

論文審査の結果の要旨

氏名：金尾 茉優

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：Risk assessment of root resorption using computed tomography values and computed texture analysis
(CT 値と CT Texture 解析による歯根吸収のリスク評価)

審査委員：(主査) 教授 岡田 裕之

(副査) 教授 金田 隆

教授 根岸 慎一

矯正歯科治療は歯列形態と口腔機能を調和させることで患者の QOL 向上に寄与するが、治療中の歯の移動により歯根吸収が発症する症例は少なくない。歯根吸収のリスクとして治療期間の長期化、解剖学的に無理のある歯の移動様式、および過度な歯科矯正力など矯正歯科治療に関連する外因子と、遺伝、年齢、歯根の形態、歯の外傷の既往、およびアレルギーなど個人に関する内因子があり、これまで多くの報告があるが、解明には至っていない。近年、Computed tomography (CT) などの医用デジタル画像から得られた情報から病変の解析、学習を行い臨床的に重要な情報を得るための方法を構築させる学問であるラジオミクスの中でも、コンピューター支援診断 (Computer-aided diagnosis : CAD) に対する研究が多く行われてきた。その CAD を用いた画像の定量化に Texture 解析を用いることが多い。Texture 解析は、人間の目で識別できない画像中の空間的な画素パターンを識別し、画像の特徴を定量化することができる。歯根吸収の有無や重症度を診断するためには画像診断が不可欠であるが、歯根吸収のリスクを矯正歯科治療前の画像データを用いて定量的に評価している研究は少なく、さらに、歯や歯槽骨の硬さも歯根吸収に関与する因子と考えられているが、それらを定量的に評価している研究はない。そこで本研究の目的は、矯正歯科治療前に撮影した上顎中切歯歯根の画像データを CT Texture 解析により定量的に評価し (研究 1)、上顎中切歯の移動様式や歯根および歯根周囲の歯槽骨 CT 値が歯根吸収に及ぼす影響について評価する (研究 2) ことである。本研究は日本大学松戸歯学部倫理委員会にて研究倫理の承認を得ている。(承認番号: EC20-008)

研究 1 として、本学付属病院歯科矯正科に来院した顎変形症患者 32 名を矯正歯科治療後に歯根吸収が認められた患者と認められなかった患者の 2 群に分けた (歯根吸収群=16 名: 男性 4 名, 女性 12 平均年齢 22.8±6.84, Control 群=16 名: 男性 4 名, 女性 16 名 平均年齢 22.8 歳±6.85)。選定条件として、0.022 x 0.028 インチスロット (Roth タイプ) のプレアジャストブラケットを使用しているもの、動的治療期間が長期に及ばないもの、歯根吸収の判定基準は、矯正歯科治療前後の上顎中切歯歯根を CT 矢状断面で比較し、Malmgren らが提唱する分類を用いて、グレード 3 (元の歯根長の 1/3 以上に歯根吸収が認められる) 以上のものとした。除外基準は、矯正歯科治療歴のあるもの、全身疾患やアレルギーのあるもの、過去に上顎中切歯に外傷や歯内療法を受けたものとした。全ての被験者の上顎中切歯歯根の歯質の特徴を歯科矯正治療開始時に精密検査の目的で撮影された CT 画像より、特徴量解析ソフト MaZda Ver.3.3 を用いて解析した。解析により取得された 279 個のパラメーターから、Fisher 係数を持つ 10 個の Texture 特徴を選択し算出した。これら 10 個の Texture 特徴は統計的有意差が認められる 4 つの Gray level run length matrix (GLRLM) 特徴と 6 つの Gray level co-occurrence matrix (GLCM) 特徴に分類された。GLRLM は 4 つの方向 (0°, 45°, 90°, 135°) において、ある画素値がある一定の方向に連続する長さや頻度を数値化したもので、GLCM は画素の分布パターンを数値化したものであり、これらを解析することで CT 画像による歯根表面の性質を定量化することが可能となる。結果として、矯正歯科治療前の上顎中切歯歯根は GLRLM では horizontal-SRE ($p = 0.0006$), horizontal-LRE ($p = 0.0007$), horizontal-Fraction ($p = 0.0003$), vertical-Fraction ($p = 0.0009$), GLCM では S (1,0) IDM ($p = 0.0005$), S (0,1) ASM ($p = 0.0002$), S (0,2) ASM ($p = 0.0002$), S (1,0) ASM ($p = 0.0001$), S (0,1) entropy ($p = 0.0002$), S (1,0) entropy ($p = 0.0002$) となり、選択された 10 項目すべてで有意差が認められた。すなわち、

CT 画像において GLRLM, GLCM どちらも歯根吸収を起こした上顎中切歯歯根は歯根吸収を起こしていない歯根に比べて動的治療開始前において画像上で高い均一性を示した。

次に研究 2 として、本学付属病院歯科矯正科に来院した顎変形症患者 41 名を研究 1 と同様の方法で 2 群に分けた (歯根吸収群=18 名:男性 4 名, 女性 14 名 平均年齢 24.0 ± 6.09 , Control 群=23 名:男性 10 名, 女性 13 名 平均年齢 $21.2 \text{ 歳} \pm 3.91$)。CT 冠状断面より, 上顎中切歯の解剖学的根尖から切歯管までの最短距離を測定した。また, CT 矢状断面より, 上顎中切歯の解剖学的根尖から唇側および口蓋側皮質骨までの距離と, 歯根および歯槽骨の CT 値を計測し比較した。さらに, 矯正歯科治療前後の側方セファログラムを用いて上顎中切歯の歯軸と垂直的・水平的な移動量を計測した。結果として矯正歯科治療前後に撮影した側方セファログラムにおいて上顎中切歯根尖の水平的移動量に有意差 ($p = 0.032$) が認められ, さらに矯正歯科治療前の CT 画像において, 上顎中切歯舌側歯槽骨の CT 値 ($p = 0.015$) と上顎中切歯唇側皮質骨から上顎中切歯根尖の距離 ($p = 0.030$) に有意差を認めた。

結論として, 本研究の CT Texture 解析から, 上顎中切歯歯根の定量的な評価により歯根吸収の予測が可能であり, また, 矯正歯科治療前後の上顎中切歯画像データの解析から, 根尖と唇側皮質骨の距離が近いこと, 根尖の水平移動が大きいこと, ならびに歯根周囲の歯槽骨の CT 値が高いことが歯根吸収のリスクを高めることが示された。本研究結果は, 矯正歯科治療計画立案の際に CT 画像診断を行うことは歯根吸収のリスク回避につながり, より安全な矯正歯科治療が可能になることが示唆された。

本研究は, 矯正学的歯の移動における歯根吸収のリスク回避について新たな知見を得たものであり, 歯科医学ならびに歯科矯正臨床に大きく寄与し, 今後一層の発展が望めるものである。

よって本論文は, 博士 (歯学) の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

5 年 1 月 26 日