設に伴い TrueBeam が設置されたので、センターの発展と皆様の活躍を期待している。