

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592846

研究課題名(和文) 歯科用コーンビームCTの診断参考レベルの構築

研究課題名(英文) Diagnostic reference levels for dental cone beam computed tomography

研究代表者

佐藤 健児 (Sato, Kenji)

日本歯科大学・生命歯学部・准教授

研究者番号：50130670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：放射線診断における患者防護の最適化には、診断参考レベル(DRL)が必要である。今回は大学歯学部・歯科大学附属病院(附属病院)における歯科用コーンビームCTのDRLを設定した。DRL値は、2013年9月に29の附属病院に対して行った撮影条件と撮影件数についてのアンケート調査結果、および別途測定した面積線量(DAP)と空気カーマ(DAP/FOV面積)を使用して算出した。4×4 cm FOVに対するDAPおよび空気カーマによるDRL値は、15歳超、15歳以下、全患者でそれぞれ470、420、460 mGy cm²および29、27、29 mGyとした。

研究成果の概要(英文)：To establish diagnostic reference levels for dental cone beam CT (dental CBCT), a statistical analysis was performed on the results from a questionnaire survey on dental CBCT at university dental hospitals in Japan. The third quartile dose-area products (DAP) and air kerma (DAP/FOV area) at rotation center were determined. For example, the third quartile at the protocols of 4×4 cm FOV, DAPs and air kermas for an adult, child, and all patients are 470, 420, 460 mGy cm², and 20, 25, 30 mGy, respectively.

研究分野：放射線物理

キーワード：歯科用コーンビームCT 診断参考レベル 面積線量 空気カーマ

1. 研究開始当初の背景

撮影領域を歯顎顔面に特化した歯科用コーンビーム CT (dental cone beam CT; 以下、歯科用 CBCT) は、歯科臨床において精度の高い画像診断と効率の良い治療を可能にした。現在では装置の小型化およびパノラマ撮影やセファロ撮影にも対応したいわゆるハイブリッド機種の開発が進み、歯科診療所での利用が容易になった。このため、平成 12 年までに日本国内では 8,000 台を超える装置が稼動していると考えられ¹⁾、今後更に普及することが予想される。

国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection, ICRP)²⁻⁵⁾ は放射線診断における患者防護の最適化を促進するため、広く行われている検査に対して診断参考レベル (diagnostic reference level, DRL) の利用を勧告しているが、歯科用 CBCT の DRL はまだ報告されていない。しかし、欧州では 2009 年に SEDENTEXCT project⁶⁾ が歯科用 CBCT に関する暫定的なガイドラインを発表し、その中で DRL の重要性を強調している。2010 年には、Health Protection Agency (HPA)⁷⁾ が DRL という用語ではないが、「達成できる線量 achievable dose」として面積線量 (dose-area product, DAP) 250 mGy cm² を勧告している。これに対して日本では、これまで DRL 設定のための活動が行われておらず、装置の普及に反して患者防護の最適化が計られていないのが実情である。

2. 研究の目的

歯科用 CBCT の日本における DRL を設定し、患者防護の最適化を促進することを目標として、その第一歩として大学歯学部および歯科大学附属病院 (以下、附属病院) での歯科用 CBCT の DRL (Rocal) を評価することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) アンケート調査

NPO 法人日本歯科放射線学会は、平成 25 年 (2013) 9 月に 29 の大学歯学部および歯科大学附属病院における歯科用 CBCT の撮影件数のアンケート調査を行った。調査内容は、平成 24 年 (2012) の 1 月～12 月の各月の撮影件数、および最も多い撮影件数の月における撮影条件ごとの撮影件数である。ここで、撮影件数とは、患者数ではなく、同じ患者に対して、同日あるいは日を改めて行った複数の撮影を個別に計数したものである。また、対象とした撮影条件は、管電圧 (kV)、管電流 (mA)、撮影回転角度 (°)、照射時間 (s)、FOV 直径 (cm)、FOV 高さ (cm) および FOV 面積 (cm²) である。さらに、最も多い撮影件数の月については、15 歳を超える患者と 15 歳以下の患者に分けて調査した。

アンケート調査を依頼した 29 の大学歯学部および歯科大学附属病院のうち、25 の附属

病院で使用されている 4 製造メーカー 32 台の歯科用 CBCT 装置について集計した。装置の内訳は、PSR9000N (朝日レントゲン工業) 1 台、Alphard 3030 (朝日レントゲン工業) 4 台、AUGE X ZIO (朝日レントゲン工業) 1 台、AUGE SOLIO Z (朝日レントゲン工業) 1 台、3DX Multi-image Micro CT (モリタ製作所) 2 台、3DX Multi-image Micro CT FPD (モリタ製作所) 4 台、3DX Multi-image Micro CT FPD8 (モリタ製作所) 5 台、Veraviewepocs 3D (モリタ製作所) 2 台、3D Accuitomo FPD17 (モリタ製作所) 4 台、CB MercuRay (日立メディコ) 5 台、CB Throne (日立メディコ) 1 台、FineCube (吉田製作所) 2 台である。

(2) 面積線量 DAP の測定

DAP は、CT 用ペンシル型電離箱 (Radcal 社製 10X5-3CT) 線量計 (Radcal 社製 9015) を用いて、各種歯科用 CBCT の空中 CT 線量指数 (CT dose index in air, CTDI_{air}) と空中線量-長さ積 (dose-length product in air, DLP_{air}) を測定し、これらの値から導いたもの、および面積線量計 (PTW-Freiburg 社製 Diamentor M4) を用いて測定したものの 2 種類が混在する。全撮影件数 2,632 のうち、CTDI_{air} と DLP_{air} から推定した DAP のデータ数は 325 であり、全体の 12.5% であった。次に、以上の DAP を FOV の面積で除した空気カーマ K (mGy)、つまり FOV 面積で規格化した回転中心での DAP と空気カーマ K を求めた。DRL は、最も多い撮影件数の月における空気カーマに対する撮影件数分布の第 3 四分位数 (third quartile) から求めた。

4. 研究成果

(1) 各撮影条件における撮影件数

2012 年の撮影件数の最も多い月における撮影条件ごとの撮影件数の集計を行った。25 附属病院での撮影件数は 2,632、そのうち 15 歳を超える患者と 15 歳以下の患者はそれぞれ 2,135 および 497 であり、15 歳を超える患者が全体の約 80% を占めていた。25 附属病院での撮影条件数 (管電圧、管電流、照射時間、撮影回転角度、FOV) の組合せ数は 155 であった。

(2) 各撮影条件における撮影件数

管電圧 (kV)

撮影件数は 90 kV が 1,352 で最も多く、次いで 80 kV の 836 であった。80 と 90 kV における撮影件数が全体の 83% を占めていた。他の使用されていた管電圧については、85 kV の 71、100 kV の 96、110 kV の 28 および 120 kV の 249 であった。

管電流 (mA)

管電流範囲 0 < I ≤ 2 mA と 10 < I ≤ 12 mA の間で 4 < I ≤ 6 mA をピーク 909 とする滑らかな分布と 14 < I ≤ 16 mA で比較的大きい値 246 が認められた。

撮影回転角度(°)

回転角度は360°と180°の2種類であり、360°が全体の撮影件数の約70%を占めていた。

照射時間(s)

撮影件数は、照射時間9sと9.5sでそれぞれ614と515(計1,129)および17sと17.5sでそれぞれ854と406(計1,260)と多く、2極化した分布が認められ、これらで全体の約90%を占めていた。このことは、当然ながら撮影回転角度が180°と360°の2種類であることが原因である。

FOV直径(cm)

撮影件数は、4cmが1,005で最も多く、次いで10、8、6、5cmでそれぞれ406、388、334、261の順となっている。4、5、6、8および10cmの撮影件数の全撮影件数に対する割合は、それぞれ38、10、12、15および16%であり、これらの合計は全体の約90%を占めていた。

FOV高さ(cm)

FOVが球の装置に関しては直径の値を高さとした。撮影件数は、高さ4cmが905で最も多く、次いで5、10、6、8cmでそれぞれ382、351、351、310の順で近い値を示している。4、5、6、8および10cmの撮影件数の全撮影件数に対する割合は、それぞれ35、15、13、12および13%であり、これらの合計は全体の約88%を占め、直径とほぼ同じ分布を示した。

FOV面積(cm²)

撮影件数は、面積15 < A 20 cm²が2,022で最も多く、次いで60 < A 80 cm²、30 < A 40 cm²、20 < A 30 cm²、100 < A 150 cm²でそれぞれ366、334、201、189の順となった。面積15 < A 20 cm²の撮影件数は全体の39%を占めていた。また、最も撮影件数の多い面積15 < A 20 cm²を無視するならば、40 < A 60 cm²を谷とする2ピークの対照的な分布を示した。

(3) 面積線量 DAP

附属病院におけるすべての FOV に対する DAP 分布を図 1 に示す。15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における DAP の平均(最小 - 最大)、中央値および第 3 四分位数は、それぞれ 1,011(204 - 7,134)、795 および 1,541 mGy cm²、1,092(204 - 3,980)、795 および 1,565 mGy cm²、1,026(204 - 7,134)、795 および 1,546 mGy cm²であった。また、15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における DAP の変動幅(最大/最小)は、それぞれ 35.0、19.5 および 35.0 であった。

附属病院における 4 cm × 4 cm H FOV(以下、4×4 cm FOV)に対する DAP 分布を図 2 に示す。15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における DAP の平均(最小 - 最大)、中央値および第 3 四分位数は、それぞれ 377(231 - 955)、292 および 474 mGy

cm²、355(219 - 611)、318 および 424 mGy cm²、373(219 - 955)、292 および 463 mGy cm²であった。また、15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における DAP の変動幅(最大/最小)は、それぞれ 4.1、2.8 および 4.4 であった。

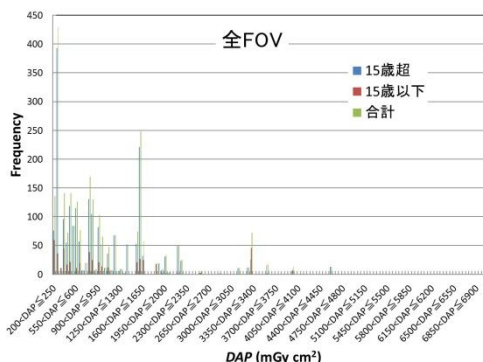


図 1 附属病院におけるすべての FOV に対する DAP 分布

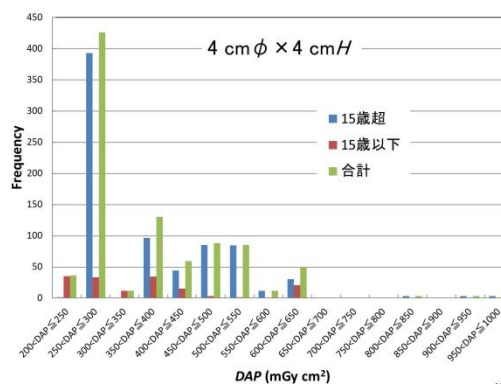


図 2 附属病院における 4×4 cm FOV に対する DAP 分布

(4) 空気カーマ K

附属病院全体におけるすべての FOV に対する空気カーマ K 分布を図 3 に示す。15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における DAP の平均(最小 - 最大)、中央値および第 3 四分位数は、それぞれ 24.2(7.41 - 79.7)、21.2 および 28.2 mGy、21.2(7.41 - 79.7)、16.8 および 24.1 mGy、23.6(7.41 - 79.7)、18.7 および 27.6 mGy であった。また、15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における空気カーマ K の変動幅(最大/最小)は、それぞれ 10.8、10.8 および 10.8 であった。

附属病院における 4×4 cm FOV に対する空気カーマ K 分布を図 4 に示す。15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における空気カーマ K の平均(最小 - 最大)、中央値および第 3 四分位数は、それぞれ 23.5(14.4 - 59.7)、18.3 および 29.1 mGy、22.1(13.7 - 38.2)、19.9 および 26.5 mGy、

23.3(13.7 - 59.7)、18.3 および 28.9 mGy であった。また、15 歳を超える患者、15 歳以下の患者および全患者における DAP の変動幅(最大/最小)は、それぞれ 4.1、2.8 および 4.4 であった。

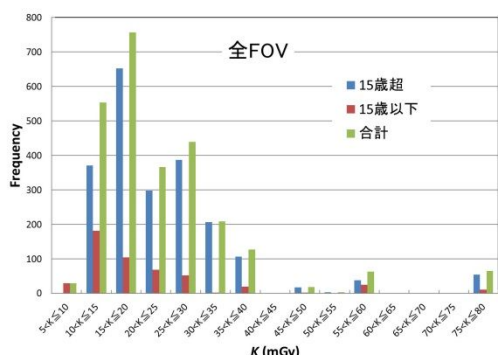


図 3 附属病院におけるすべての FOV に対する回転中心での空気カーマ K(mGy)分布

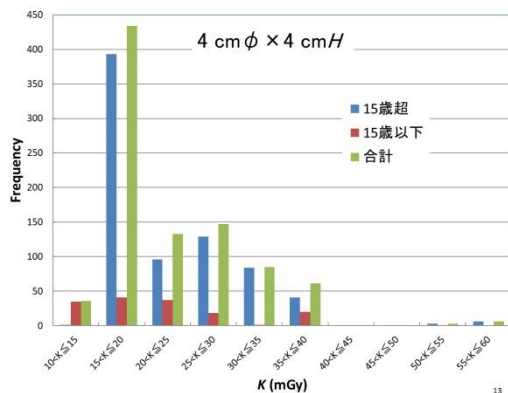


表 4 附属病院における 4×4 cm FOV に対する回転中心での空気カーマ K(mGy)分布

(5) DRL 値の設定

附属病院におけるすべての FOV に対する DRL 値は、空気カーマ K のみ評価し、第 3 四分位数をまるめて 15 歳を超える患者、15 歳以下の患者、全患者でそれぞれ 470、420、460 mGy cm² とした(表 1)。

4×4 cm FOV に対する DRL 値は、DAP および空気カーマ K において、15 歳を超える患者で 470 mGy cm² と 30 mGy、15 歳以下の患者で 420 mGy cm² と 25 mGy、および全患者で 460 mGy cm² と 30 mGy とした(表 2)。

表 1 附属病院におけるすべての FOV に対する DRL 値

	DAP (mGy cm ²)	K = DAP/FOV (mGy)
15歳超	—	30
15歳以下	—	25
合計	—	30

表 2 附属病院におけるすべての 4×4 cm FOV に対する DRL 値

	DAP (mGy cm ²)	K = DAP/FOV (mGy)
15歳超	470	30
15歳以下	420	25
合計	460	30

(6) 考察とまとめ

2012 年の大学歯学部および歯科大学附属病院における歯科用 CBCT の撮影件数のアンケート調査を行った。既に述べたように HPA は「達成できる線量」として DAP 250 mGy cm² を勧告しているが、これは「FOV は 4 cm × 4 cmH、診断目的と撮影部位は標準的な成人患者の上顎第一大臼歯インプラントの位置決めに対して」としている。このことから、HPA は一般的に「DRL は特定の診断を目的とした検査ごとに設定すること」を推奨していることがうかがえる。例えば、若年者の矯正目的と高齢者の外科的な歯科インプラント、あるいは小児の埋伏歯と成人を含む歯折の診断などを歯科用 CBCT に対する一つの DRL の対象とすることは困難である。HPA による「達成できる線量」250 mGy cm² を FOV 面積(4×4 cm²)で規格化すると回転中心での空気カーマは 15.6 mGy であり、今回導かれた大学歯学部および歯科大学附属病院における DRL (15 歳を超える患者と全患者で 28mGy、15 歳以下の患者で 24 mGy) は、これに比べてかなり高い値であるが、国内における CBCT の診断参考レベルの初期値となりえる。また、今回得られた空気カーマに対する DRL 値は、FOV 以外のすべての撮影条件を包含しているため、最小と最大の線量の差は約 10 倍に及んでいる。このことは歯科用 CBCT における線量低減が十分可能であることを示唆している。また今回得られた 15 歳を超える患者の DRL 470 mGy cm² は、全ての撮影目的や部位を包含しているため、HPA の約 2 倍であった。なお、250 mGy cm² 以下の撮影件数割合は、15 歳を超える患者で 0.13 %、15 歳以下の患者で 23.0 % および全患者で 4.0 % と非常に低い値を示した。このことは、最適な撮影条件を検討する必要性が非常に高いことを意味する。

<引用文献>

歯科機器・用品年鑑 2014 年版・アールアンドディ、名古屋、2014。

ICRP. Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73, Annals of the ICRP 26 (2), 1996.

ICRP. Radiation and your patient: A guide for medical practitioners. ICRP Supporting Guidance 2, Annals of the ICRP 31 (4), 2001.

ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, Annals of the ICRP 37 (2-4), 2007.

ICRP. Radiological protection in medicine. ICRP Publication 105, Annals of the ICRP 37 (6), 2007.

SEDENTEXCT Guideline Development Panel. Radiation Protection: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology Provisional Guidelines 2009 (v 1.1 May 2009).

HPA. Recommendations for the Design of X-ray Facilities and the Quality Assurance of Dental Cone Beam CT (Computed Tomography) Systems. A report of the HPA Working Party on Dental Cone Beam CT. Health Protection Agency (HPA). HPA-RPD-065, 2010.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

勝又明敏, 内藤宗孝, 原田康雄, 荒木和之, 佐藤健児, 遠藤 敦, 杉原義人, 奥村泰彦, 平成 25 年度日本歯科医学会プロジェクト研究「歯科用コーンビーム CT (CBCT) 評価の標準化項目の提案」, 日歯医学会誌, 査読無、Vol.34、2015、pp79-83.

〔学会発表〕(計 5 件)

佐藤健児, 原田康雄, 西川慶一, 境野利江, 奥村泰彦, 佐野 司: 大学歯学部・歯科大学附属病院における歯科用コーンビーム CT の診断参考レベル、日本歯科放射線学会第 56 回学術大会、2015.

佐藤健児, 原田康雄, 西川慶一, 三浦雅彦, 勝又明敏, 有地榮一郎: 歯学部および歯科大学附属病院における歯科用コーンビーム CT の現状 - 日本歯科放射線学会防護委員会アンケート -, 日本歯科放射線学会第 55 回学術大会, 2014.

佐藤健児, 原田康雄, 西川慶一, 三浦雅彦: 大学歯学部および歯科大学附属病院における歯科用コーンビーム CT による患者線量, 日本歯科放射線学会第 55 回学術大会 2014.

佐藤健児: 歯科医学会プロジェクト研究「CBCT 評価の標準化項目の検討」-大学歯学部および歯科大学附属病院における歯科用コーンビーム CT による患者線量-, 日本歯科放射線学会、2014.

佐藤健児, 原田康雄, 西川慶一, 境野利江, 代居 敬, 奥村泰彦, 佐野 司: 歯科用コーンビーム CT の線量データベース、日本歯科放射線学会第 54 回学術大会、2013.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤健児 (SATO, Kenji)

日本歯科大学・生命歯学部・准教授

研究者番号: 50130670

(2) 研究分担者 なし

()

研究者番号:

(3) 連携研究者 なし

()

研究者番号: