

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09646

研究課題名(和文) 下顎骨皮質骨粗造化の定量的解析法の歯科インプラント画像診断への応用

研究課題名(英文) Application of a quantitative porous analysis of mandibular cortical bone in dental implant treatment

研究代表者

内藤 宗孝 (Natioh, Munetaka)

愛知学院大学・歯学部・准教授

研究者番号：20167539

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：骨粗鬆症では下顎骨皮質骨をマルチディテクタやコーンビームCTを用いて観察することは重要である。この研究の目的は下顎骨皮質骨における粗造化を評価するための定量的解析方法を提案することである。その解析のためにオトガイ孔下方の下顎骨皮質骨に設定され、横断画像がコーンビームCTと3次元画像ソフトウェアを用いて構築された。定量的解析において、関心領域(ROI)が下顎骨皮質骨に設定され、変動係数(SD/平均値)が計算された。結果において変動係数の範囲は0.0620から0.220の範囲であり、その平均は0.104であった。定量的解析方法は歯科インプラント治療における画像診断に応用されるだろう。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究において、下顎骨皮質骨における粗造化の定量的評価方法を検討した。その方法では、CTと3次元画像ソフトウェアを用いて横断画像を構築し、オトガイ孔下方の下顎骨皮質骨を観察対象とした。さらには、定量的指標として、下顎骨皮質骨に関心領域(ROI)を設定し、変動係数(SD/平均値)を計算した。その結果では、変動係数の範囲は0.0620から0.220の範囲であり、その平均は0.104であった。また、60歳以上の女性では変動係数(SD/平均値)が高い値を示す傾向が示された。この定量的解析方法は歯科インプラント治療における画像診断に広く応用されることが期待できる。

研究成果の概要(英文)： It was important that mandibular cortical bone was observed using a multi-detector and cone-beam CT in osteoporosis. The objective of the study was to propose the quantitative analysis to evaluate a porous change in mandibular cortical bone. Mandibular cortical bone inferior to the mental foramen was set at the site for the analysis, and the cross-sectional images were reconstructed using cone-beam CT and three-dimensional imaging software. The regions of interests (ROIs) were set at the mandibular cortical bone, and variances (SD/mean) were calculated in the quantitative analysis. In the results, a range of variances was from 0.0620 to 0.220, and the average was 0.104.

The quantitative analysis will be applied in diagnostic imaging of dental implant treatment.

研究分野： 歯科放射線学

キーワード： 歯科インプラント治療 下顎骨皮質骨 粗造化 定量的解析 骨粗鬆症

1. 研究開始当初の背景

全身骨の状態、つまり骨粗鬆症の診断においては二重エネルギー X 線吸収測定法 (Dual Energy X-ray Absorptiometry, DXA) を用いた腰椎骨密度測定が基本となっている。しかしながら、歯科インプラント治療における全身骨の状態把握において、すべての症例に対して DXA による腰椎骨密度測定は放射線被曝や費用対効果等において困難である。そのような状況下で、それに代わる方法として骨代謝マーカーや中手骨の骨形態計測などが行われているが、一部の施設に限られている。そこで、汎用的な全身骨状態の把握方法が望まれている。そこで、歯科インプラント画像診断に用いられている CT に着目した。最初にマルチスライス CT を用いて、下顎骨レベルに描出される第 3 頸椎椎体部の骨密度と腰椎骨密度との間に高い相関関係が見出された (Naitoh M, et al: J Hard Tissue Biol, 23:239-244, 2014) ことから、全身骨状態の指標として第 3 頸椎椎体部の骨密度測定の応用が考えられた。しかしながら、歯科インプラント画像診断では、現在、歯科用コーンビーム CT が広く利用されている。歯科用コーンビーム CT では撮影領域が限定的であるため、第 3 頸椎椎体部が撮影領域に含まれないことが多い。そこで、歯科用コーンビーム CT の下顎骨レベルにおいては、下顎骨下縁皮質骨が撮影範囲に含まれていることに着目した (Naitoh M, et al: Okajima Folia Anat Jpn, 91: 49-55, 2014、Naitoh M, et al: J Hard Tissue Biol, 25: 241-246, 2016)。歯科用コーンビーム CT において下顎骨下縁皮質骨の内部性状は視覚的に均一タイプと粗造タイプとに分類することができ、また粗造タイプは DXA を用いた腰椎 YAM 値 (若年者平均値) を基準に診断された骨粗鬆症 (<70%) と骨量減少症 (70<d<80%) に認められた (Naitoh M, et al: Okajima Folia Anat Jpn, 91: 49-55, 2014)。このように下顎骨下縁皮質骨の内部性状を全身骨状態の指標として応用し得ると考えられている。現在までに行っている下顎下縁皮質骨の内部性状の視覚的評価においては、観察者による評価のばらつきが生じることも考えられ、客観性に乏しい面が存在している。そこで、歯科インプラント画像診断に応用するにあたり下顎骨下縁皮質骨の内部性状の評価において、粗造化の定量的評価方法が必要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、最初に下顎骨下縁皮質骨を解析する解剖学的な指標部位を特定することを行うことである。下顎皮質骨の内部性状においては、オトガイ部、オトガイ孔部、臼歯部、下顎角部での粗造化の表れ方が異なる可能性が考えられる。次に、現在、歯科インプラント画像診断に広く用いられている CT は歯科用コーンビーム CT であり、その歯科用コーンビーム CT から得られるボクセル値は絶対値ではなく、相対値であることは周知の事実である。そこで、粗造化を単純にボクセル値のみで評価することはできないと考えられる。そこで、種々な統計学的な指標を利用することを考えている。例えば、皮質骨に関心領域 (ROI) を設定し、その SD や変動係数 (SD/平均値) 2 値化画像の骨部分と骨吸収部分との面積比などの算出が候補として挙げられる。さらには、前述の粗造化の定量的指標を用いた下顎皮質骨内部性状の定量解析の一連のプロセスにおける系統的画像構築方法を検討することである。

3. 研究の方法

(1) 下顎骨皮質骨を解析する解剖学的な指標部位を特定

下顎骨皮質骨の内部性状を全体的に定量解析するにはデータ量が莫大となり時間を要する。そこで、下顎骨皮質骨においてその粗造化が出現しやすい、あるいは評価しやすい部位を特定

する。歯科インプラント術前画像診断において撮影された歯科用コーンビーム CT 画像を用いて、オトガイ部、オトガイ孔部、臼歯部、下顎角部の皮質骨を視覚的に評価した。

(2) 下顎骨下縁皮質骨の粗造化の定量的指標

定量的解析においては、歯科用コーンビーム CT 画像でのボクセル値は相対値であるため、それ自身は指標とはなり得ない可能性が高いことが解った。そこで、歯科インプラント治療における術前画像診断を行なった 37 名女性（範囲：21.8 歳～78.5 歳、平均年齢：50.9 歳、SD：16.7 歳）を対象とした。歯科用コーンビーム CT 画像を用いて、オトガイ孔類側骨面に平行で、下顎骨下縁に直交する下顎骨横断画像を構築した。そしてその画像上でオトガイ孔下方の下顎骨下縁皮質骨に関心領域(ROI)を設定した。そのボクセル値の平均値と SD を計測し、その変動係数 (SD/平均値) を算出し、左右側で平均した。

(3) 下顎骨下縁皮質骨の粗造化の視覚的評価

視覚的に下顎骨下縁皮質骨の評価を行った。歯科用コーンビーム CT の画像構築は定量的解析と同様に、オトガイ孔類側骨面に平行で、下顎骨下縁に直交する下顎骨横断画像を構築した。その画像を用いて、下顎骨下縁皮質骨の粗造化を正常、軽度粗造、粗造の 3 タイプに分類し得ることが解った。そして、女性 74 例（左右側で 148 側）を対象として、歯科医師 3 名 (A, B, C) の観察者において下顎骨下縁皮質骨の粗造化を 3 つのグレード（正常、軽度粗造、粗造）に分類し、評価を行った。観察は 1 ヶ月の期間を空けて、2 回行った。評価の一致性を検討するために、観察者間(interobserver)および観察者内(intraobserver)の Kappa 値を計算した。

(4) 下顎骨下縁皮質骨の定量的評価のための系統的画像構築方法の検討

粗造化の定量的指標を用いた下顎皮質骨内部性状の定量解析の一連のプロセスにおける系統的画像構築方法を検討した。歯科インプラント術前画像診断に用いた歯科用コーンビーム CT 画像を用いた。歯科用コーンビーム装置は Alphard VEGA（朝日レントゲン工業、京都）を用い、撮影モードは I モードを選択した。その画像の撮影領域は直径 102mm、高さ 102mm であり、ボクセルサイズは 1 辺 0.2mm となった。

4. 研究成果

(1) 下顎骨皮質骨を解析する解剖学的な指標部位を特定

下顎骨皮質骨の解剖学的な位置を解剖学的指標のオトガイ孔に定めた。評価の対象とする下顎骨皮質骨をオトガイ孔下方の下顎骨下縁皮質骨に決定した。その理由としては、1. 歯科用コーンビーム CT 画像の撮影領域内に存在する、2. 力線が近遠心的に走行する、すなわちハバースシステムが近遠心的に走行することからオステオンの吸収を顎骨横断像で観察することができたことによる。

(2) 下顎骨下縁皮質骨の粗造化の定量的解析

その結果、表 1 に示すようであり、変動係数 (SD/平均値) の範囲は 0.062～0.220 であり、平均 0.104、SD0.045 であった。60 歳以上の女性で変動係数 (SD/平均値) が高い値を示す傾向が示された。

表 1

Variances			
	Range	Mean	SD
	0.062-0.220	0.104	0.045

(3) 下顎骨下縁皮質骨の粗造化の視覚的評価

結果は表 2 に示すようであり、3名の観察者間(interobserver)の Kappa 値は1回目 0.577、2回目 0.584、平均 0.581 であり、1回目と2回目は非常に近似した値であり、再現性は高いことが解った。観察者間では中等度(Moderate)の一致であった。

また、観察者内(intraobserver)の Kappa 値は観察者 A は 0.664、B は 0.592、C は 0.585 であり、観察者内では高い Kappa 値が得られ、中等度(Moderate)からかなり(Substantial)の範囲の一致がみられた。

表 2

Interobserver	First time	Second time	Mean	
Kappa values	0.577	0.584	0.581	
Intraobserver	Observer A	Observer B	Observer C	Mean
Kappa values	0.664	0.592	0.585	0.614

(4) 下顎骨下縁皮質骨の定量的評価のための系統的画像構築方法の検討

系統的画像構築法は、その一連の画像データを用いて、最初に軸位断像にてオトガイ孔を抽出した(図 1)。次に、オトガイ孔頬側骨面に平行な顎骨縦断面を設定した(図 2)。その断面を下顎骨の頬舌的な中央位置に移動し(図 3)、その断面での顎骨縦断画像上で下顎骨下縁に直交する断面を設定(図 4)し、顎骨横断像(図 5)を構築した。

図 1 オトガイ孔部の軸位断像



図 2 オトガイ孔部頬側骨面にて顎骨縦断面の設定

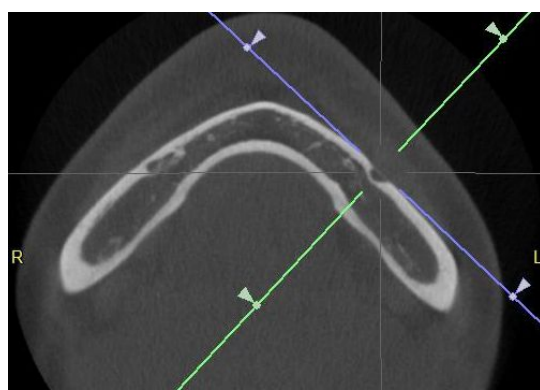


図3 軸位断像での顎骨縦断面の設定

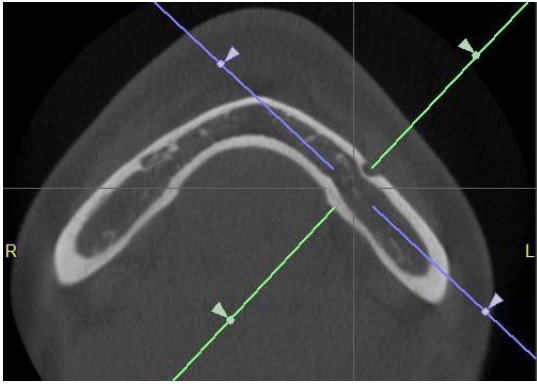


図4 顎骨縦断画像と下顎骨下縁に直交する断面の設定

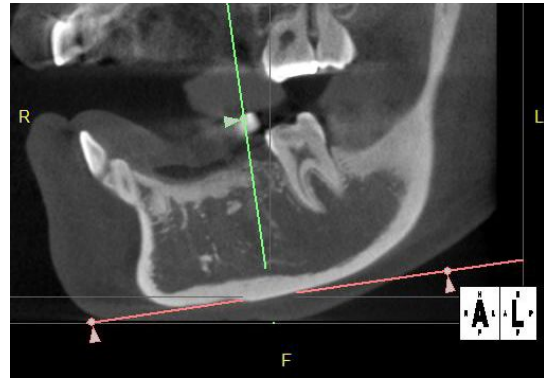
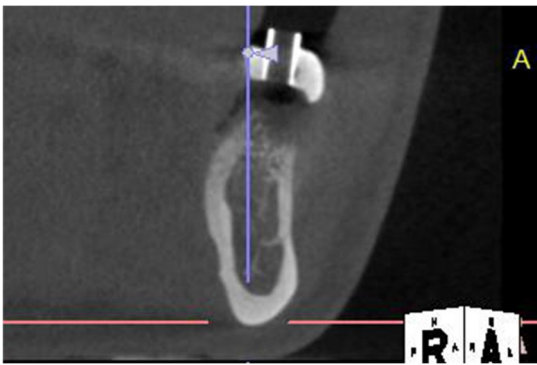


図5 オトガイ孔部での顎骨横断像



<引用文献>

Naitoh M, Tamaki S, Kurosu Y, Inagaki K, Noguchi T, Ariji E: Relationship between bone mineral densities of cervical and lumbar vertebrae in postmenopausal women. (査読有) Journal of Hard Tissue Biology, 23:239-244, 2014.

Naitoh M, Takada TS, Kurosu Y, Inagaki K, Mitani A, Ariji E: Relationship between findings of mandibular cortical bone in inferior border and bone mineral densities of lumbar vertebrae in postmenopausal women. Okajima Folia Anat Jpn, 91: 49-55, 2014.

Naitoh M, Takada TS, Watanabe H, Hayashi H, Miyamae S, Ariji E: Mandibular cortical bone index using multi-slice and cone-beam computed tomography. (査読有) Journal of Hard Tissue Biology, 25: 241-246, 2016.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 内藤宗孝
2. 発表標題 歯科インプラント画像診断に対する私の熱意
3. 学会等名 NPO法人日本歯科放射線学会第60回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	有地 榮一郎 (Ariji Eiichiro) (00150459)	愛知学院大学・歯学部・教授 (33902)	
研究分担者	野澤 道仁 (Nozawa Michihito) (20750607)	愛知学院大学・歯学部・助教 (33902)	
研究分担者	桑田 千亜紀（橋本千亜紀） (Kuwada Chiaki) (80794578)	愛知学院大学・歯学部・歯学部研究員 (33902)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------