

論文審査の要旨および担当者

愛知学院大学

報告番号	甲 ② 第 号	論文提出者名	平岩 輝彦
論文審査 委員氏名	主査 有地 榮一郎 副査 河合 達志 中田 和彦		
論文題名	歯科用コーンビーム CT および深層学習システムを適用したパノラマ X線画像による下顎第一大臼歯の歯根と根管形態の評価		

インターネットの利用による公表用

14 ポイント

句読点は「、」と「。」を使用してください。

I. 緒言

下顎第一大臼歯は齲蝕や歯髄疾患のリスクが高く歯内治療が必要となることも多い。歯科用コーンビーム CT (CBCT) を用いると根管形態を正確に把握できるが、パノラマ X 線画像で歯根の検出や根管形態の把握が可能になれば、スクリーニング検査として有用となる可能性がある。本研究の目的は第一に CBCT によって下顎第一大臼歯遠心過剰根の出現頻度と近遠心根の根管形態についてタイプごとの頻度を明らかにした(研究 1)。第二に CBCT 所見を基準として、下顎第一大臼歯の歯根数と根管形態の評価における深層学習システムを適用したパノラマ X 線診断能を明らかにした(研究 2)。

II. CBCT による歯根数および根管形態の評価(研究 1)

1. 対象と方法

対象は CBCT とパノラマ X 線検査を受け、根尖が完成し、根管治療を受けていない下顎第一大臼歯 360 歯 (200 例) とした。CBCT 画像上にて遠心根が単根か過剰根を持つかの評価、近心根および遠心根の根管形態 (Vertucci の分類) の評価を行った。本研究は歯学部倫理委員会の承認 (No.496) を得て行った。

2. 結果

遠心根は単根が 285 歯(79.2%)で、過剰根が 75 歯(20.8%)にみられた。近心根で最も頻度の高い根管形態は Type IV(74.4%)、次いで Type II(19.7%)であった。遠心根では Type I(60.7%)が最も多かった。

III. 深層学習を適用したパノラマ X 線画像による根数および根管形態の評価(研究 2)

1. 対象と方法

対象は研究 1 と同じ症例を用いた。

CBCT による形態評価の結果に基づき、

- 遠心根は単根かあるいは過剰根を有するか
- 近心根管は Type IV かあるいはそれ以外か
- 遠心根は Type I かあるいはそれ以外か

の 3 項目についてパノラマ X 線画像に深層学習を適用して評価を行った。

深層学習システムは 11GB の GPU、128 GB のメモリーを有する NVIDIA GeForce GTX に構築され、学習過程は Caffe 上で AlexNet を用いて DIGITS 標準アルゴリズムで遂行された。

Bitmap 形式のパノラマ X 線画像において、第一大臼歯の近心根と遠心根を別々に 70 × 120 ピクセルで切り出しを行った。

5 分割交差検証の手法を用いて、全データは無作為に 5 分割され、一つが

テストデータセット、他の4つのデータ群が訓練データセットとして使用された。訓練データセットは、画像の輝度、コントラスト、鮮鋭度を変更することによって、データ拡張が施行された。

訓練データセットで150エポックの学習過程が行われ、5つの学習モデルが作成された。学習モデルをテストデータセットに適応して、診断能(正診率、感度、特異度)が計算された。ROC曲線下の面積(AUC)も算出した。

深層学習と二人の歯科放射線専門医の診断能をMann-Whitney U検定を用いて比較した。AUCの比較には χ^2 検定を用いた。危険率0.05以下を有意差ありとした。

2. 結果

遠心根が単根か過剰根を有するかの判定では正診率82.2%、感度71.2%、特異度93.0%であった。根管形態の判定における診断能は近遠心根ともに低かった。

遠心根の歯根数の判定において深層学習の診断能が若干専門医を上回っており、AUCは深層学習が有意に大きい値を示した。

IV. 考察

1. 歯根および根管形態について

下顎第一大臼歯の遠心過剰根の出現頻度はヨーロッパ人で5%未満、日本

人や中国人では20%以上である。今回の結果は20.8%であり東アジアの報告に一致した。また、本研究では近心根の形態はType IVが74.4%、Type IIが19.7%、遠心根の形態はType Iが60.7%であり、従来の報告と同様の結果を示した。

2. 深層学習について

深層学習による診断能は学習用、テスト用のデータセットの決定時にバイアスが発生する可能性があり、これには多分割検証法の使用が有効である。診断能は学習データセットの質と量に依存するので、データ量が不十分な場合はデータ拡張が適用される。本研究でもデータ拡張を行ったが、それでもまだ全体的な学習データは少ないと思われる。

歯根や根管形態の観察においてCBCTの高い信頼性が報告されている為、本研究ではCBCT所見をゴールドスタンダードとした。遠心根における過剰根の有無の判定では、深層学習システムは正診率82.2%、感度71.2%、特異度93.0%と高い診断能を示し、歯科放射線専門医と同様の診断能であった。しかしながら、根管形態の評価の診断能は低かった。この事実は、臨床において下顎第一大臼歯の根管形態の評価を行う際には、現段階ではCBCTの使用が妥当であると考えられる。

深層学習システム適応の利点の一つとして、画像の解釈について経験の浅い観察者を支援することがあげられるが、臨床的な使用には目的とする

画像の自動切り出しのシステムを開発する必要がある。切り出す学習用画像の大きさに関しても検討の余地があると思われる。

V. 結論

1. CBCTによる下顎第一大臼歯の根数と根管形態の評価

1) 遠心過剰根は20.8%にみられた。

2) 近心根管の形態はVertucciのType IVが、遠心根ではType Iが最も多かった。

2. 深層学習を適応したパノラマX線画像による評価

1) 下顎第一大臼歯遠心過剰根の有無の判定には高い診断能を示した。

2) 根管形態評価の診断能は十分ではなく、現段階ではその評価にはCBCTが必要と思われた。