

ガンマナイフ QA ガイドライン

2014年12月10日
日本ガンマナイフ研究会

1 ガンマナイフにおける QA ガイドラインの必要性

わが国におけるガンマナイフ(以下 GK)治療において、QA は各施設の判断で独自に施行されているのが現状である。それは GK が既に完成された定位放射線治療装置であり、コバルト線源を固定で使用し、さらには中心誤差がゼロコンマ数ミリであり、GK 治療ではほとんど誤差がないものとして治療を行っていることに要因があるように思われる。しかしながら、GK は定位放射線治療装置の一つであることは言うまでもなく、従って QA は必須であると考えられる。これらのことを鑑みると、現在各施設で施行されている QA を統一し、全施設にて共有し得る QA ガイドラインの作成が必要である。

2 線量の統一と評価

放射線治療においてはリニアック同様全施設による吸収線量の統一が不可欠である。各施設間における吸収線量のばらつきをなくすため、医療用線量標準センターにより校正された線量計を用い、ユーザー自らによって線量測定を施行すべきである。また、コバルト線源を使用しているため1度測定すれば何度も測定する必要はないという意見もあるが、コバルト60線源の純度のバラツキ、線源の脱落、機器の不具合等の可能性も考慮に入れる必要がある。

方法

- 1) 付属の直径16cmの球形ファントムの中心に校正された検出器をセットしファントムを取り付ける。
- 2) 全セクターにて16mm コリメータを選択し、寝台を幾何学的中心(X、Y、Z) = (100、100、100)に移動させる(Model B,C:18mm コリメータをヘルメットサポート支柱に取り付け、X座標読み値を 100.0 ± 0.1 mm になるように設定)。
- 3) 計測はシャッター開閉の端効果が無視できるよう十分時間を置いて測定を開始する。
- 4) 測定は10回繰り返し、値は平均する。
- 5) 治療計画装置の値との比較を行う。
- 6) 前回測定値からの計算値との比較を行う。

3 線量計の校正

GK 用線量計を直接校正する、または校正されたファーマー線量計を用い GK 用の線量計を比較校正する。校正は少なくとも2年に1度は行わなくてはならない(可能であれば1年に1度の校正を推奨)。

装置本体の QA

4 タイマの確認と校正

GK の線量はすべて時間で制御されており、タイマの安定性、直線性および精度の確認は必須である。またタイマの端効果も確認する必要がある。

方法

- 1) 付属の直径 16cm のファントム中心に検出器をセットしファントムを取り付ける。
- 2) 全セクターに 16mm コリメータを選択、寝台を幾何学的中心 (X、Y、Z) = (100、100、100) に移動させる (Model B,C,4C:18mm コリメータをヘルメットサポート支柱に取り付け、X 標読み値を $100.0 \pm 0.1\text{mm}$ になるように設定)。
- 3) 線量計をセットする。
- 4) タイマの安定性および再現性は、タイマに一定時間をセットし数回測定しその指示値の平均 ± 標準偏差を求める。
- 5) 直線性は 3 点以上のタイマ設定値に対する直線性を求める。
- 6) タイマ端効果はタイマに時間 t をセットし照射する。もう一度時間 t をセットし重複照射しその指示値を $M1$ する。次に時間 $2t$ をセットし照射しその指示値を $M2$ とする。タイマ端効果 $M0$ は $M1 - M2$ である。
- 7) タイマの精度は 10 分以上の時間設定を行い、校正された時計と 3 回測定し比較する。

5 APS または PPS QA テスト

APS QA テストは APS の位置精度確認としてメーカー推奨として行なわれてきている。これらは位置精度確認としては十分とは言い切れないが、ある一定の精度確認の役割は果たしている。APS QA テストは毎週および APS/トラニオンの交換ごと、PPS QA テストは毎週行なうことを推奨する。

Perflexion PPS (patient positioning system) Focus Precision テスト

PPS はあらかじめ設定された座標系をもち、その座標系に従って自動的に位置を制御する。PPS の座標系の中心 (メカニカルアイソセンター) と Perflexion の照射中心が一致していることは非常に重要である。PPS Focus Precision テストは 1 ヶ月に 1 度の実施がメーカーより推奨されているが、全自動で 5 分程度のため毎日の始業前点検として実施することを推奨する。

6 コリメータヘルメット確認

付属品のヘルメットテストツールを用いコリメータヘルメット自体の歪みやトラニオンの歪み等を確認する。

7 焦点中心精度 (簡易的)

焦点中心精度は一旦正確な放射線焦点位置が確立すれば、頻回な新たな計測は必要ではないが、何らかの原因でトラニオン等が破損することにより誤差を生じてくる。また、GK はコリメータ焦点中心にターゲットを移動させることで照射する装置であるため、焦点中心精度を計測することは非常に重要である。

方法

- 1) フィルムを 20mm×20mm に切断しフィルムホルダーに入れ、ホルダーに内蔵されている針を押し出すことによりフィルム上に機械的焦点位置を確定する。
- 2) 4mm コリメータヘルメットを装着する。
- 3) 照射する。
- 4) 機械的焦点位置との誤差を測定する。

治療計画装置の QA

8 実寸と治療計画装置上のサイズ確認

MRI や CT 画像を治療計画に取り込んだ際に、実寸とのサイズ確認が必要であることは言うまでもない。

方法

- 1) 既知の物を MRI および CT 撮影する
- 2) ガンマプランにて測定比較する

9 時間(日数または月数)による線量-照射時間関係の評価(治療計画装置上)

線量測定にて時間経過による正しい線量率は(2)で評価しているが、治療計画上においてもそれが正しく反映されているかの確認は重要である。

方法

ファントムに1 shot の治療計画を作成し、定期的に照射時間がコバルト 60 の減衰分に応じて延長しているか確認する。または、以前に治療した症例を再度現時点で計算し直した際に、照射時間がコバルト 60 の減衰分に応じて延長していることを確認する。

10 相対コリメータ係数の確認(治療計画装置上)

コリメータごとに相対コリメータ係数が与えられている。治療計画装置にこの係数が正しく反映されているかどうかの確認は重要である。

方法

- 1) 任意の治療計画にて 18 mm (パーフェクションは 16 mm) 1 shot の new Plan を作成する。この際、計算領域の中心座標、shot 座標を同一にする
- 2) 計算領域を最小値:0.1 にする。

- 3) plan summary にて照射時間を確認する。
- 4) 1 shot のコリメータサイズのみを変更し、各コリメータにて照射時間を確認する。
- 5) 18 mm (パーフェクションは 16 mm) の照射時間に対する各コリメータの照射時間の相対比を求める。
- 6) 与えられている相対コリメータ係数と比較する。

周辺機器の QA

11 インジケータ BOX の確認

CT・MRI を問わずインジケータ BOX は座標を決定する上で重要であり、インジケータ BOX の歪み、破損、気泡混入などは位置誤差に繋がる。

12 フレームの歪み確認

フレームの歪みはフレーム装着後の画像取得を困難にする恐れがあるため、フレームの歪みを確認することは非常に重要である。歪みの確認についてはフレームの CT 撮影を行い、DICOM viewer 等により角度を計測する。

その他

(以下の項目は GK 治療の精度管理とは若干異なるが、QA としては定期的実施する必要がある。)

13 漏洩線量の評価

GK は ^{60}Co 線源を用いているため、漏洩線量の評価及び適切な管理は必須である。評価方法は医療法に準ずる。

14 シャッター動作確認

開口部シャッターが全開後に寝台が動き出すこと、また寝台が neutral position に戻り停止した後に閉口することを確認する。また完全閉口が確実かどうかの確認も必要である。これには閉口時にサーベイメータ等により線量測定するのも 1 つの方法である。

15 コリメータ固定(モデル B,C)

コリメータセンターの動作確認として、コリメータ固定が不完全な状態では照射が開始し得ないことを確認する。

16 ドアインターロック

17 緊急停止機構の確認

参考文献

- (1) AAPM report 54: Stereotactic Radiosurgery, Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 42 1995
- (2) 外部放射線治療における Quality Assurance (QA) システムガイドライン 2000
- (3) 定位放射線照射のための線量標準測定法 - STI の線量と QA - 日本医学物理学会編 2001
- (4) 放射線機器管理シリーズ X 線・MRI・CT 社団法人日本放射線技師会 放射線機器管理士部会 2007
- (5) 日本放射線技術学会編放射線医療技術学叢書(18) MR 撮像技術、日本放射線技術学会出版委員会、2000
- (6) 日本放射線技術学会監修 標準 X 線 CT 画像計測 2009