

放射線治療におけるリニアック寝台と患者用クッション材の線量減弱率の検討

尾道市立市民病院
診療放射線科

森川 竜二

要 旨 高精度放射線治療において、高い精度の線量投与が要求される。

放射線治療計画では寝台（カウチ）や固定具などをビームが通過する場合、線量の減弱や分布の変化は無視されがちであり、それらのデバイスにより投与線量が減少し、過少線量となる可能性が生じる。AAPM TG176では、これらの外部デバイスが与える線量的影響についての実測データやその評価方法を詳細に記載している。

Key words : 線量減弱率, 天板, Couch Top (カウチトップ)

はじめに

現在の治療計画装置ではカウチや固定具などの外部デバイスを計算領域に含めて線量計算できるものもあるが、そのようにできない計画装置の場合あるいは含めて計算させない場合に投与線量に及ぼす影響についてTG176で推奨されているジオメトリに基づいて測定を行った。

方 法

図1のように天板部分がカーボン素材の網目状になっている網目状天板（図1）、天板部分がカーボン素材となるオールカーボン天板（図2）、天板中央部分がカーボン素材、レール部分とその間がカーボン素材の網目状になっている網目状+カーボン天板（図3）、網目状天板とEボード（図4）、網目状天板とバックロック（図5）を設置した。

減弱率を測定するための幾何学的配置図を図6に示す。チェンバーをアイソセンタに配置し、ガントリ一角度0～180度まで10度ごとに測定を行い、ガン

トリ一90度の水平面に対して対称となる角度の測定値により式1を用いて減弱率を計算した。

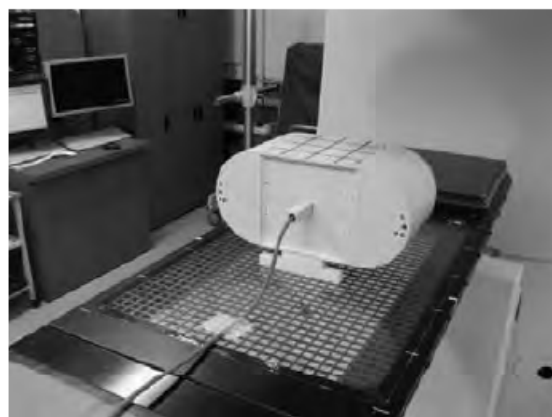


図1. 網目状天板



図2. オールカーボン天板



図5. 網目状天板+バックロック



図3. 網目状+カーボン天板



図4. 網目状天板+Eボード

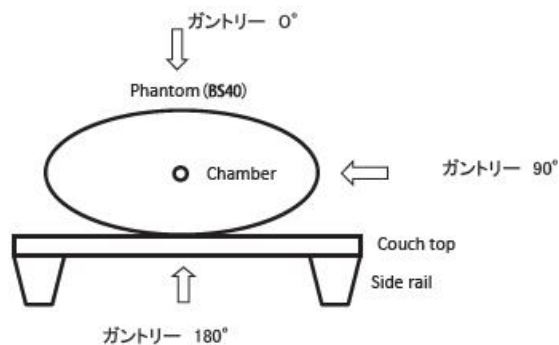


図6. 幾何学的配置図

$$\text{減弱率(\%)} = (1 - M_x/M_{x_0}) \times 100 \quad \dots \text{式1}$$

M_x : ガントリー X 度の測定値
($X=90 \sim 180^\circ$)

M_{x_0} : ガントリー X_0 度の測定
($X_0=0 \sim 90^\circ$)

(X と X_0 はChamberを含む水平面に対して
対称となる角度)

測定条件

X線エネルギー : 4,10MV

照射MU : 100MU

照射野 : $10 \times 10 \text{cm}^2$

SCD : 100cm

減弱率測定用デバイス：

網目状天板

オールカーボン天板

網目状+カーボン天板

Eボード, 15mm厚 (天板用クッション材,

材質：発泡ポリエチレン)

バックロック (患者固定クッション, 材質

: ポリスチレン製小ビーズ)

使用機器

直線加速器 : ONCOR Impression Plus
(キャノンメディカル)

線量計 : PTW30013

電位計 : RAMTEC1000plus

使用ファントム : ImRTファントム

結果

1. 天板ごとの減弱率 (図7, 図8)

1.1 網目状天板

天板の網目状の部分では, 減弱率ほぼ0%になっているが, ガントリー角度120°~130°付近のレール部分では減弱率が大きく, 4MVで17%, 10MVで11.4%と他の2つの天板に比べて大きくなっている。これは, 天板端のカーボン部分の厚みが他の2つの天板に比べて大きく, 線量の吸収が大きくなるためである。

1.2 オールカーボン天板

中央部のカーボン部分の減弱率は, 4MVで1.2%, 10MVで0.5%と網目状天板と比較してやや大きくなっている。減弱率の大きくなるガントリー角度120°~130°付近では4MVで8.5%, 10MVで5.6%と網目状天板と比較して4MVで8.5%, 10MVで5.8%程度小さくなっている。

1.3 網目状+カーボン天板

中央部のカーボン箇所の減弱率は, 4MVで1.9%, 10MVで0.9%とオールカーボン天板と比較して, 4MV, 10MVともに0.5%程度大きくなっている。減弱率の大きくなるガントリー120°~130°付近で4MVで6.8%, 10MVで4.4%と3つの天板の中ではレール部分の減弱率は最も小さくなっている。

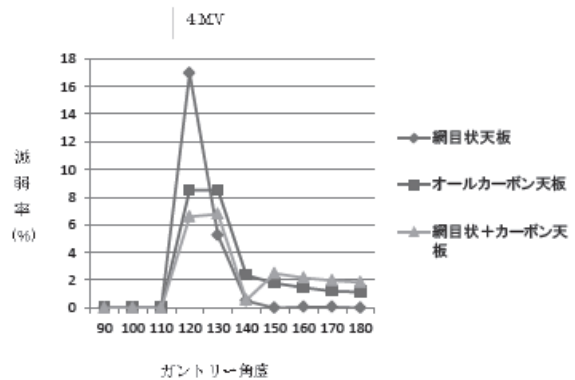


図7. 天板ごとの線量減弱率 (4 MV)

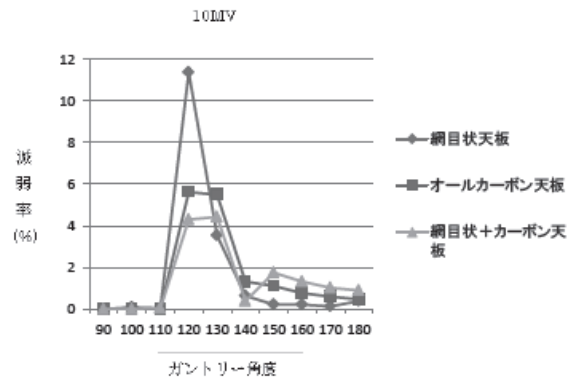


図8. 天板ごとの線量減弱率 (10MV)

2. 網目状天板+ (Eボードまたはバックロック) の減弱率 (図9~12)

2.1 網目状天板+Eボード

Eボードによる減弱率の増加は, 天板の中央部分では4MVで0.5%, 10MVで0.3%の減弱率の増加がみられた。また, レール部分では4MVで2~3%, 10MVで1.0~1.5%の減弱率の増加がみられた。

2.2網目状天板+バックロック

バックロックによる減弱率の増加は、天板の中央部分では4MVで0.5~1.0%, 10MVで0.5~0.8%の減弱率の増加がみられた。また、レール部分では4MVで1.5~4.0%, 10MVで1.0~2.5%の減弱率の増加がみられた。

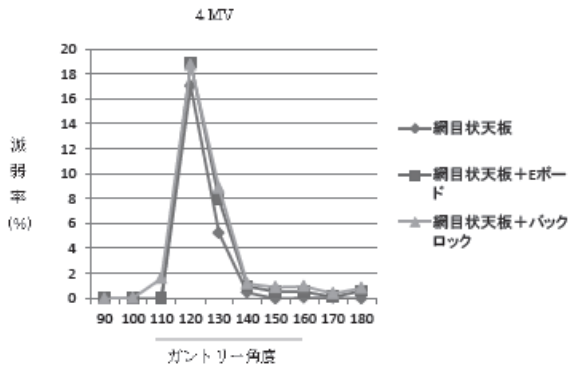


図9. 網目状天板、Eボード、バックロックの線量減弱率 (4MV)

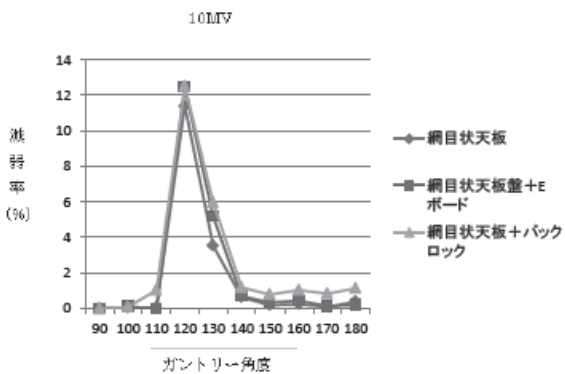


図10. 網目状天板、Eボード、バックロックの線量減弱率 (10MV)

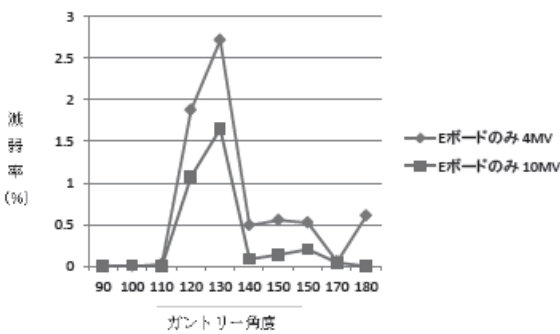


図11. Eボードの線量減弱率

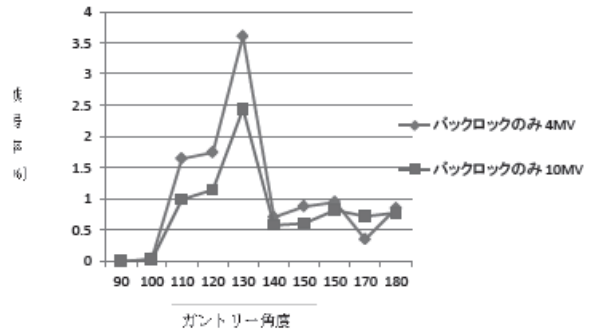


図12. バックロックの線量減弱率

3種類の天板の減弱率を比較すると中央部分では網目状天板、オールカーボン天板、網目状+カーボン天板の順に大きくなり、レール部分では、網目状+カーボン天板、オールカーボン天板、網目状天板の順に大きくなった。

エネルギーの違いによる減弱率の影響は4MVのほうが10MVよりも寝台等のデバイスによる減弱の変化が大きくなった。

Eボードやバックロックを使用したときの減弱率は、寝台の中央部分では4MV, 10MVともに1%以内に収まっているが、レール部分では中央部分の値よりも大きくなっている。これは、ガントリー角度120~130°ではEボードやバックロックに対して、ビームが斜入することにより、そのデバイスの厚みが増すためである。

Eボードとバックロックの減弱率を比較すると、4MV, 10MVともにその値は中央部で約0.5%, レール部分で約1.0%バックロックのほうが大きくなった。

考 察

寝台やその他の固定具、クッション材などをその計画に含まずに治療計画を作成する場合、それらのデバイスにより計画装置が算出した線量と実際に照射される線量が異なり、過少線量となる可能性がある。

この減弱をできるだけ避けるために、以下のことについて注意を払う必要がある。まず計画時に照射野がレールに重ならない角度になるように治療計画を行う。それが難しい場合は、なるべく減弱の影響の少ない天板を選択する。さらにセットアップ時に照射野がレールに重なっていないことを目視で確認する。また可能であるならば治療計画時に、寝台やバックロック、E ボードなどの外部デバイスを含めて計算するという事などである。

結 語

リニアック寝台と患者用クッション材の線量減弱率について検討をおこなった。

より精度の高い放射線治療を行うためには、治療計画を行う人や照射を行う人がお互いにこのような外部デバイスの影響を考慮しながら業務を行うことが重要であるということが認識できた。

文 献

Arthur.J.Olch, et al : Dosimetric effects caused by couch tops and immobilization devices : Report of AAPM Task Group176 : 1-30, 2014.

