

2. CBCTを用いた即時適応放射線治療の技術と物理学的側面

根本 幹央 自治医科大学附属病院放射線治療部

放射線治療で最も大切なことは、予定された照射回数と総線量を正しく履行することにある。線量の加算はできても減算ができない世界であり、最大限の治療効果を得るためには、計画どおりの照射を休止することなく完遂することが一つの目標と言っても過言ではない。また、現在の高精度治療と言われる照射手技が臨床利用される以前は、多くの不確かさを含む治療が行われていたことも否定できない。リニアックグラフィによる照射位置の再現には限界があり、可能なかぎり正確に位置合わせを繰り返すことが照射技術上でできることのすべてであった。2000年代に入り、画像誘導放射線治療 (image guided radiation therapy : IGRT) が一般化したことで、照射中心の再現性は格段に改善されるようになった。コーンビームCT (CBCT) を利用することで、照射中心へ予定線量が投与できていることを確認できるようにしたIGRTは画期的な技術と言える。照射位置の再現性が高くなると局所制御率を向上することにつながるのは間違いない、IGRTは高精度治療の根幹をなす照射技術となった。同時に、これまで見えなかったものが確認できるよう変わったことで、照射時の画像照合はより重要性を増した。臨床の実情に沿う形で、画像の一次照合が医師から診療放射線技師にタスク・シフト/シェアされるようになり、照射現場では高度な知識と照射技術が求められるようになっている。

このように、照射技術の変遷を振り返ると確実に進化していることは明らかであるが、その中でほとんど変化していない部

分がある。それは、初期プランの線量分布を是として、最後まで治療が行われるという点である。この残る課題を解決する手法として、1990年代後半には適応放射線療法の数学的概念と潜在的な利点が報告^{1), 2)}されている。

本稿では、この即時適応放射線治療 (online adaptive radiation therapy : online ART) について、バリアン社製の「ETHOS Therapy HyperSight」(図1) を使用した照射技術の現状を報告させていただく。

CBCTを用いたonline ARTの概要

online ARTは治療期間中の患者の体内変化をとらえ、その時々に合わせて治療計画を最適化させ照射を行う技術である。具体的には、腫瘍の位置や形状変化、周囲のリスク臓器との位置関係、体格の変化などを考慮して、初期プランを照射

当日の状態に最適化し直して治療を実施することになる。ETHOS Therapy HyperSightによるonline ARTのフローを提示する(図2)。ETHOS Therapy HyperSightは、治療計画を立てる際に臨床目的(RT Intent)を設定するようになっていて、一般的に必要とされる臓器輪郭の定義が自動作成される。この臨床目的は治療対象部位と同義であり、治療時にはインフルエンサー(Influencer)と呼ばれる機能が人工知能(AI)やdeformable image registration(DIR)を利用して、初期治療計画の輪郭定義と対となるように必要な輪郭を作成してくれる。計画は放射線治療計画システム「Eclipse」などで強度変調放射線治療(IMRT)や回転型強度変調放射線治療(VMAT)の計画を行う作業と大きく変わらず、設定した線量制約はonline ART時に引き継がれて照射時に最適化する線量分布の達成目標として利用されることになる。ここまでの手順



図1 当院放射線治療部の概要
a : 新設された放射線治療棟の外観
b : ETHOS Therapy HyperSightの外観