

歯科用小型X線CT装置による上顎前歯部 撮影時の頭頸部被曝線量の軽減効果

田中 久 鈴木陽典¹ 島田敏尚¹

福井和徳² 氷室利彦²

Reducing Radiation Exposure to the Head and Neck Region during Maxillary Incisors Imaging Using a Limited Cone-beam X-ray CT

Hisashi TANAKA, Yousuke SUZUKI¹, Toshinao SHIMADA¹

Kazunori FUKUI² and Toshihiko HIMURO²

Radiation exposure was compared among four imaging techniques : Limited Cone-beam X-ray CT (3DX-FPD) ; spiral CT (CT) ; panoramic X-ray (panoramic) ; and occlusal radiography (occlusal).

Radiation exposure was 55.43 mSV with CT, 36.84-10.56 mSV with 3DX-FPD, 16.89 mSV with panorama and 0.87 mSV with occlusal. Compared to CT, radiation exposure with 3DX-FPD was markedly smaller.

In addition, 3DX-FPD appears clinically useful for orthodontics because of its high resolution, superior anti-artifact measures, and clear imaging.

Key word : Limited Cone-beam X-ray CT, spiral CT, orthodontic treatment, 3DX-FDP

緒 言

奥羽大学附属病院矯正歯科では、初回検査時における X線検査として、最初にパノラマX線写真撮影(以下、パノラマ)をおこない、前歯部に埋伏歯を発見した場合、咬合法X線写真撮影(以下、咬合法)を追加し、さらに精査を必要とする場合は、医科用X線CT装置による撮影(以下、CT)をおこなってきた。CTは、他のX線検査に比べ

て被曝線量が大きく^{1,2)}、成長発育中の患者に適用する時にリスク説明を患者の保護者から要求されることも多かった。また、埋伏歯など狭い範囲で明瞭な画像が望まれる症例では解像力の点で問題があった(図1)。

新井ら^{3,4)}は、CTの問題点を解消するために、X線管とX線検出器が被写体の周囲を回転しながら、小さく絞り込んだX線によって局所を撮影できる構造をもつ、歯科用小型X線CT装置(以下、

受付：平成20年1月10日、受理：平成20年1月17日
奥羽大学歯学部附属病院
奥羽大学歯学部放射線診断学講座¹
奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野²

Ohu University Dental Hospital
Department of Radiology and Diagnosis, Ohu
University School of Dentistry¹
Division of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics,
Department of Oral Growth and Development, Ohu
University School of Dentistry²

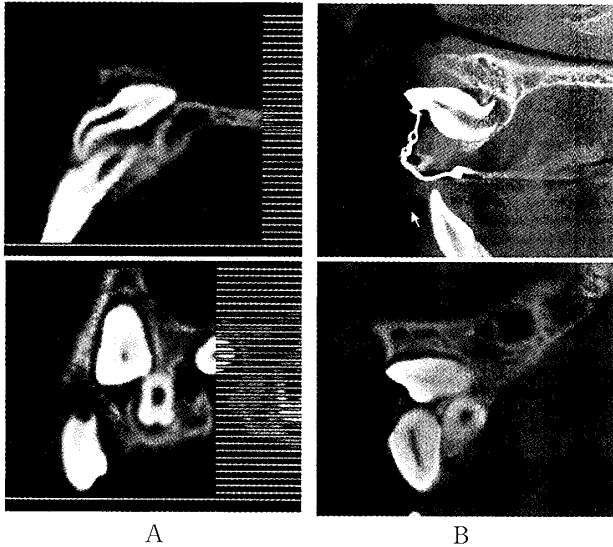


図1 画像の比較

A : CT, B : 3DX-FPD

3DX-FPD)を開発した(図2)。2006年に本病院に3DX-FPDが導入されたことから、埋伏歯の発生頻度が高い上顎前歯部^{5,6)}を想定し、各X線撮影方法による被曝線量について検討した。

方 法

上顎前歯部の撮影を想定し、線量測定用ファントム(Alderson Research Laboratorise社製)の頭頸部内に、線量測定用TLD素子:Mg₂SiO₄(KYOKKO社製,東京)⁷⁾を設置した。X線撮影方法は、CT, 3DX-FPD, 咬合法, パノラマの4種類で撮影した。撮影回数は日を変えて5回ずつ2回, 計10回おこなった。計測はTLDリーダー(TLD-2500, KYOKKO社製)により、TLD素子の被曝線量を測定した。10回の平均値を各臓器部位の被曝線量とした(図3A,3B,3C,3D)。

TLD素子の設置部位:ファントムの下垂体, 水晶体, 耳下腺, 顎下腺, 甲状腺相当部の測定用ホール中に設置した。

撮影装置および撮影条件:CT(アステリオン, 東芝社製)の撮影範囲は, 上顎中切根尖部を撮影中心とし4.0cmを選択した。また管電圧は135kV, 管電流65mA, 照射時間を40秒間とした。3DX-FPDは, 上顎中切歯根尖部を撮影中心とし, 撮影領域が(6.0cm×6.0cm, 4.0cm×4.0cm)の2種類を選択し, 管電圧80kV, 管電流5mA, 照射時間360°18秒間と180°9秒間の2種類で撮影した。

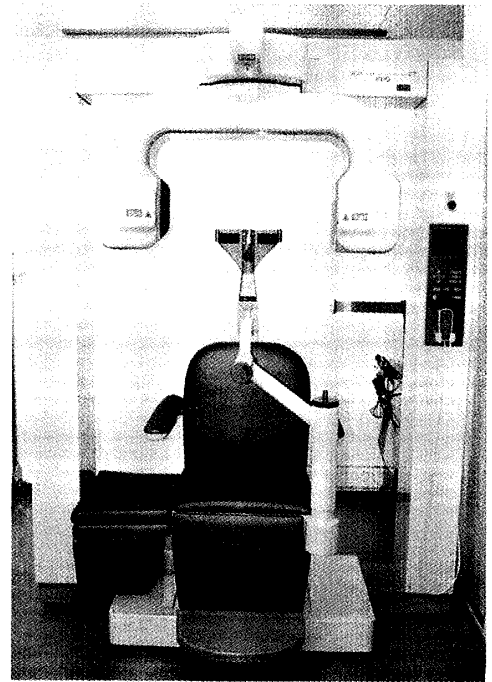


図2 歯科用小型X線CT撮影装置(3DX-FPD)

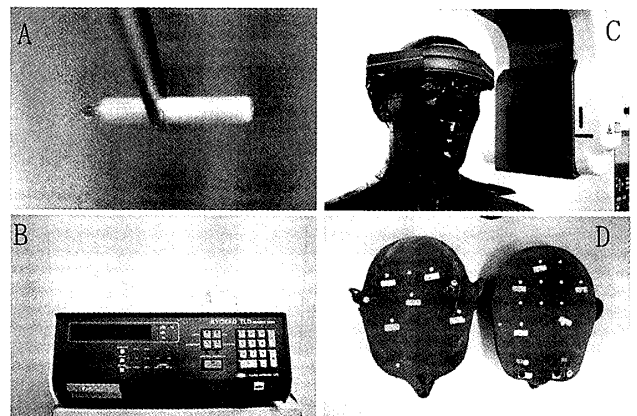


図3 被曝線量測定機器

A : TLD素子, B : TLDリーダー, C : 線量測定用ファントムの位置付け, D : 線量測定用ファントムの断面

咬合法(X-707,モリタ製作所)は, 上顎中側切歯根尖部を中心として, 管電圧59.8kV, 管電流10mA, 照射時間0.7秒間により撮影した。パノラマ(SCANORA,モリタ製作所)は, 管電圧70kV, 管電流20mA, 照射時間21秒間とし, 全顎撮影をおこなった。

結 果

被曝線量が高い順に, CT : 55.43mSV, 3DX-FPD (360°18秒間, 6.0cm×6.0cm) : 36.84mSV,

表1 被曝線量の比較

| 測定部位 | 使用撮影装置 | | | | | | |
|------|--------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------|------|
| | CT | 3DX (6cm×6cm) 18sec | 3DX (6cm×6cm) 9sec | 3DX (4cm×4cm) 18sec | 3DX (4cm×4cm) 9sec | パノラマ | 咬合法 |
| 下垂体窩 | 12.43 | 5.03 | 1.38 | 1.45 | 0.66 | 0.62 | 0.06 |
| 水晶体 | 18.51 | 7.99 | 2.06 | 2.45 | 0.85 | 0.12 | 0.21 |
| 耳下腺 | 9.20 | 17.9 | 16.17 | 10.7 | 5.56 | 12.66 | 0.02 |
| 舌下腺 | 5.91 | 3.88 | 1.44 | 1.47 | 0.56 | 1.37 | 0.23 |
| 顎下腺 | 7.68 | 1.69 | 0.81 | 0.73 | 0.35 | 1.83 | 0.15 |
| 甲状腺 | 1.70 | 0.36 | 0.20 | 0.15 | 0.07 | 0.29 | 0.21 |
| 合計 | 55.43 | 36.84 | 22.06 | 16.96 | 10.56 | 16.89 | 0.87 |

CT: 135kV, 65mA, 40sec. 3DX: 80kV, 5mA, 18sec, 9sec.

単位: mSV

パノラマ: 70kV, 20mA, 21sec. 咬合法: 59.8kV, 10mA, 0.7sec.

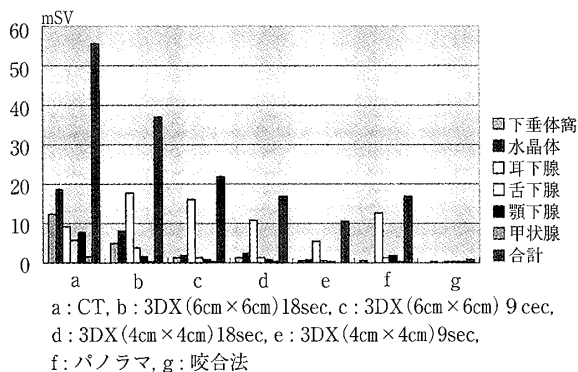


図4 被曝線量の比較

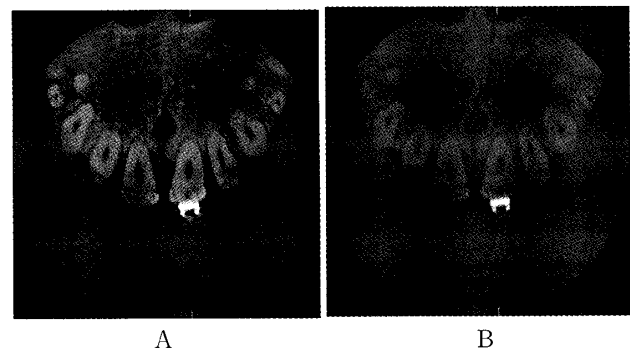


図5 アーチファクトの比較

A: 9秒 B: 18秒

3DX-FPD (180° 9秒間, 6.0cm×6.0cm): 22.06mSV,
3DX-FPD(180° 18秒間, 4.0cm×4.0cm): 16.96mSV,
パノラマ: 16.89mSV, 3DX-FPD (180° 9秒間, 4.0
cm×4.0cm): 10.56mSV, 咬合法: 0.87mSVの順
となった。

3DX-FPD の被曝線量は, CTの1/5.2~1/1.5で,
パノラマの0.6~2.1倍であった。また, 照射時間
が半減すると, 被曝線量は1/1.6となった。

各臓器相当部位における, 3DX-FPDの被曝線
量はCTに比較して, 下垂体窩: 1/18~1/2.5, 水
晶体1/21~1/2, 耳下腺1.91~1.6, 顎下腺1/22~
1/1.5, 甲状腺1/24~1/4.7, 頭頸部1/5.2~1/1.5で
あった。(図4, 表1)。

3DX-FPDのアーチファクトについては, 撮像
範囲内に金属物が有り, アーチファクトによる影
響が予想される場合は, 360°18秒間を使用する。
また, 金属物が無い場合, 若年者, 体動が予想さ
れる患者などは, 被曝線量が少なく, 撮影時間の
短い180° 9秒間の使用がメーカーにより推奨さ
れている(図5)。

考 察

2006年に本病院に導入された3DX-FPD (2005
年型) は, 新井らが, 2000年に開発した高解像
力で被曝線量が少なく, 小型で短い画像構築時間
の, 歯科用小型X線CT撮影装置3DX (I.I.式X線
センサー搭載型, 照射領域3cm×4cm, 8bit,
256色, 撮影時間は180°回転9秒間, 360°回転18
秒間のどちらかを選択) (以下, 3DX-I.I.と略す)
の改良型である。撮影時間は変わらず, 照射領域
が広く(4cm×4cm, 6cm×6cm), 領域あたり
の被曝線量は同等で, より高い解像力(12bit,
4096色)を発揮できるように改良された新開発
のFPD式X線センサーを搭載している。

「パノラマ, 咬合法, CT」と組み合わせて撮影
した場合の被曝線量は73.19mSVであったが, 「パ
ノラマ, 3DX-FPD」の組み合わせでは53.73mSV
~27.45mSVとなった。これは, CTの使用時に比
較して, 3DX-FPDを使用した場合は, 被曝線量
が1/2.6~1/1.3に減少することを示した。

3DX-FPDの被曝線量は、CTの1/24(甲状腺部)～1/1.5(舌下腺部, 顎下腺部)となり、大きな減少が認められた。しかし、耳下腺部では1/1.6～1.9倍とCTより大きな値が認められた。これは、耳下腺の位置が上顎中切歯根尖部と同一平面上に位置し、皮膚表面に近いこと、根尖部を中心とした照射線の通過領域と一致することなどから、CTより被曝線量が大きくなったと推測される。

歯科用X線装置による被曝は、線源からの被写体間距離が小さく利用線錐(診断または治療に用いるため、その広がり制限された1次X線)が移動しやすい。そのために被曝線量は微妙な被写体の体位、装置の位置により、臓器間で大きく変動すると言われている⁸⁾。

3DX-I.Iの被曝線量はCTの1/63(甲状腺部)～1/3.1(顎下腺部)(撮影時間360°約18秒間、撮像領域は4cm×3cm、被曝線量は4cm×4cmと同等)との報告⁶⁾もあるが、本実験では、そこまでの被曝線量の減少は認めなかった。使用機種、撮影条件などの詳細が違うことから、単純に比較はできないが、当病院のCTが被曝線量軽減のために、通常200mAで運用するところ、135mAと約67%の電流で使用されている事、なども影響したと思われる。

3DX-FPDの導入当初は、被曝線量の軽減のために、4cm×4cmの撮像領域を使用した。

しかし、撮像領域が狭く、目的部位の位置付が難しいこと、埋伏歯の牽引方向に対する隣接歯、歯周組織との位置関係等を精査する場合、画像情報が不足し、再撮影をおこなうことがあった。そのため、現在では6.0cm×6.0cmの撮像領域を使用し、1回の撮影で必要十分な画像情報を得ている。実際の運用では、撮影時間は180°9秒、撮像領域は6.0cm×6.0cmが現実的であると思われる。

3DX-FPDは、CTと比較して、大きな被曝線量の軽減効果が認められた。また、解像力が高く、アーチファクト対策にも優れ、明瞭な画像が得られるなど、矯正臨床に有益な装置であると思われる。

本論文の要旨は、第23回東北矯正歯科学会(2007年6月30日 盛岡)において発表した。

文 献

- 1) 田中武昌, 筑井 徹, 松雄利明, 岡村和俊ほか: 歯科用CT装置(3DX multi image micro CT): 埋伏歯診断能と患者被曝線量の検討. 歯放 42; 97-109 2002.
- 2) 三島 章, 小林 肇, 山本 昭, 今中正浩ほか: 顎関節X線CT検査の被曝線量と撮影条件の検討. 歯放 43; 113-120 2003.
- 3) 新井嘉則: 最新のFPDを導入した第二世代の歯科用小型X線CT「3DX multi image micro CT」について. 日本歯科評論 65; 103-107 2005.
- 4) 新井嘉則, 橋本光二, 岩井一男, 篠田宏司: 小照射野X線CTの実用機「3DX Multi Image Micro CT」の基本性能. 歯放 40; 145-154 2000.
- 5) 藤岡幸雄, 森田知生, 中谷昌慶: 最近10年間のわが教室における埋伏歯の臨床統計的観察. 口外誌 8; 13-17 1962.
- 6) 亀田 晃, 比佐進吉, 岡 健治, 金 良範ほか: 埋伏上顎中切歯に関する統計学的検索. 日矯歯誌 41; 644-655 1982.
- 7) 山本千秋, 古賀佑彦: 熱線量計(Mg₂SiO₄:Tb, MgB₄O₇:Tb)の特性と臨床応用. 臨放 21; 819-824 1976.
- 8) 加治俊夫, 畠山 篤, 小川和久, 太田隆介ほか: 歯科患者被曝線量についての研究. 福歯誌 17; 225-234 1980.

著者への連絡先: 田中 久, (〒963-8611)郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部附属病院
Reprint requests: Hisashi TANAKA, Ohu University Dental Hospital
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan