

頭部の骨構造描出が少ない画像における位置照合精度の検討

福島県立医科大学附属病院 放射線部 ○矢部 重徳 (Yabe Shigenori)
長澤 陽介 高野 基信

【背景】

頭部領域の高精度放射線治療において、当院ではBrainlab社製Exac Trac X-ray (ETX)を用いて位置照合を行っている。ETXは2方向のX線画像による位置照合システムであり、治療寝台角度の位置に関わらず画像を取得できる利点がある。また、撮影画像内の骨構造を照合の関心領域として用いるため、骨構造描出の多い画像が適している。

しかし、頭頂部や後頭部など辺縁部の治療時や寝台角度がついた治療位置では骨構造描出が少ない画像での照合を余儀なくされる機会がある。骨構造描出が少ない画像での照合は、照合に使用できる関心領域が少なく、視覚的に骨構造の判別が難しいこともあるため、ETXの位置照合精度が懸念される。

【目的】

頭部の骨構造描出が少ない画像におけるETXの位置照合精度の検討を目的とした。

【使用機器】

- ・放射線治療装置 : True Beam STx (Varian社製)
- ・位置照合装置 : ExacTrac Ver.6.2 (Brainlab社製)
- ・治療装置寝台 : 6D robotic couch (Brainlab社製)
- ・治療計画装置 : Eclipse Ver.13.6 (Varian社製)
- ・頭部ファントム : 京都科学

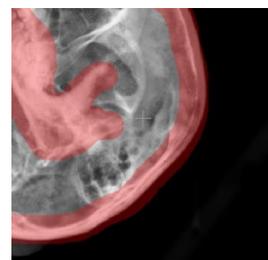


Fig.1 骨構造描出が少ない画像の一例

【方法】

① ETXによる骨構造描出が少ない画像の取得

治療寝台(角度0°)に頭部ファントムを臨床に即すように配置(ファントム角度0°)して、ETXでファントムを撮影した。ここで、撮影画像の骨構造の割合が画像全体の半分以下になる位置を探索した。この画像を骨構造が少ない画像と定義して、定義を満たす位置をアイソセンタ(IC)とした。画像の一例をFig.1として示す。

次に、寝台の回転方向にファントム角度を10°ごとに90°まで変えて撮影を行い、10か所の異なるICで画像を取得した。尚、臨床を想定しているため可動域などの照合に適さない骨構造は画像から除外した(Fig.1の赤色部分)。

② ETXによる位置照合

各ICで取得画像を用いて位置照合を行った。始めに、照合で算出される位置誤差量が当院の許容値内となる位置までファントムを寝台移動で動かした。寝台移動には並進方向の3軸と回転方向の3軸があり、6軸の定義をFig.2に示す。次に、自動照合を30回繰り返して、算出された各軸の位置誤差量の中央値をETXの位置誤差量として次のように表記する。

- ・並進の位置誤差量 | (AP, SI, LR)_{ETX}
- ・回転の位置誤差量 | (Yaw, Roll, Pitch)_{ETX}

また、当院の位置誤差量の許容値をTable 1に示す。

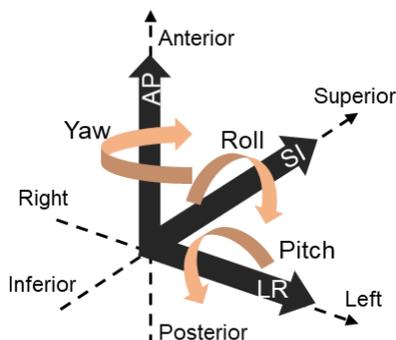


Fig.2 6軸の定義 (出典:日放技会誌(2012) p.1646)

Table 1 当院の許容値

移動方向	許容値
並進 [mm]	0.5
回転 [°]	0.5

③ ETXの照合精度の評価

各ICの照合位置でkV-ConeBeamCT(CBCT)を撮影してCBCTで位置照合を行った。位置照合は自動で行い、照合における関心領域は撮影した骨構造全体に設定した。自動照合を5回繰り返し、算出された各軸の位置誤差量の中央値を、CBCTの位置誤差量として次のように表記する。

- ・並進の位置誤差量 | (AP, SI, LR)_{CBCT}
- ・回転の位置誤差量 | (Yaw, Roll, Pitch)_{CBCT}

次に、骨構造描出が多いCBCT画像の位置照合を基準として、骨構造描出が少ないETX画像の位置照合精度を評価した。CBCTとETXの位置誤差量の相違の式を以下に示す。

- ・並進の位置誤差量の相違 = (AP, SI, LR)_{CBCT} - (AP, SI, LR)_{ETX}
- ・回転の位置誤差量の相違 = (Yaw, Roll, Pitch)_{CBCT} - (Yaw, Roll, Pitch)_{ETX}

【結果】

各IC位置における位置誤差量の相違を並進方向(Fig.3)と回転方向(Fig.4)で示した。相違は中央値±1標準偏差とするとAP/SI/LR方向で0.23±0.10/0.16±0.20/-0.06±0.26 mm、Yaw/Roll/Pitch角方向で-0.08±0.06/0.05±0.12/0.13±0.07°となった。

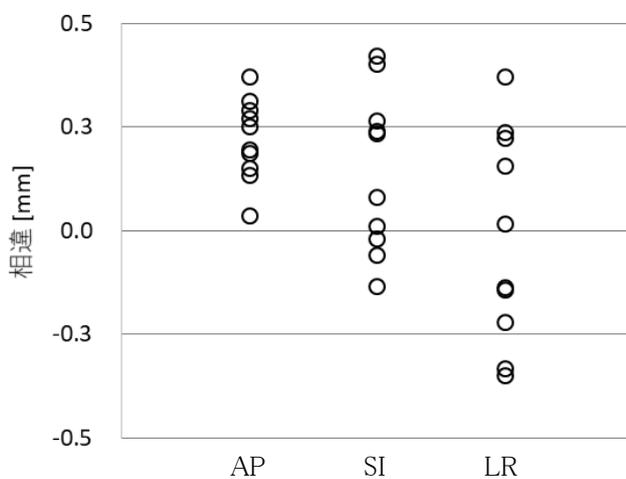


Fig.3 並進方向における位置誤差量の相違

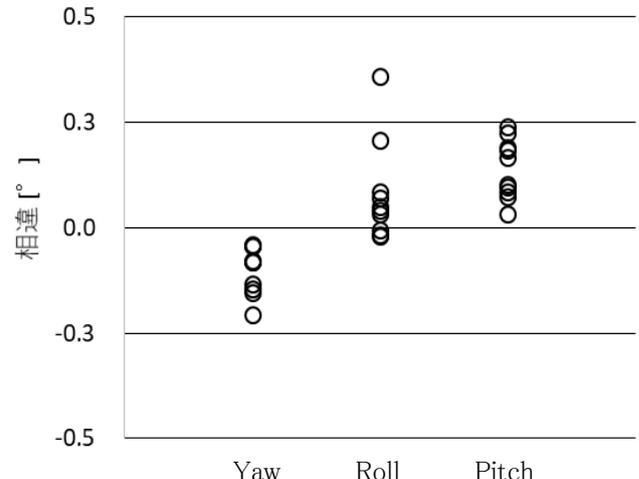


Fig.4 回転方向における位置誤差量の相違

【考察】

位置誤差量の相違は各軸で生じていて、バラツキが見られる。ETXとCBCTの自動照合で算出する位置誤差量は一致することが望ましいが、そうならない要因として、両者のスケールが異なることや画像アイソセンタが一致しないこと、照合の計算アルゴリズムが異なることなどが考えられる。また、先行研究¹⁾においても両者に相違が生じていることから、完全な一致は困難であると思われる。

しかし、相違の中央値は当院の許容値を十分に満たしており、最大値でも並進方向で0.42 mm、回転方向で0.36°となった。そのため、骨構造描出が少ない画像を用いたETXの照合精度の信頼性は高く、位置照合がETXの手法に限られた場合であっても、高精度な照合が行えると考えられる。ただし、実際の画像照合では、位置誤差量の算出結果と視覚的な判別とを合わせて慎重に行うことに留意する必要があると思われる。

【まとめ】

骨構造描出が少ない画像を用いてETXの位置照合を行い、骨構造描出が多いCBCT画像の位置照合を基準としてETXの位置照合精度を検討した。両者は高い精度で一致しており、ETXの位置照合精度の信頼性は高いことが確認できた。

【参考文献】

- 1) 工藤剛史 他 : 頭部および骨盤部画像誘導放射線治療におけるExacTrac X-ray 6D と Cone-beam CTによるセットアップ精度の比較 日本放射線技術学会雑誌 Vol.68 No.12