

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11074

研究課題名(和文) 歯科用コーンビームCTの画質に基づく参照線量レベルの構築

研究課題名(英文) Determination of reference dose level based on the image quality of cone-beam CT of dental use

研究代表者

吉浦 一紀 (Yoshiura, Kazunori)

九州大学・歯学研究院・教授

研究者番号：20210643

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、まず、我々が独自に開発したファントムを用いて歯科用コーンビームCT(以下CBCT)から得られた画像情報量を、3次元のおよび2次元的に定量的に評価することにより、下顎管の診断に必要とされる3次元画像情報レベルを確立した。次に、それらの結果を総合的に評価し、歯科用CBCTの画質に基づく参照線量レベルを構築した。

下顎管検出に必要な画像情報量を計算したところ、ファントム画像における検出ホール数70以上が診断に必要な標準レベルとなることがわかり、これらの画質を得ることのできる最小線量が、画質に基づく参照線量レベルとなることがわかった。

研究成果の概要(英文)： We aimed to determine the image quality level to diagnose the mandibular canal on dental cone-beam CT images using the specially developed phantom. Our final goal was to establish the reference dose level based on the image quality index.

We compared this new quantitative image quality evaluation method with the result of the ROC analysis, in the detectability of the mandibular canals in CBCT. The number of extracted holes reflected an influence different scanning conditions, and it almost corresponded to the Az values calculated by ROC analysis. These results suggested that we can predict the detectability of the mandibular canals using our image quality evaluation method.

This quantitative method of evaluating CBCT image quality considered to be more useful and less time-consuming than evaluation by observers. Reference dose level was established based on the image quality index by our analyses.

研究分野：歯学

キーワード：歯科用コーンビームCT ファントム 画質評価 定量評価 診断能 参照線量レベル

1. 研究開始当初の背景

近年インプラント診療の普及とともに、歯科用 CBCT の一般歯科医院への設置が進み、従来の 2 次元投影画像では診断が困難であった難症例に対する 3 次元断層画像診断が歯科領域でも普及しつつある。このような歯科用 CBCT を用いた 3 次元断層画像診断は、インプラント術前診査だけでなく、根尖病巣、歯周疾患などの歯科疾患の診査にまでその適用範囲が広がっている。この背景として、歯科用 CBCT の解像度が高いこと、被曝線量が医用 CT より小さいことがあげられるが、線量まで考慮すると、歯科疾患に対する 3 次元断層診断が従来の 2 次元投影画像を用いた画像検査を上回る適正な検査法であるというエビデンスはほとんどないのが実情である。

その原因の一つには、歯科疾患の診断に必要とされる画像情報量が解明されていないことがあげられる。診断に必要な画像情報は画質と関連し、また、画質は線量と関連している。歯科用 CBCT による被曝線量が口内法撮影よりも高い現状では、線量と診断に必要な画像情報量の関連を明らかにせずに歯科用 CBCT を多用することは、国民線量の増加につながりかねない。

我々は、従来より歯科用デジタル画像診断システムの定量的画質評価法に取り組んでおり、そのためのファントムも開発した。さらにそれを CT の画質評価に応用した平成 21 年度～23 年度の科研費補助金による「歯科用コーンビーム CT 検査の最適化に関する研究」では、独自に開発したファントムを用いて、平均的な観察者が識別可能な最小輝度差である輝度弁別閾 (just noticeable difference: JND) を利用した、観察者評価が不要な歯科用 CBCT の定量的画質評価法を開発した。しかしながら、画像診断に必要な画像情報量は疾患特異的であり、下顎管の診断に必要な画像情報レベルについては、いまだ未解明である。

2. 研究の目的

本研究は、我々が独自に開発したファントムを用いて歯科用コーンビーム CT (以下 CBCT) から得られた画像情報量を、3 次元および 2 次元的に定量的に評価することにより、下顎管の診断に必要とされる 3 次元画像情報レベルを確立することを目的とした。それらの結果を総合的に評価し、歯科用 CBCT の画質に基づく参照線量レベルを構築することを最終目標とした。

3. 研究の方法

【歯科用 CBCT の定量的画質評価法の開発】

歯科用 CBCT にて、骨を想定したテフロン製ファントムおよび歯を想定したアルミ製ファントムを異なる管電圧の撮影条件で撮影した。これらのファントムは、骨欠損やう蝕などの微小容積変化を想定した深さの異なるホールを有する。得られた三次元の連続画像から二次元の重ね合わせ画像を再構成し、ホール検出数を指標として、JND を利用する本評価と観察者による評価の比較や撮影条件の与える影響を検討した。

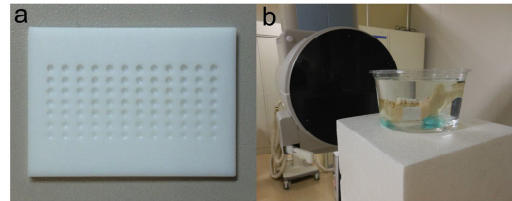


図 1 深さの異なるホールを有するテフロン製板状ファントム (a)。乾燥下顎骨に貼付し、水中に埋没させた状態 (b)。

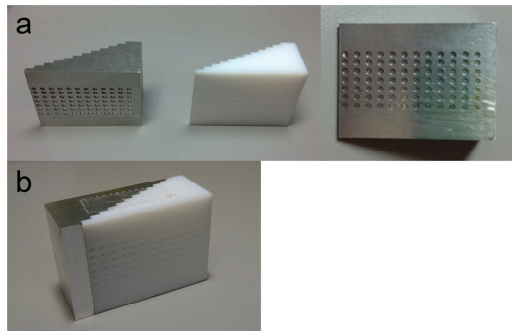


図 2 深さの異なるホールを有するアルミ製ステップファントムとテフロン製ステップファントム (a)。それぞれを組み合わせて一塊とした状態 (b)。

【定量的画質評価法による下顎管検出能の予測の検討】

歯科用 CBCT にて下顎骨の撮影を行い、下顎管の検出に関して receiver operating characteristic (ROC) 解析を行った。

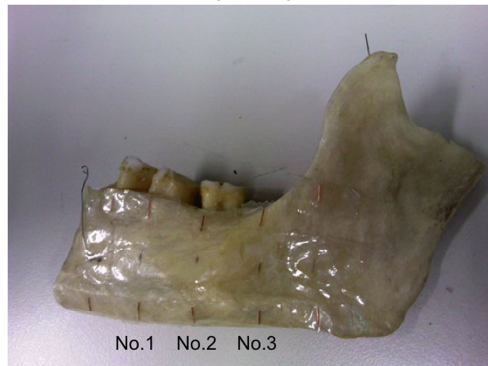


図 3 下顎管を四等分し、前方から No. 1、No. 2、No. 3 とポイントを設定して、金属ワイヤーを貼付した。それぞれのポイントは第一大臼歯から第

三大臼歯の位置に相当している。

4. 研究成果

【歯科用CBCTの定量的画質評価法の開発】

JNDにより算出したホール検出数と観察者によるホール検出数には強い相関が認められ、標準化されたファントムの重ね合わせ画像にJNDを応用する本評価法は、観察者と同等の評価が可能であることが示された。

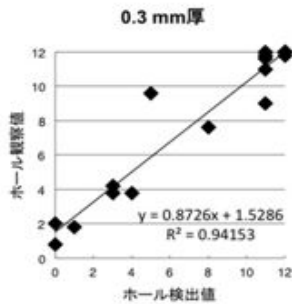


図4 重ね合わせ厚0.3mmにおけるホール検出値とホール観察値の関係。強い相関が得られた。

また、ホール検出数には管電圧が影響しており、微小容積変化の評価が異なる撮影条件の評価に有用であることが確認された。

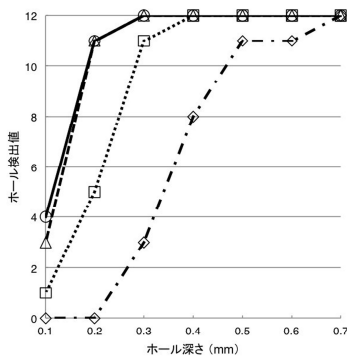


図5 0.3 mm 厚重ね合わせ画像での各管電圧におけるホール検出値の比較。ホール検出値はホール深さが深くなるほど大きな値を示し、管電圧が上昇するほど値も上昇を認めた。120 kVと100 kVの間 ($P = 0.737$)を除き、その他の管電圧間には有意差が認められた ($P < 0.05$)。

【定量的画質評価法による下顎管検出能の予測の検討】

ROC解析の曲線下面積 (Az値) と本評価法による骨を想定したテフロン製ファントムのCBCT画像のホール検出数とは強い相関が認められ、微小容積変化を想定した深さの異なるホールが下顎管検出能を評価する指標となりうることを確認された。

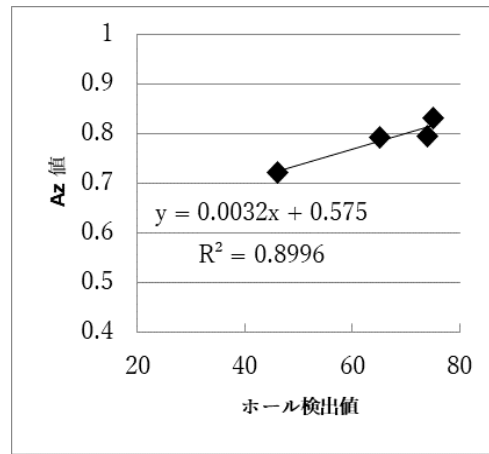


図6 各管電圧において、ホール検出値とROC曲線のAz値の相関。高い相関が得られた。

以上より、歯科用CBCTで撮影した標準化されたファントムの重ね合わせ画像にJNDを応用する本評価法は、時間や労力を必要とする観察者評価に代わりうる、歯科用CBCTの新しい定量的画質評価法であると考えられた。また、歯科用CBCTの適切な撮影条件を決定する際の指標として利用することができ、診断能の予測への応用が可能であることが示された。

以上の結果を基に、下顎管検出に必要な画像情報量を計算したところ、検出ホール数70個以上が診断に必要な標準レベルとなることがわかり、この画質を得ることのできる最小線量が、画質に基づく参照線量レベルとなることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

W Weerawanich, M Shimizu, Y Takeshita, K Okamura, S Yoshida, GR Jasa, K Yoshiura.

Evaluation of cone-beam computed tomography diagnostic image quality using cluster signal-to-noise analysis. Oral Radiol. 査読有、March、2018、Published online, <https://doi.org/10.1007/s11282-018-0325-0>

W Weerawanich, M Shimizu, K Okamura, K Tokumori, Y Takeshita, K Yoshiura.

Cluster signal-to-noise analysis for evaluation of the information content in an image. Dentomaxillofac. Radiol. 査読有、47、2018、20170147
DOI:10.1259/dmfr.20170147

Y Takeshita, M Shimizu, K Okamura, S Yoshida, W Weerawanich, K Tokumori, GR Jasa, K Yoshiura.

A new method to evaluate image quality of CBCT images quantitatively without observers. Dentomaxillofac. Radiol. 査読

有、46、2017、20160331
DOI: 10.1259/dmfr.20160331

〔学会発表〕(計7件)

Weerawanichi W, Shimizu M, 竹下洋平, 岡村 和俊, 吉田祥子, 吉浦 一紀

Evaluation of diagnostic image quality using cluster signal-to-noise analysis
日本歯科放射線学会第58回学術大会, 2017

Takeshita Y, Shimizu M, Jasa G, Weerawanichi W, Okamura K, Yoshiura K
Improving the detection of the mandibular canals on CBCT

The 11th ACOMFR, 2016

Weerawanichi W, Shimizu M, Takeshita Y, Okamura K, Yoshida S, Yoshiura K

Pseudo-ROC analysis to evaluate information contents in the image

The 11th ACOMFR, 2016

Jasa G, Shimizu M, Okamura K, Tokumori K, Takeshita Y, Weerawanichi W, Yoshiura K

Improving the detection of the mandibular canals on CBCT

94th General Session & Exhibition of the IADR, 2016

吉田祥子, 岡村 和俊, 徳森謙二, 清水真弓, 竹下洋平, Warangkana Weerawanich, 吉浦 一紀

輝度弁別閾を用いた画質評価法の三次元画像への適用

日本歯科放射線学会第57回学術大会, 2016

Jasa G, Shimizu M, Takeshita Y, Okamura K, Yoshiura K

Effects of exposure parameters and slice thickness on detecting mandibular canal by Computer Tomography

The XI Latin American Congress on Dento Maxillo Facial Radiology ALARID - AADIMAX, 2016

竹下洋平, 清水 真弓, 岡村 和俊, 前田祥子, 徳森謙二, 吉浦 一紀

ファントムを用いた歯科用CBCTの定量的画質評価法の検討

日本歯科放射線学会第56回学術大会, 2015

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉浦一紀 (YOSHIURA, Kazunori)

九州大学・大学院歯学研究院・教授

研究者番号: 20210643

(2) 研究分担者

筑井徹 (CHIKUI, Toru)

九州大学・大学院歯学研究院・准教授

研究者番号: 10295090

岡村和俊 (OKAMURA, Kazutoshi)

九州大学・大学院歯学研究院・助教

研究者番号: 20346802

吉野真弓 (清水真弓) (SHIMIZU, Mayumi)

九州大学・大学病院・講師

研究者番号: 50253464