

2019 年度 新潟放射線治療技術懇話会 基礎講習会 質問と回答

基礎講習会ワーキンググループ

1. 放射線計測 X線

Q 1.1

”Linac 場での校正の場合、 k_Q が不要”という話がありましたが、同じ公称エネルギーであってもメーカーや装置の型式、個体差により線質の違いはあるため、本当に補正は不要なのですか？ もしくは補正が必要なほどの大きさではないということですか？

A 1.1

医療用リニアックにおける、高エネルギー光子線水吸収線量校正は、すでに 2013 年 11 月より標準供給を開始していると、産総研より発表されています。講師、WG メンバーには経験者がいないため、明確な回答はできませんが、下記の文献に線質変換係数は不要になると明記されておりますので、ご参照ください。

清水 森人 (2014) 「高エネルギー光子線の水吸収線量標準について」 Jpn.J.Med.Phys. Vol. 34 No.3: 154-161 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjmp/34/3/34_154/_pdf/-char/ja>

Q 1.2

最大深で校正しない理由は？

A 1.2

まず、標準計測法 12 に水吸収線量計測の基準条件として、校正深 10 g cm^{-2} と記載されています。

なぜ最大深にしないのかという理由が明記されているものは見つけれませんでした。講師と WG の見解ですが、標準計測法 12 の付録 12 の $\text{TPR}_{20,10}$ の説明部分にあるように、照射ヘッド等からの電子の混入による影響がないことや、最大深のように TMR の肩領域では測定誤差の影響を大きく受けるためだと考えます。

Q 1.3

Jaffeplot に関して、線量計の電圧 400V 以上かけられないものについて、直線の確認は 400V まででいいのかどうか。

A 1.3

線量計の電圧は仕様書に記載された範囲を超えると故障の原因となります。より高い電圧はイオン増殖が起こる可能性がありますので、通常使用における範囲で直線領域内から外れていないかどうか、確認することが重要です。

2. 放射線計測 電子線

Q 2.1

最大深で校正しない理由は？

A 2.1

電子線の水吸収線量を求めるには、線質変換係数や PDI から PDD に変換するために平均制限質量衝突阻止能比が使われます。従来は、校正深は最大深としていたそうですが、最大深の阻止能比が加速器によって変化することがわかったそうです。

のちに、 $d_c = 0.6 R_{50} - 0.1$ として校正深を定義することで、 R_{50} をパラメータとして校正深における阻止能比を、加速器の違いに依存しない回帰式で算出可能となったため、現在に至ったようです。詳細は標準計測法 12 をご参照ください。

Q 2.2

NACP-02 でも相互校正はすべきですか？

A 2.2

標準計測法 12 で表に記載されているので、必須ではないと考えますが、相互校正を推奨すると書かれているので、校正定数を使用した結果と相互校正の結果を比較することは有用と考えます。ただし、どちらのデータを使用するかは各施設の判断となります。

Q 2.3

水深による線質の変化は k_s , k_{pol} に影響を与える可能性があるとのことですが、PDI 測定時に実際に補正はされていますでしょうか。深さごとに補正するとなると大変な気がするのですが、線量に大きく影響するものでしょうか。

A 2.3

参考書「高エネルギー電子線の線量評価の実際」には、「係数の変化は電離箱に依存するため一度は確認した方がよい。その場合でも、 I_{50} に影響を与える深さ 5, 6 点で充分」とあります。実際の補正に関しても、「近似式を立てて各深さを補正するか、各点と平均

値の差が許容できれば平均値を用いても良い」とあります。

線量に大きく影響する可能性は少ないと考えられますが、深さごとに有意な変化がないか確認することは大切だと思います。

3. 品質保証・品質管理（治療装置・CT シミュレータ）

Q 3.1

許容レベル・介入レベルと各ガイドラインに推奨の基準値の関係はどのように考えるべきですか？（ガイドライン推奨値は介入レベルのレベル1、レベル2、レベル3のどれに該当するのかなど）

A 3.1

AAPM TG-142 では許容値は介入レベルであるとしています。各種ガイドラインの許容値を用いて QA を実施しているのであれば、その許容値未満が許容レベル、許容値以上が介入レベルと言えます。

介入レベルの1~3については、TG-142において考えれば、介入レベル1が許容レベル、レベル2が許容レベルを超えているが経過観察する程度、レベル3が中止する程度と考えられ、記載されている数値は介入レベル1の許容レベルと考えられます。

ただし、具体的な数値については、施設ごとに治療装置や測定機器の精度が異なるため、「この値がレベル〇〇。」と一般化できないと考えます。データが集まってきた段階で、自施設で装置の変動や測定精度を考慮し、基準値 $\pm 2SD$ や $\pm 3SD$ などに設定する必要があると考えます。

Q 3.2

半導体線量計を定期的に電離箱と比較して使う→具体的に何を比較しますか？相対測定に半導体を使う上でも必要ですか？

A 3.2

標準計測法12によれば、半導体線量計単体では絶対線量の測定はできないため、事前にリファレンス線量計との相互校正が必要になります。その上で、代表的な照射野で電離箱線量計との測定値の差が許容できるかを確認します。

相対線量測定時も計画装置に登録するような重要なデータであれば、あらかじめ電離箱と半導体で測定したPDDやOCRやOPFなどを比較しておく必要があると考えます。これは半導体だからという理由以外に、検出器のサイズにも依存するためです。

4. 品質保証・品質管理（治療計画装置）

Q 4.1

線量計算アルゴリズム Superposition と AAA は同じなのですか？

A 4.1

線量計算法の内、モデルベース線量計算法という分類の中にカーネルベース線量計算法として Convolution 法と Convolution/Superposition 法（Superposition 法）があります。この Superposition 法を治療計画装置に実装する手段として AAA（Anisotropic Analytical Algorithm）や CCC（Collapsed Cone Convolution 法）といった線量計算アルゴリズムが存在します。それぞれの詳しい原理は「X 線線量計算の不均質補正法に関する医学物理ガイドライン 日本医学物理学会 タスクグループ 02」で解説してありますので参照ください。

Q 4.2

ホットスポットは Dose の 110%以上の領域としていましたが、教科書的に決まっているものですか？

A 4.2

教科書的には「PTV 以外の組織に照射される高線量域」とだけ表現されています。資料によっては高線量域となる体積が 2cc 以上の場合のみホットスポットと呼ぶこともあります。今回は例として処方線量の 110%と表記しましたが、実際には施設ごとに基準を設け取り扱うことが必要となります。

Q 4.3

電子濃度という表現が気になりました。電子密度と同じだとは思いますが。

A 4.3

標準計測法 12（付録 11 P196）では単位質量当りの電子数を電子密度、単位体積当りの電子数を電子濃度と表現しています。単位体積当りの電子数も密度ではありますが、混同を避けるため電子濃度という用語を使用しています。以前の「放射線治療技術の標準」では電子密度と表記していましたが、改訂された「放射線治療技術標準テキスト」では電子濃度と表記しています。

Q 4.4

ベンチマークテストとは何ですか？

A 4.4

ベンチマークテストとは、治療計画装置にて実際の利用条件と同じか、または同等の条件を設定して、処理の速度や効率等の性能評価を行います。これにより、特定のビームデータ及び特定条件下で、線量計算アルゴリズムの精度や計算時間がわかります。

JSRT 誌 2019.2 月号「教育講座 ー放射線治療装置を立ち上げようー 7. 治療計画装置の受入れ試験とコミッショニング」では、効率的な立ち上げのため、受入れ試験とコミッショニングを同時に行う場合のベンチマークテストの具体的な方法が説明されています。

以上